

Cátedra UNESCO de Filosofía para la Paz
Doctorado Internacional en Estudios de Paz, Conflictos y
Desarrollo



EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES POR
COOPERACIÓN NATURAL

TESIS DOCTORAL

Defendida por: Euménides Valqui Zuta

Dirigida por: Dr. Daniel Pinazo Calatayud

Dr. Luis Alberto Rodríguez de Los Ríos

Universitat Jaume I

Lima, 2017

DEDICATORIA

A mi madre y hermanos, a Elita

Gracias por el apoyo indesmayable.

A la memoria de mi padre y Loles:

Gracias por darme un lugar en su
corazón.

AGRADECIMIENTOS

Me dirijo en primer lugar al Director, al profesorado, a todas las personas que laboran en el Máster Internacional de Estudios para la Paz y el Desarrollo de la Universitat Jaime I de Castellón de la Plana, y a la Fundación Caja Castellón Bancaja por su labor en pro de la paz, para expresar mi agradecimiento. Sin el concurso y cooperación de tales personas e instituciones hubiese sido poco probable mi formación en una nueva visión del mundo, pero además en la realidad misma de nuestra existencia como seres vivos inmersos en una inmensa red de interrelaciones.

Expreso mi agradecimiento y especial consideración al Dr. Daniel Pinazo Calatayud y al Dr. Luis Alberto Rodríguez de Los Ríos, quienes gentilmente aceptaron guiar mi trabajo; gracias por la enorme paciencia y dedicación para la materialización de la presente investigación. He recibido y experimentado su apoyo incondicional desde el momento de concebir el tema, quizá audaz pero con el aliento de mis directores estoy llegando a culminar la presente tesis.

Finalmente deseo mostrar mi gratitud eterna a los hombres y mujeres que creen que otro mundo es posible, que es factible vislumbrar otras formas de entender el mundo y de que en el escenario de la vida, absolutamente todos nos necesitamos, no existen aptos ni selectos; este mundo y la vida sobre él, se mantiene y progresa debido a relaciones cooperativas y de integración.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN GENERAL	
Justificación	8
Motivaciones	9
Marco teórico	12
Hipótesis	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	16
Metodología	16
CAPÍTULO I: Estudios para la paz y la cooperación.	
1.1. Evolución histórica de los estudios para la paz	20
1.2. Paz y cultura	30
1.2.1. Paz	30
1.2.2. Cultura	36
1.3. Cultura para la paz	42
1.4. Ecología y paz	47
1.4.1. Ecología	47
1.4.2. Ecología profunda	50
1.4.3. Ecología y paz	55
1.5. Cooperación para la paz	57
1.6. Recapitulación del capítulo	60
CAPÍTULO II: La evolución y sus mecanismos	
2.1. La evolución	63

2.2. La evolución y sus mecanismos	65
2.2. 1. La evolución: ¿Una idea griega?	65
2.2.2. Lamarck: el uso y el desuso	76
2.2.3. Darwin-Wallace y la selección natural	89
2.2.4. Mendel y la herencia genética	124
2.3. Teoría sintética de la evolución	138
2.3.1. Población y genética de poblaciones	141
2.3.2. Causas del cambio evolutivo	145
2.4. La sociobiología	157
2.5. Recapitulación del capítulo	160
CAPÍTULO III: Darwinismo y otros mecanismos evolutivos	
3.1. La selección natural como mecanismo evolutivo	167
3.2. El proceso de especiación.	175
3.3. Evidencias de la evolución.	184
3.3.1. Los fósiles	185
3.3.2. Anatomía y fisiología comparada	189
3.3.3. Embriología comparada	194
3.3.4. Análisis bioquímico y de base genética	195
3.4. Darwin y su época	197
3.4.1. Darwin ¿hijo de su tiempo o de su clase?	197
3.4.2. Darwin y la filosofía de la ciencia	208
3.4.3. Darwin y evolución violenta	212
3.5. ¿Existen otros mecanismos de evolución?	214
3.6. Teorías emergentes de la evolución	215

3.6.1. El apoyo mutuo	216
3.6.2. Teoría simbiótica de la evolución	223
3.6.3. Evolución por integración de sistemas complejos	242
3.6.4. Hipótesis gaia	265
3.7. Recapitulación del capítulo	292
CAPÍTULO IV: Evolución por cooperación natural y giro epistemológico	
4.1. La cooperación en la evolución	303
4.1.1. El mayor conflicto	312
4.1.2. Cooperación imperfecta	330
4.2. De gen egoísta al gen cooperativo	338
4.3. Evidencias cooperativas de la evolución	356
4.3.1. Evidencias atómico-moleculares	359
4.3.2. Evidencias citológicas	365
4.3.3. Evidencias intraespecies	375
4.3.4. Evidencias interespecies	382
4.3.5. Evidencias ecológicas	395
4.3.6. Evidencias antropológicas	400
4.4. De una evolución violenta a una evolución pacífica	408
4.5. Filosofía para la paz y evolución	424
4.5.1. El giro epistemológico	424
4.5.2. Hacia un nuevo paradigma	449
4.6. Recapitulación del capítulo	450
CONCLUSIONES	456
BIBLIOGRAFÍA	459

- ANEXO 01:** Evolución de la jirafa según Lamarck
- ANEXO 02:** Selección natural de las mariposas moteadas
- ANEXO 03:** Evolución de la jirafa por selección natural
- ANEXO 04:** Evolución de los pinzones según Darwin
- ANEXO 05:** Especiación de los pinzones según Darwin
- ANEXO 06:** Caracteres de los guisantes de Mendel
- ANEXO 07:** Los fósiles
- ANEXO 08:** Estructuras homólogas en animales y vegetales
- ANEXO 09:** Estructuras vestigiales
- ANEXO 10:** Estructuras análogas
- ANEXO 11:** Embriones en etapas tempranas
- ANEXO 12:** Origen de la célula eucariota por simbiosis serial
- ANEXO 13:** Mimetismo del saltamontes
- ANEXO 14:** Intrones y exones en un gen
- ANEXO 15:** Represor lambda (λ)
- ANEXO 16:** Polinización entomófila
- ANEXO 17:** Nódulos en raíces de leguminosa
- ANEXO 18:** Planta trifoliada de día y de noche
- ANEXO 19:** Matriz unitaria, comprensiva e integrada
- ANEXO 20:** Ojo de un mamífero

INTRODUCCIÓN GENERAL

JUSTIFICACIÓN

Desde hace 15 décadas la teoría del origen de las especies concebida por Charles Darwin ha merecido un creciente interés, no solo desde sus inicios sino a lo largo de todo el tiempo transcurrido. Darwin en *El origen de las especies*, rebatía de una vez por todas las ideas predominantes de su época, según las cuales las especies vivas descendían en línea recta y sin variación de una pareja progenitora original. Ante esto Darwin propone la hipótesis de la variabilidad las cuales eran seleccionadas naturalmente. Las variaciones eran producidas por las adaptaciones del organismo a su medio; por lo tanto la adaptación del ser vivo a las condiciones cambiantes del medio era la manera como la selección natural introducía variaciones, las cuales por muy mínimas que fueran permitía la supervivencia del más favorecido o apto.

Pero si la selección natural permitía la supervivencia de los más aptos desde la perspectiva de la adaptabilidad, entonces cabe la idea de un principio: *la lucha por la vida*, como lo entendió Darwin (1983); sin embargo no es una lucha desleal, sino que el éxito de los llamados aptos es el resultado de un complejo proceso de interrelaciones entre los miembros de la especie, entre estos y las otras especies con las cuales convive y con el medio circundante. En la base de estos procesos de interrelaciones se encuentran procesos de cooperación, sin los cuales el proceso evolutivo simplemente no podría haber funcionado.

Es en el marco de la teoría de Darwin y los postulados de cooperación desde la Filosofía para la paz, donde se elabora el presente trabajo de investigación cuyo propósito principal es analizar y valorar la relación que existe entre el origen y éxito de las especies que pueblan nuestro planeta con la cooperación considerada como natural; de esta manera, la selección natural que constituye el mecanismo darwiniano principal para la evolución de las especies, tendría un ingrediente fuertemente cooperativo y pacífico, contrariamente a las concepciones tradicionales basadas en luchas antagónicas y violentas, que premian a los más aptos en el contexto del paradigma de la competencia.

MOTIVACIONES

Desde hace muchos siglos no se podía explicar cuál era la manera como se originaban las especies así como su adaptación al medio ambiente, a tal efecto llegó la respuesta con Charles Darwin (1964) en su libro *El origen de las especies*, donde postula que la *selección natural* es el mecanismo responsable que impulsa la evolución de las especies durante largos periodos de tiempo, es decir que las transformaciones y diversificación de las especies se explica por las condiciones del medio, el cual favorece o dificulta tales variaciones, es decir, selecciona la reproducción de los organismos vivos según su peculiaridades, por lo tanto «aquellos miembros con características mejor adaptadas sobrevivirán más probablemente» (Darwin, 1959) en tanto que las especies menos adaptadas o débiles probablemente morirán. Esto pone de relieve la supremacía del más apto o del más fuerte en el escenario de la vida. Darwin reconoce, en su famoso viaje a bordo del Beagle, que algunos restos fósiles de especies aparentemente extintas

recordaban estrechamente a especies vivas en la misma área geológica. También cuando visitó las islas Galápagos en el Ecuador, observó que cada isla mantenía su propia forma de tortuga de tierra o ave (sinsontes y pinzones); luego, las diversas formas estuvieron relacionadas estrechamente pero diferían en la estructura y hábitos de comer de isla a isla. Lo que Darwin no precisa es que la selección natural que postula, se basa en una estrecha relación o cooperación natural entre las especies y entre éstas con el medio ambiente, no se explica de otro modo los comportamientos y adaptaciones entre especies similares en medios distintos.

Un ser vivo o una especie no puede ser concebida como simple representante de su especie o de la población, respectivamente; sino debe ser analizado, comprendido y valorado siempre en relación con las condiciones vitales y en equilibrio con los demás seres de la comunidad biótica y los demás elementos del medio geográfico; esto conlleva a una visión global u holística de la naturaleza y de la existencia, una visión que considera a los cambios de las especies como resultado de las interrelaciones con otras especies y el medio, por lo tanto tales cambios responden a mutuas relaciones de interdependencia y cooperación sin que esto niegue la existencia del conflicto en el seno mismo del proceso evolutivo.

A la luz de los estudios de filosofía para la paz; la paz en su sentido positivo, sería la intensificación de la vida, una fuerza vital que eleva a los seres humanos a formas más dignas de vivir, «un conjunto de estados de felicidad, de potenciación de la vida» (Galtung, 2003: 55); es decir las experiencias y vivencias pacíficas son garantía no solo de supervivencia y plenitud de vida, sino también de trascendencia hacia nuevas maneras superiores de experimentar la existencia. De esta manera la paz nos capacita, además de intensificar nuestras relaciones vía la

concordia, como seres humanos para alcanzar el bien y ser felices. Y es que las experiencias de paz tienen la misma edad que la vida misma y en particular con la humanidad: «Creo que la *paz* es una realidad primigenia en todos los "tiempos" humanos, en los biológicos y los históricos. Es una condición ligada a los humanos desde sus inicios» (Muñoz, 2004: 885). De esta manera la paz nos humaniza porque de ella aprendemos a compartir, ser solidarios, ayudarnos mutuamente, en suma a socializarnos, y es que no como no podemos vivir solos, aprendemos a vivir en grupo.

Por lo tanto, si la paz y sus manifestaciones afines como la solidaridad, la asociación, la cooperación, el altruismo, etc. están en el origen mismo y el éxito evolutivo de la humanidad y por lo tanto de una de las formas de vida, entonces no es extraño pretender extender tales formas de relación natural hacia las otras formas de vida, hacia las otras especies que en relación con el medio y con otros seres, han servido para el éxito de las especies existente en nuestro planeta.

De esta manera, –y con ella mi motivación en la presente investigación– la paz y por ende la cooperación es garantía de vida y de éxito a lo largo de la historia evolutiva de las especies, sólo así se entiende la unidad en la complejidad de todas las formas de vida entre ellas y con el medio ambiente en el planeta Tierra. La selección natural como mecanismo evolutivo, no es el premio a la existencia que tienen los más aptos, los más ágiles o las especies más favorecidas en relación al medio, sino que en la bases de la llamada selección natural confluyen experiencias de mutua convivencia, relación y cooperación natural que se establecen entre los diferentes elementos de la naturaleza, dinámica en el tiempo, el espacio y

movimiento de lo que hemos convenido en llamar a lo largo de la historia: *existencia*, tanto de las especies diversas como del planeta en su conjunto.

MARCO TEÓRICO

El marco teórico que da sustento y que permitirá desarrollar la presente investigación es la Filosofía para la paz, concretamente la que viene siendo desarrollada en la Cátedra UNESCO de Filosofía para la paz de la Universidad Jaime I de Castellón de La Plana - España.

La investigación para la paz en consonancia con el giro epistemológico que propone la Cátedra UNESCO – UJI, considera a la Filosofía para la paz como la reconstrucción de las competencias humanas para vivir en paz: «...*los Estudios para la Paz consisten en la reconstrucción de las competencias humanas para hacer las paces*» (Martínez Guzmán, 2001: 112). Pero estas competencias además de ser humanas, considero que se encuentran en la trama de la vida y de todo cuanto existe, de allí que dado el carácter interdisciplinar de los Estudios para la paz pretendo llevar los aportes desde la Filosofía para la paz hacia la Biología evolutiva para tratar de entender el origen de las especies desde una perspectiva más real acorde con la concepción pacífica de los conflictos. Si los conflictos son naturales entonces también existen medios naturales para transformarlos, estos medios naturales son los pacíficos y dentro de ellos la cooperación entra las partes.

Además dado el carácter imperfecto de la paz, no pretendo explicar que las especies se originaron y evolucionaron en una perfecta armonía y colaboración sino que en la red de conflictividad natural se presentan hechos reguladores de cooperación, no solo entre los seres vivos, sino también, entre estos con el medio físico donde viven.

En este sentido abordaré algunas definiciones que constituyen los constructores centrales de la investigación, tales definiciones son vistas y/o analizadas desde la perspectiva de la Filosofía para la paz.

Selección natural

Proceso natural mediante el cual los organismos mejor adaptados a su medio ambiente tienen mayores probabilidades de supervivencia y tienden a dejar mayor descendencia en promedio, o dicho al estilo de Darwin: «A esta conservación de las variaciones y diferencias individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales, la he llamado *selección natural o supervivencia de los más aptos*» (Darwin, 1983:136).

Paz

En un sentido restringido la paz define diversos estados en los cuales gestionamos y transformamos los conflictos de manera creativa y de este modo buscamos satisfacer, con el máximo posible, nuestras necesidades con vías al bienestar. Pero no solamente eso, también la paz es garantía de vida de los seres humanos, de todas las otras formas de vida y por extensión de nuestro planeta.

La paz se construye sobre la base de un conjunto complejo de interrelaciones para lograr estados de convivencia armónica consigo mismo, entre los seres humanos y entre éstos y la naturaleza que los rodea.

En definitiva, el ámbito de la paz es muy amplio va desde nuestro universo interior hasta el macro universo exterior y busca siempre una comunión íntima que garantice aquello que conocemos como existencia. Este campo amplio que abarca la paz, resaltado por Fisas (2001: 22), es lo que se conoce como paz holística-Gaia,

que involucra a los estados de paz personales, familiares, sociales y se expande al ámbito global, se resalta las relaciones entre los seres humanos con el medioambiente o sistema natural; además incluye los aspectos espirituales de los seres humanos.

Cooperación

Acción o acto de obrar conjuntamente con otros u otras para alcanzar un mismo objetivo o fin, consecuentemente es un obrar juntos. En el campo de la biología se define a la cooperación como: «Asociación entre dos o más miembros de una misma especie (asociación interespecífica) o de especies diferentes (asociación intraespecífica), en la que todos los miembros se benefician» (Diccionarios Oxford-Complutense, 2004 b: 162). Sin embargo en el presente trabajo, superamos esta definición por considerarla reduccionista que hace resonancia a un modelo económico y social basado en el mercado libre y el individualismo, que implica la propiedad privada, la competencia que se traduce en el máximo de ganancias. Nuestra visión es enmarcar la cooperación como natural y hace referencia a todo el conjunto de interrelaciones naturales que se establecen entre los seres vivos de una misma especie, de especies diferentes, y entre estos y el medio ambiente. La naturaleza así nos lo revela. «Ella nos enseña –algo que la ciencia ya hace medio siglo identificó– que la ley básica del Universo no es la competición que divide y excluye, sino la cooperación que suma e incluye» (Boff, 2007: 11). Esta conceptualización trata de concebir la cooperación a partir del todo real, es un enfoque holístico, debido a que el proceso evolutivo no depende en exclusiva de la lucha y competencia, donde los más fuertes o mejor adaptados tienen derecho a la vida.

HIPÓTESIS

General

H₁ La evolución de las especies tiene un fundamento y mecanismo natural de cooperación.

H₀ La evolución de las especies no tiene un fundamento y mecanismo natural de cooperación.

Específicas

h₁ Existe una relación positiva y directa entre la evolución de las especies y la cooperación natural.

h₀ No existe una relación positiva y directa entre la evolución de las especies y la cooperación natural.

h₂ Los procesos pacíficos de cooperación natural, son cualidades determinantes en el nacimiento y éxito de las especies.

h₀ Los procesos pacíficos de cooperación natural, no son cualidades determinantes en el nacimiento y éxito de las especies.

OBJETIVOS

General

Identificar procesos cooperativos en el proceso de evolución biológica, y concebir tales procesos como el mecanismo natural de la evolución de las especies en nuestro planeta.

Específicos:

1. Concebir la cooperación como proceso natural y manifestación de la paz.

2. Identificar y comprender la teoría darwiniana del proceso evolutivo de las especies, así como otras principales referentes al tema.
3. Establecer la relación entre cooperación y evolución de las especies.
4. Considerar a la cooperación en la naturaleza como un factor con más fuerza explicativa que la selección natural darwinista, a la luz de la Filosofía para la paz, a 158 años de *El origen de las especies*.

METODOLOGÍA.

La metodología que he considerado para desarrollar la presente investigación es una triada con la que pretendo dar continuidad argumental: la metodología filosófica deconstructiva – reconstructiva, una matriz unitaria y la metodología de los estudios descriptivo-cualitativos.

Partiendo de que la conflictividad es una característica inherente a los seres humanos y al medio que nos rodea, y además que muchos de estos conflictos los viabilizamos o transformamos por medios violentos; pretendo deconstruir, de la mano con los aportes de los estudios de Filosofía para la paz y una cultura para la paz, los fundamentos de éxito que tienen las especies más fuertes y capaces en el curso de la evolución planteada por Charles Darwin, de tal modo que no se justifica la eliminación de las especies más débiles o menos favorecidas del escenario histórico. De esta manera, desde la interdisciplinariedad y la perspectiva holística, busco deconstruir la interpretación violentológica enquistada directa o indirectamente en la teoría darwinista de la evolución de las especies y ofrecer una visión fundada en la convivencia y cooperación entre las especies y entre éstas con el medio ambiente en el camino evolutivo de las mismas. Los conflictos –no pocos

por cierto— presentes en el proceso evolutivo, no constituyen un mal terrible que devienen en violencia, sino se transmutan en oportunidades cooperativas que impulsaron la evolución y lo continúan haciendo en la historia de la vida en nuestro planeta. Consecuentemente trataré de interpretar la evolución de la vida en nuestro planeta, basado en presupuestos del giro epistemológico, la concepción positiva del conflicto y la paz imperfecta, interpretar la evolución como un proceso dirigido por cooperación natural.

En consonancia con el campo transdisciplinar de la paz, que: busca dar respuestas a la conflictividad y complejidad, reconoce las interacciones entre conflictos, violencias, paces, culturas, disciplinas, saberes, teorías así como sentimientos; considera el carácter imperfecto de la paz; utilizo como herramienta la propuesta de una matriz unitaria comprensiva e integradora que incluya a todos los saberes expresados como teoría sobre el proceso evolutivo de las especies, así como a los actores mismos de este proceso: los seres vivos – como especies que evolucionan – en interdependencia con el medio o contexto físico. De esta manera pretendo abordar la complejidad de las interrelaciones interdependientes que se manifiestan en el proceso evolutivo, y que en consecuencia se presenten resultados de comprensión del hecho evolutivo no solamente diferentes a las teorías dominantes y casi dogmáticas, sino más acorde con la realidad y con una apertura a escuchar a nuevas propuestas. La matriz unitaria permitirá correlacionar al proceso evolutivo con los múltiples conflictos que se suceden en el mundo vivo y en consecuencia optar por una respuesta a esta conflictividad natural desde la perspectiva de la paz imperfecta. En esta perspectiva y para llevar adelante dicha

matriz, me apoyo en el giro epistemológico, en la teoría del conflicto desde la filosofía para la paz y en la paz imperfecta.

Además el presente estudio es de tipo descriptivo-cualitativo, por ello, en base a un marco teórico-informativo y a las evidencias recogidas por investigadores especialistas en el tema, refiero e interpreto conexiones existentes o que se relacionan en el análisis de la selección natural con la cooperación de las especies a lo largo del proceso evolutivo.

ESTRUCTURA

El presente trabajo de investigación lo he dividido en cuatro capítulos, los mismos que guardan correlación con cada uno de los objetivos específicos propuestos.

CAPÍTULO I: Estudios para la paz y la cooperación.

CAPÍTULO II: La evolución y sus mecanismos.

CAPÍTULO III: Darwinismo y otros mecanismos evolutivos.

CAPÍTULO IV: Evolución por cooperación natural y giro epistemológico.

CAPÍTULO I

ESTUDIOS PARA LA PAZ Y LA COOPERACIÓN

Nuestro mundo está en crisis; a pesar de que es un momento de la historia donde lo común es el crecimiento, sin embargo lo que parece multiplicarse a un ritmo mayor es la pobreza, la injusticia, carencia de solidaridad, indiferencia por el dolor humano y de la naturaleza; y de manera general proliferan un cúmulo de conflictos sociales y ambientales que se masifican y se tornan en problemas globales, inclusive.

Una de tales manifestaciones de la crisis son los problemas ambientales, cuyo detonante causal ha sido y es la actividad extractiva, consumista y el modo de relación unidireccional o desigual correspondencia que tenemos los seres humanos para con la naturaleza; esto ha devenido en un conflicto tratado por medios violentos, porque hemos inventado, para el caso, una manera de ser y de actuar contraria a las relaciones de concordia y equilibrio que tiene la naturaleza. De esta manera los seres humanos, hemos roto la relación de mutua interdependencia con el sistema natural y como consecuencia el decaimiento de la naturaleza junto a las

diversas formas de vida incluida la humana. En este entendimiento, en el presente capítulo presento los fundamentos que dan cimiento a los conceptos de paz y de ecología, a la luz de que estos presupuestos son necesarios para evidenciar otra forma de vida, otros modos de interrelación con la naturaleza y por lo tanto otras maneras cooperativas de vivir, una existencia con rostro humano donde la premisa y el vínculo de convivencia sea la paz.

1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS ESTUDIOS PARA LA PAZ

Desde que la especie humana hizo su aparición, vía la evolución, en el planeta Tierra, se han suscitado una serie de interrelaciones y procesos de influencia entre los seres humanos y el medio natural donde viven, estos procesos constituyen mecanismos de adaptación que tienen lugar y significado en la convivencia del grupo en un medio determinado, permitiendo el éxito de la especie en el tiempo y el espacio. Ahora bien, sabemos que la Historia humana está llena de conflictos los cuales desarrollan la capacidad adaptativa ante nuevas situaciones problemáticas; así, de las distintas propuestas para enfrentar situaciones similares tiene éxito la que lleve con éxito a la acomodación de los individuos a las condiciones sociales y naturales de su entorno. Si nuestra historia está tapizada de conflictos, entonces: ¿el conflicto y la violencia son conductas naturales del hombre? o, estas dos dimensiones: ¿caracterizan la esencia concreta del ser humano?

La pregunta tiene dos respuestas totalmente diferentes: primero; lo natural es el *conflicto*, que «es consustancial e inevitable a la existencia humana; el estado natural del hombre es el conflicto» (Jares, 1999: 110). El cual se convierte en el fundamento dinamizador que promueve las interacciones e interdependencias, para

bien o para mal, entre los seres humanos; entonces, el detalle está en como se enfrenta o gestionan estos conflictos, o por vías pacíficas o por medios violentos cuya extremo son las guerras; «la clave no está en su eliminación, sino en su regulación y resolución de forma justa y no violenta» (Jares, 1999: 110). Esta opinión adquiere mayor relevancia cuando se usan medios pacíficos para «la transformación no violenta del conflicto» (Galtung, 2003: 107). Siguiendo la opinión de Galtung (2003, 107-110), el conflicto lleva una carga de contradicción y encuentro de intereses diferentes, es un problema que puede desembocar en daño al otro o llevarnos hacia estados de convivencia más armónica, nos capacita para ser destructores o creadores de vida. El conflicto se comporta como una fuerza motivadora hacia el cambio, como un elemento dinámico y creativo, si usamos los medios adecuados para transformarlo y acceder a interrelaciones de buena correspondencia y garantía de vida. Si la vida y las relaciones humanas llevan inscritas experiencias conflictivas, sin embargo, «el papel creador y transformador del conflicto no nos exime de tensiones, sufrimiento, indecisiones y no saber qué hacer» (Martínez Guzmán, 2005: 109).

De esto podemos aseverar -y esta es la segunda respuesta- que la *violencia* no es una conducta natural en el hombre, contrariamente a la opinión generalizada. Según el Manifiesto de Sevilla de 1986, existe la idea de «que la violencia y la guerra no cesarán nunca, porque están inscritas en nuestra naturaleza biológica. Nosotros decimos que no es verdad» (Martínez Guzmán, 2005: 38). No se han detectado causas genéticas para la violencia, solo las hay para la agresividad que no necesariamente genera violencia.

Es bueno hacer una diferenciación entre agresividad y violencia. «La agresividad forma parte de la conducta humana, no negativa en sí misma sino positiva y necesaria como fuerza para la autoafirmación, física y psíquica, del individuo» (Jares, 1999: 118), de otro lado referenciando a Diaz. C. (1991), el investigador Jiménez Arenas, acota que entendemos por agresividad a «cualquier pulsión adaptativa tendente al mantenimiento y/o transmisión de la vida, cuya base es fisiológica y que permite la supervivencia en un medio externo que se revela como conflictivo» (Jiménez Arenas, 2011: 80), además esta idea queda sustentada al considerar a la agresividad como «un rasgo que se mantiene porque favorece la supervivencia de nuestra especie. En situaciones que requieren la defensa del territorio o de los recursos para sobrevivir, la agresividad nos ayudaría a protegernos de posibles intrusos» (Acosta y Higuera, 2004: 14), así en el caso del ser humano, la agresividad aparecería en momentos en que se ven amenazados el lugar habitual de residencia o los recursos y alimentos.

La violencia se entiende como todo «aquello que, siendo evitable, impide el desarrollo humano; comprende no sólo la violencia directa (física, verbal o psicológica), sino también la denominada violencia estructural (pobreza, represión, alienación, contaminación ambiental, entre otras)» (Jimenez Bautista, 2014: 27); además la violencia, a diferencia de la agresividad, «requiere de un serie de mecanismos y estrategias: la cosificación del enemigo; distanciamiento tanto físico como ideológico del mismo; requiere de procesos de aprendizaje; se trata de ocultar; recurre a la justificación y legitimación» (Jiménez Arenas, 2011: 80), es decir, la violencia requiere premeditación en cuanto cálculo de acciones, porque tiene requiere de un aprendizaje.

La violencia, entonces, es un medio que viabiliza el conflicto, es una forma de abordar un conflicto, es una conducta y como tal es aprendida, es construida en el ámbito de una sociedad determinada, en consecuencia es una manifestación cultural e histórica: «En conclusión, la violencia es una construcción y por tanto histórica y contingente» (Jiménez Arenas, 2011: 80). Al contrastar ambos términos se tiene que la agresividad se identifica «con aquellos componentes de carácter natural o innato, [...] mientras que la violencia referiría al componente cultural» (Comins Mingol, 2008: 67).

De este modo se entendería que la esencia concreta de la existencia y evolución humana, en cuanto esencia construida en la historia antropológica y evolutiva del hombre, tiene dos vertientes: una primaria y natural, que se encuentra ya en el origen mismo de la humanidad: los conflictos; y otra aprendida y construida como producto cultural, que además apareció con posterioridad: la violencia.

De esta manera, lo real es que nuestra vida y con ello las relaciones de convivencia entre los seres humanos y con la naturaleza, son complejas, donde se suceden momentos de paz y momentos de situaciones conflictivas que pueden terminar en actos violentos. Así pues, nuestra historia es un mosaico de acciones pacíficas y violentas en el tratamiento de los conflictos, como trama inherente a la vida. De esta manera «aceptamos la realidad conflictiva de nuestras relaciones. Incluso podemos decir que forma parte de la complejidad con que la naturaleza organiza nuestras relaciones» (Martínez Guzmán, 2001: 41).

Si recordamos la teoría sobre el origen de las especies de Darwin, nos encontramos que las especies que heredan mejores características para adaptarse al

medio ambiente, son las que tienen más éxito de supervivencia, en tanto que las especies menos capaces tienden a la extinción. Esta premisa observada por Darwin en el seno de la vida social inglesa, justifica el éxito de los grupos sociales más fuertes, despiadados y egoístas, por considerarse los más aptos por su capacidad de hacer daño. Se justifica entonces la violencia y las guerras como forma de imponer nuevos modelos y con ello la solución de los conflictos. Pero así como existe la capacidad de hacer uso de la violencia para transmutar los conflictos, también, y de acuerdo con Martínez Guzmán (2005, 89-91), podemos hacernos las cosas de otras maneras, podemos dirigir la esencia de nuestras interrelaciones a través de capacidades humanas más acordes con nuestra naturaleza, tales capacidades es cambiar las maneras violentas de abordar los conflictos por maneras o métodos pacíficos.

Lo característico de la existencia son las circunstancias o acontecimientos tanto de hechos violentos como de experiencias de paz, no podemos negar que junto a la experiencia de las guerras, crímenes y acciones que aumentan el dolor humano, coexisten experiencias y estancias que se utilizan para regular pacíficamente los conflictos, de esto tenemos muchos ejemplos: solidaridad, cooperación, amor, socialización, pactos, alianzas, tratados de paz, acuerdos, negociaciones, culturas que armonizan con la naturaleza, etc. Todas estas vivencias son y han sido cotidianas, por lo tanto es posible establecer otros vínculos en nuestro modo de vida. Esta es la antorcha que guía a quienes dedican su esfuerzo al estudio de la paz.

En los Estudios para la Paz, se pueden distinguir -a modo didáctico- hasta cuatro etapas, según Martínez Guzmán (2001: 61-70):

La primera etapa se encuentra comprendida entre los años 1930 a 1959. Los estudios de la paz nacen sobre el contexto de las investigaciones o análisis cuantitativo de la guerra; básicamente como consecuencia de los desastres de la primera y segunda guerras mundiales «hay un intento riguroso de estudiar «científicamente» la guerra y su prevención para poder vivir en paz» (Martínez Guzmán, 2001: 62). Por lo tanto en esta etapa, se da un estudio científico de la guerra donde la paz no aparece como materia de estudio, sino que paz primariamente es considerada como ausencia de guerra. Esta concepción de paz, según Johan Galtung (2003: 21-22), es conocida como paz negativa. En este sentido esta primera etapa se caracteriza por el interés de estudiar las guerras en tanto causas, características, desarrollo y consecuencias, por lo que a los estudios para la paz en un primer momento se le conocía como *polemología* entendida como el estudio científico de la guerra como fenómeno social. Durante esta etapa aparecen las primeras ONGs con el propósito de paliar los desastres como resultados de los hechos de guerra, también aparece la revista *Journal of Conflict Resolution*, coincidiendo con la idea de resolver los conflictos.

La segunda etapa de los Estudios sobre la Paz tiene lugar entre los años 1959 a 1980. En consonancia con el desarrollo de nuevos paradigmas, la paz toma visiones más amplias. Johan Galtung, considerado el padre de la investigación moderna sobre la paz, crea en 1959 el *Peace Research Institute of Oslo* (PRIO) y desarrolla un esfuerzo sistemático y académico, orientado a proporcionar una fundamentación teórica para la investigación de la paz. Galtung, supera la antigua definición de paz, -paz negativa- entendida como aquella situación donde la guerra está ausente, y desarrolla las definiciones «de paz positiva y violencia estructural»

(Martínez Guzmán, 2001: 63); la paz positiva, además de ausencia de guerra, implica una respuesta pacífica a la violencia estructural o indirecta. «Hasta ahora hemos mirado la violencia desde la perspectiva de quien la recibe. Si hay un emisor, un actor intencionado sobre las consecuencias de esa violencia, podemos hablar de violencia *directa*; si no lo hay, hablamos de violencia indirecta o *estructural*» (Galtung, 2003: 20).

Violencia estructural -precisa Galtung (2003)- proviene de la propia estructura social bajo la forma de condiciones deplorables de vida o miseria, explotación, marginación, enfermedad permanente, epidemias desatendidas, que minan lentamente la vida del cuerpo y la mente de los seres humanos. Plantea también, un tercer tipo de violencia. «Tras todo esto está la violencia *cultural*: toda ella simbólica, en la religión y la ideología, en el lenguaje y el arte, en la ciencia y en el derecho, en los medios de comunicación y en la educación» (Galtung, 2003: 20). La violencia cultural tiene el papel de legitimar la violencia directa y estructural, al justificar ideologías, religiones, discursos, prácticas, modas, himnos y cualquier modo de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico y/o industrial que legitima cualquier tipo de violencia. La alternativa a esta tipo de violencia es la cultura para la paz, concebida como las condiciones culturales y conjunto de valores que dan soporte y promueven la paz. En esta etapa (1964) aparece el *Journal of Peace Research*, «Investigación *de (sobre y para) la Paz* con un sentido de *paz positiva*, [...] relacionada con la creación de la justicia social como satisfacción de las necesidades básicas» (Martínez Guzmán, 2001: 64). También en esta etapa tiene sus inicios la Educación para la Paz.

RESUMEN DE LOS TIPOS DE VIOLENCIA SEGÚN GALTUNG

VIOLENCIA	ALTERNATIVA DE PAZ
DIRECTA	PAZ NEGATIVA O DIRECTA
ESTRUCTURAL	PAZ POSITIVA O ESTRUCTURAL
CULTURAL	CULTURA PARA LA PAZ

FUENTE: Johan Galtung (2003: 60)

Entre los años 1980 a 1990 se considera a la tercera etapa de los Estudios para la Paz, fueron años donde de manera peculiar y en el contexto de la llamada guerra fría, los Estudios para la Paz se orientan a estudios sobre la mediación y negociación, y además están relacionados a movimientos sociales en contra de la proliferación de las armas atómicas. En 1984 aparece la revista *Nuclear Times*, el interés se centra en evitar una conflagración atómica a escala mundial. Pero un hecho importante de rescatar es la introducción de «la perspectiva de género en la Investigación para la paz [...]» (Martínez Guzmán, 2001: 67), por parte de las feministas Betty Reardon y Birgit Broca-Utne, quienes proponen como alternativas a la violencia masculina, la Ética del Cuidado y el feminismo de la diferencia, así como el análisis de violencias de pequeña magnitud, como la violencia doméstica.

Desde 1990 hasta la actualidad se viene desarrollando una reflexión y autocrítica profunda sobre los mismos Estudios para la Paz, en el marco de la cuarta etapa. Se da especial importancia a la cultura para la paz y educación para la paz como respuesta a la violencia cultural, también se toma capital importancia los temas de género y el aporte de otras culturas acuñadas en el término interculturalidad. El estudio de los conflictos y su transformación tienen un carácter mundial o global, «la sociedad civil global rompe el trinomio Estado-nación-seguridad-soberanía y plantea incluso una nueva relación con la tierra. Es la Tierra

la que tiene problemas de seguridad y es toda la Tierra la que es soberana» (Martínez Guzmán, 2001: 68-69).

Para poder ubicar mi trabajo de investigación, deseo precisar el ámbito de la necesidad en la cual se circunscribe. Partiendo de la percepción de Galtung, no habrá violencia siempre que queden satisfechas las necesidades humanas básicas: seguridad y supervivencia, bienestar, identidad y libertad; pero esta visión peca de centrarse sólo en el hombre, es antropocentrista; el medio ambiente y sus múltiples interrelaciones queda excluido. «Todavía sería una perspectiva antropocentrista. Una quinta necesidad básica sería el equilibrio ecológico...» (Martínez Guzmán, 2001: 72). Es necesario, entonces, ampliar el campo de nuestra perspectiva para entender la paz en su mayor amplitud y real magnitud; no podemos olvidar que el hombre se debe al medio que lo rodea, si la vida del entorno peligra, también está en riesgo la de los seres humanos, por lo tanto en el marco de la paz es indispensable hacer de la vida nuestro principal objetivo, pasar del antropocentrismo al biocentrismo, considerando a todos los seres de nuestro planeta y a todo lo que nos rodea, esta es una visión holística. De este modo, el presente trabajo responde a la necesidad del equilibrio ecológico, debido a que la naturaleza se encuentra amenazada y con ella todas las formas de vida, pero no tan solo esto, sino que el origen mismo de la especiación se debe a relaciones de mutua interdependencia, lo cual es la razón para los procesos evolutivos.

La paz se nos presenta como una forma más humana y natural para salir al encuentro de los problemas consustanciales de la vida; aunque muchas veces se presenten reveses en la consolidación de la paz, debido a que los seres humanos somos falibles, sin embargo sabemos que podemos hacer las cosas de mejores

maneras que eviten daño y dolor a seres humanos y a la naturaleza en su conjunto. Por lo tanto es posible imaginar y vivir la paz, porque ya se encuentra entre nosotros, la paz no es una imaginación vacía con sabor a fábula o quimera, como bien resalta Kant.

De esta suerte garantiza la Naturaleza la Paz perpetua mediante el mecanismo de los instintos humanos; esta garantía no es ciertamente suficiente para vaticinar (teóricamente) el futuro, pero en sentido práctico, sí es suficiente y convierte en un deber el trabajar con miras a este fin (en absoluto quimérico) (Kant, 2005: 168).

Los seres humanos no somos perfectos y además, tal como sostiene Francisco Muñoz (2004: 888-889), si los seres humanos estamos abocados a satisfacer siempre nuestras necesidades, vemos que tales necesidades nunca se acaban, convivimos con situaciones conflictivas como *signos de nuestra condición imperfecta*. Entonces no existen procesos acabados en nuestra existencia, de lo contrario se detendría el dinamismo de la vida y de la existencia misma del universo, vivimos en un procesos inacabados, no hemos alcanzado la paz y la justicia total, pero: ¿quién puede negar experiencias de paz en nuestras vidas?, tenemos y experimentamos realidades pacíficas en mayor o menor intensidad; pero las hay. Esto nos lo recuerda la frase de «A.J. Muste, a veces atribuida a Gandhi, «no hay caminos para la paz, la paz es el camino»: Los medios para conseguir los fines de la paz han de ser ellos mismos pacíficos» Martínez Guzmán, 2005: 46). He allí nuestro mayor reto pero también nuestra mayor motivación, para acercarnos más y más a los espacios de paz, sabiendo que ya estamos en ella, vamos en y a través de ella; no somos seres perfectos, somos seres perfectibles que a manera de una asíntota acortamos siempre la distancia respecto del horizonte, pero nunca lo besamos. La paz perfecta no la conoceremos, caminamos hacia ella con

experiencias pacíficas, es la *paz imperfecta*, mejor aún, son las paces imperfectas, es nuestro camino, pero sólo lo será si queremos trascender como seres humanos.

[...] no se trata de paces absolutas y perfectas, sino más bien de actos regulativos, transformadores y cotidianos de los conflictos. Son, más bien formas de Paz imperfecta porque no es una paz total, ni está absolutamente presente en todos los espacios sociales, sino que convive con la violencia interpretando y tratando de regular el conflicto por la vía pacífica (Muñoz y López Martínez, 2004: 51).

El presente trabajo de investigación queda enmarcado entre los límites de las reflexiones de la cuarta etapa de los Estudios para la Paz, por la connotación que tienen los temas medioambientales y la necesidad de equilibrio ecológico en la construcción de la paz más allá de las necesidades centradas solo en los seres humanos.

1.2. PAZ Y CULTURA

1.2.1. PAZ

La palabra paz deriva del latín *pax*, y el significado de este vocablo es lo que en gran medida hemos heredado de los antiguos romanos; así la «*pax romana* se utilizó para definir la paz entre todos los ciudadanos romanos, a través de la cual se alcanza el máximo nivel de orden y seguridad (*seguritas*)» (Muñoz, 2004: 884). Se entiende que originalmente esta connotación de la paz no solamente era para un grupo de personas, los ciudadanos de Roma, sino que implicaba una ausencia de acciones bélicas que dieran seguridad dentro de las fronteras del Imperio Romano.

En los tiempos modernos y con el advenimiento de los estudios para la paz, el concepto paz, fue abordado de manera más amplia. En 1969 Johan Galtung, introduce los conceptos de «paz negativa (no guerra) y paz positiva (no violencia

estructural)» (Fisas, 2001: 21). La paz negativa se entiende como la ausencia de guerra y paz positiva como ausencia de violencia estructural, entendida, según Galtung (2003, 69-70), como aquella que proviene de las propias estructuras sociales, traducidas en explotación y represión a las personas y a las estructuras sociales y mundiales. Posteriormente el mismo Galtung, enriquece los conceptos de paz negativa, «paz negativa es la ausencia de cualquier tipo de violencia» (Galtung, 2003: 58), que en términos del mismo autor sería equivalente a la ausencia de sufrimiento e intranquilidad; y por otra parte, la paz positiva sería la intensificación de la vida, una fuerza vital que eleve a los seres humanos a formas más dignas de vivir, «un conjunto de estados de felicidad, de potenciación de la vida» (Galtung, 2003: 55). De esta manera la paz nos capacita, además de intensificar nuestras relaciones vía la concordia, como seres humanos para alcanzar el bien y ser felices.

La paz nos permite reconocernos como humanos. Efectivamente, la socialización, el aprendizaje, la colectivización, la acción de compartir, la asociación, la cooperación, el altruismo, etc., son factores que están en el origen de la especie. Estas cualidades son determinantes en el nacimiento y «éxito» de los homínidos y posteriormente de los actuales humanos (*homo sapiens sapiens*). De lo cual se deduce que, contrariamente a lo que pensamos en muchas ocasiones, es la *paz* la que nos hace temer, huir, definir e identificar la violencia, y no al revés. (Muñoz, 2004: 885).

Por lo tanto, la paz nos sirve para definir diversos estados en los cuales gestionamos y transformamos los conflictos de manera creativa y de este modo buscamos satisfacer, con el máximo posible, nuestras necesidades con vías al bienestar. Pero no solamente eso, también la paz es garantía de vida de los seres humanos, de todas las otras formas de vida y por extensión de nuestro planeta.

Entendida de este modo, la paz se construye sobre la base de un conjunto complejo de interrelaciones para lograr estados de convivencia armónica consigo mismo, entre los seres humanos y entre éstos y la naturaleza que los rodea. En definitiva, el ámbito de la paz es muy amplio va desde nuestro universo interior hasta el macro universo exterior y busca siempre una comunión íntima que garantice aquello que conocemos como existencia. Este campo amplio que abarca la paz, resaltado por Fisas (2001: 22), es lo que se conoce como paz holística-Gaia, que involucra a los estados de paz personales, familiares, sociales y se expande al ámbito global, se resalta las relaciones entre los seres humanos con el medioambiente o sistema natural; además incluye los aspectos espirituales de los seres humanos.

Pero hasta aquí no se ha abordado a una definición consensuada de la paz, y es que no es posible. «El valor esencial, la paz, tiene que estar bien definido, pero no demasiado bien definido» Galtung (2003: 38), parece una contradicción a simple vista, pero no es así. Siguiendo la opinión de Galtung, la paz es como un faro que guía nuestras acciones y debemos trabajar y mucho para ser suficientemente precisos a un caso determinado y catalogarlo en términos de carencia o abundancia de paz, pero hacer esto es hablar de diversas gradaciones de la paz; y es que esto es lo real, nuestro mundo y nuestras interrelaciones en él, son diversas, por lo tanto estamos ante una constelación de vivencias de paz, las *paces* que nos habla Martínez Guzmán. «Así nuestra propuesta de filosofía para hacer las paces será además de interdisciplinar, *intercultural*: sometida a la interpelación entre las diferentes culturas [...]» (Martínez Guzmán, 2005: 28-29). Es la diversidad la que guía el significado de la paz, por ello no puede existir un concepto cerrado de ella.

La diversidad existente en el mundo, sea en culturas, religiones o facilidades/dificultades de supervivencia, nos invita a no cerrarnos en una concepción estrecha o única de paz, de la misma forma que nos obliga a ensanchar nuestra visión sobre las causas de la violencia y los conflictos (Fisas, 2001: 23).

Por lo tanto la paz implica un proceso dinámico, complejo y global, «es uno de los valores máximos de la existencia humana» (Jares, 1999: 107), presente en los diferentes niveles de la existencia, desde lo individual y social hasta lo mundial y el universo entero; y hace referencia no solo a la ausencia de dolor y sufrimiento, sino también se remite a las condiciones suficientes que posibiliten una vida y existencia armónica y feliz de todos los seres vivos y de la naturaleza en su conjunto.

Ahora merece abordar las facetas o ámbitos de expresión en las cuales el ser humano experimenta la paz, a estas facetas o espacios de vivencias, en opinión de Fernández Herrería, se le conoce como dimensiones de la paz. La paz, como experiencia humana, está conformada por «tres dimensiones distinguibles pero no separables de una concepción integral de la paz» (Fernández Herrería, 2004: 919): la dimensión interna, intrapersonal o paz interna; la dimensión social o interpersonal y la dimensión natural o ecológica de la paz.

La dimensión intrapersonal o paz interna, por la cual nos sentimos automotivados a satisfacer nuestras necesidades en el ámbito de la autorrealización de amor, respeto, autoestima, etc., es la paz del hombre consigo mismo. Esta paz se funda en «un nivel profundo de la naturaleza humana que se desvela más allá del yo socialmente configurado trascendiendo los límites habituales de la propia identidad y experiencia de nuestra cultura occidental volcada más hacia lo externo» (Fernández Herrería, 2004: 903). De esta manera el autor deja en claro que la

cultura occidental básicamente ha desarrollado un concepto de paz en su dimensión social, en su manifestación externa del ser humano, lo cual lleva al error de separar lo externo de lo interno. «Frente a la postura de separación decimos que el mundo, la sociedad es lo que nosotros somos; la relación de cada uno con las personas, las ideas, las cosas y la naturaleza se proyecta y esa proyección y cristalización es el mundo» (Fernández Herrería, 2004: 903). Por lo tanto los problemas del ser humano, en tanto individuo, son los problemas de la sociedad y del planeta. La paz interna no queda aislada y encarcelada dentro de nosotros mismos, enclaustrada en nuestro *propio yo*, no se reduce a vernos como egos aislados, sino que posibilita abrirnos a convivir mejor con nuestros semejantes y con el medio que nos rodea. La vivencia de la paz interna implica un viaje a nuestro interior y mirarnos sinceramente en el espejo de nuestra conciencia, alegrándonos con nuestras bondades, pero también aceptando nuestros defectos para superarlos, no de modo aislado sino en nuestras relaciones mismas con nuestros semejantes y con la naturaleza fuente de vida. Es posible trascender hacia los demás, si profundizamos suficientemente en nuestra identidad más profunda.

La mística como experiencia espiritual trascendente, es decir, entendida como el estado de conciencia en el que el hombre se despoja de su yoidad para entrar en contacto con la totalidad no es patrimonio de algunos seres dotados de poderes extraordinarios, sino la vocación común del hombre, porque es el único estado en el que éste supera todas las barreras que le separan del mundo, de los demás y de lo absoluto (López López y Fernández Herrería, 1996: 51).

Significa entonces que la realización y bienestar personal está estrechamente vinculada al bienestar de la sociedad y del planeta. Además la concepción intrapersonal de la paz mueve a un diálogo cultural, porque si la cultura

occidental aporta la concepción externa y social de la paz, la paz interna es el aporte de «las metodologías de las tradiciones culturales orientales y en general de las grandes tradiciones espirituales» (Fernández Herrería, 2004: 906).

La dimensión social de la paz, es el gran aporte de occidente, se refiere a las experiencias pacíficas entre los seres humanos, entre los pueblos, entre las sociedades. «Desde esta dimensión la paz debería ser un proceso basado en el desarrollo humano sostenible de los individuos y de los pueblos [...]» (Fernández Herrería, 2004: 919), garantizando la democracia, el desarrollo y el respeto de todos los derechos humanos y las libertades fundamentales, las cuales son interdependientes, se refuerzan entre sí y no quedan limitadas las posibilidades para satisfacer las necesidades y los derechos de las futuras generaciones. Pero para esto, es necesario que las relaciones pacíficas interpersonales estén ligadas a la paz interna de cada individuo y a la naturaleza, lo cual explica el carácter indisoluble de las tres dimensiones.

La dimensión ecológica o natural de la paz está referida a la armonía, al equilibrio y comunión con la naturaleza. Si recordamos las implicancias de la trascendencia de la paz interna, queda claro que cada uno somos el mundo y el mundo somos, no somos fragmentos aislados, lo que sucede es que la «epistemología antiecológica de la racionalidad clásica basada en el aislamiento y la fragmentación ha tenido múltiples reflejos en todos los aspectos de nuestra cultura conduciendo a la fragmentación de la sociedad y de nuestras vidas» (Fernández Herrería, 2004: 895). Al respecto Vandana Shiva (1998), haciendo alusión a los desatinados métodos de la ciencia occidental y a las características del llamado desarrollo, dice: «La fragmentación y la uniformidad como supuestas categorías del

progreso y el desarrollo destruyen las fuerzas vivas que brotan de las relaciones que se establecen dentro de la tela de la vida» (Shiva, 1998: 32), rompiendo de este modo las múltiples relaciones de armonía que se establecen en la naturaleza. Hace mucha falta cambiar de actitud, cambiar nuestra situación de depredadores y adoptar relaciones más simbióticas y recíprocas con la naturaleza. Esto nos llevaría a «consensuar un “código de conducta universal”, una ética global [...], definida como una ética de corresponsabilidad planetaria que tenga en cuenta los efectos de cuanto hacemos, para nosotros y para las futuras generaciones» (Fisas, 2001: 330).

En conclusión, vemos que no es posible separar las tres dimensiones de expresión de la paz en los seres humanos; ello garantiza una paz global y holística; no es posible un desarrollo humano sostenible para todos los seres humanos si no se respeta en igualdad de condiciones la vida y los derechos de la naturaleza.

RESUMEN DE LAS TRES DIMENSIONES HUMANAS DE LA PAZ

DIMENSIONES DE LA PAZ	
Paz intrapersonal	Personal o paz interna puede expandirse a paz transpersonal
Paz interpersonal	Social o paz social
Paz ecológica	Paz Gaia

FUENTE: Propia

1.2.2. CULTURA

Los seres humanos somos criaturas sociales y como tales nuestro estilo de vida sólo puede ser posible en el seno de una determinada sociedad y nunca podemos prescindir de ella. En la vida social, constantemente tenemos experiencias de aprendizaje «parcialmente consciente y parcialmente inconsciente a través de la cual la generación de más edad incita, induce y obliga a la generación más joven a

adoptar los modos de pensar y de comportarse tradicionales» (Harris, 2006: 21). De esta suerte se heredan pensamientos en tanto conocimientos, pautas conductuales, estilos de vida, destrezas, que si bien no se comportan como fieles réplicas, sin embargo constituyen gran parte del bagaje que guía nuestro modo de ser y de actuar en la sociedad. A todo este conjunto de saberes que heredamos de las generaciones mayores se conoce como cultura. Es decir, y conforme a Martínez Guzmán (2001, 259), el término cultura, hace referencia a nuestra capacidad de acumular experiencias y transmitir las a las generaciones más jóvenes. «Se aprende y se transmite cultural y no genéticamente» (Martínez Guzmán, 2001: 259).

El uso de la palabra cultura ha variado a través de los siglos. Haciendo uso de la etimología, *cultura* proviene de la palabra latina *cultivo*; de allí que la palabra cultura significaba inicialmente *cultivo de la tierra*, luego, por extensión metafóricamente, *cultivo de las especies humanas*. Esta relación del concepto de cultura y cultivo lo explica Martínez Guzmán (2001: 256), como la disposición de los seres humanos de cuidar y cultivar la tierra y las plantas para que éstas se desarrollen y fructifiquen. Pero el caso es que no existe una sola manera de cultivar las plantas, porque variadas son las especies que sirven a los seres humanos; unas plantas proporcionan alimento, otras cobijo, otras dan combustible, otras son fuente de medicinas, etc. entonces, también son las maneras de cultivar, variadas son las formas de cuidar y cultivar la vida. Este razonamiento llevado al actual significado de cultura, pone de manifiesto la amplitud de la misma.

Por lo tanto cada pueblo tiene una propia cultura, porque en ella se expresa un aspecto de la humanidad, en este sentido se dan particularidades, lo cual supone que cada cultura es particular e irrepetible. Entonces hablamos de culturas y no de

cultura, como un universalismo cerrado. «La cultura, las culturas, son las formas en que los seres humanos cultivamos nuestras relaciones entre nosotros mismos y el medio ambiente» (Martínez Guzmán, 2001: 256).

Hay que señalar que cuando se estudian los hechos sociales, por ejemplo la ecología o la educación, se toman esos aspectos en forma parcial aunque en la realidad están estrechamente relacionados. Esto ocurre por la imposibilidad del pensamiento humano abarcarlo en su compleja red de interrelaciones. No hay práctica social que esté desvinculada de las restantes, formando un todo complejo y heterogéneo de recíprocas influencias. Así, no puede explicarse cabalmente la historia de la ecología o de la educación, si no se hace referencia a la historia económica, a la política, a las costumbres, la moral, las creencias, etc., de la época.

El sentido del concepto de cultura es muy amplio, porque la cultura abarca el conjunto de las producciones materiales: herramientas, objetos, utensilios y no materiales: significados, normas, creencias, narraciones, discursos y valores de una sociedad. Así nos lo recuerda Mosterín, desde la perspectiva antropológica:

Cuando los antropólogos describen las culturas de los pueblos que estudian, se refieren tanto a sus técnicas agrícolas, artesanales y de transporte, a la construcción de sus casas y a la fabricación de sus armas, como a sus formas de organización social, sus tradiciones indumentarias, sus creencias religiosas, sus códigos morales, sus formas de parentesco convencional, y costumbres, fiestas y pasatiempos (Mosterín, 2006: 230).

Entonces podemos decir que toda sociedad tiene cultura, y toda cultura es puesta en práctica, por las personas que se interrelacionan. Toda cultura se manifiesta en una sociedad por lo cual vale decir que sociedad es a cultura, a manera de las dos caras de una misma moneda.

La definición anterior aún carece de la carga de conocimientos que se transmiten de una generación a otra, es decir que la noción de cultura también «abarca todas las actividades, procedimientos, valores e ideas transmitidas por aprendizaje social y no por herencia genética» (Mosterín, 2006: 231). Esto concuerda con la opinión de Martínez Guzmán (2001), que anteriormente cité, en el sentido de que nuestro aprendizaje y las relaciones sobre nosotros y el mundo está sujeto y depende en gran medida de la cultura transmitida cuando no a la herencia genética. Por lo tanto las definiciones antropológica y biológica de la cultura, resaltan el carácter social adquirido, lo cual se opone a lo innato o congénito. En general, hoy se concibe a la cultura como el conjunto total de actos humanos en una comunidad dada, ya sean éstos prácticas económicas, artísticas, científicas o cualesquiera otras que inclusive manifieste un carácter inmaterial. Toda práctica humana que supere la naturaleza biológica es una práctica cultural. Este sentido de la palabra cultura implica una concepción mucho más respetuosa de los seres humanos. Primero, impide la discriminación y diferenciación entre *hombres cultos* y *hombres incultos*, porque todos los seres humanos somos capaces de crear cultura y de hecho lo hacemos de acuerdo a nuestro contexto temporal y espacial. Se hablará de diferentes culturas, en todo caso, sin que ninguna se proclame superior a otra, que en palabras de Martínez Guzmán (2001: 256-259), la cultura está relacionada con la responsabilidad, e implica el cuidado y cultivo de nuestras relaciones. Segundo, también evita la discriminación de pueblos que, como los nativos de América, fueron vistos por los europeos como *salvajes* y *bárbaros* por el solo hecho de tener un estilo de vida diferente al suyo, en suma: *una cultura distinta,*

Entonces, el uso actual del término cultura designa al conjunto total de las prácticas humanas, de modo que incluye las prácticas: educativas, económicas, políticas, científico-tecnológicas, jurídicas, religiosas, discursivas, comunicativas, sociales, etc.

La cultura no es algo que se tiene y puede ser apropiable -como generalmente se dice-, sino que es una producción colectiva y esa producción es un universo de conocimientos y prácticas, ese universo de conocimientos y prácticas, está en constante modificación o dinamismo y son transmitidos a través de las generaciones. «*Cultura* es el conjunto aprendido de tradiciones y estilos de vida, socialmente adquiridos, de los miembros de una sociedad, incluyendo sus modos pautados y repetitivos de pensar, sentir y actuar (es decir, su conducta)» (Harris, 2006: 20-21).

En este sentido la educación como medio de transmisión de una determinada cultura, juega un papel preponderante en el modo de pensar, sentir y actuar de los individuos. Sabemos que la cultura de una determinada sociedad, tiende a ser semejante en muchos y variados aspectos entre una generación a otra, esto es posible, en líneas generales, a las experiencias educativas que tiene tal sociedad. Pero también debemos recordar que debido a la realidad cambiante de las sociedades, la cultura, de modo semejante sufre tales metamorfosis; por lo tanto las culturas no son mecanismos y/o acciones que preservan la uniformidad de una determinada realidad; es decir, -la cultura- no es un fenómeno de autorregulación que conduce al mantenimiento de la constancia de un tipo exclusivo de manifestación cultural.

Esa imagen de cultura difiere radicalmente de la opinión común que clasifica a la cultura entre los mecanismos homeostáticos que preservan

la realidad monótona de la realidad social, mecanismos destinados a la protección y continuación de su uniformidad a lo largo del tiempo (Bauman, 2006: 78).

Por lo tanto y tal como he mencionado anteriormente, dada la estrecha relación entre sociedad y cultura, ésta última no puede evadir a la cambiante y dinámica sociedad moderna; luego entonces la cultura resulta *indisciplinada*, por decirlo en términos de Bauman (2006), y difícil de ser controlada en un mundo que cada vez resulta menos impredecible, por la naturaleza de *fluidéz* que caracteriza a las sociedades; la *sociedad líquida* que llama Bauman (2006), en esta sociedad moderna líquida todos los productos culturales, toda forma de cultura siguen un derrotero efímero y perecible; bajo la acción catalizadora de la sociedad de consumo, las manifestaciones culturales se descomponen rápidamente y adquieren matices y colores del momento, la cultura por lo tanto, hoy tiene un sello de *caducidad*.

La sociedad «moderna líquida» es aquella en que las condiciones de actuación de sus miembros cambian antes de que las formas de actuar se consoliden en unos hábitos y en una rutina determinadas. La liquidez de la vida y de la sociedad se alimentan y se refuerzan mutuamente. La vida líquida, como la sociedad moderna líquida, no puede mantener su forma ni su rumbo durante mucho tiempo (Bauman, 2006: 10).

Entonces la cultura, dado el cambiante estado de la sociedad, también va transformándose, de tal modo que hoy no existe una cultura pura, que trascienda impasible al tiempo, sino que «todas las sociedades se tornan cada vez más multiculturales y a la vez se vuelven más porosas» (Taylor, 2003: 93), mas abiertas a los procesos migratorios y de encuentros culturales. Para nadie hoy es extraño que las fronteras no existan, todos somos emigrantes en alguna manera. La cultura moderna ya «no se concibe a sí misma como una cultura de aprendizaje y

acumulación [...]. Ahora aparece, más bien, una *cultura de desvinculación, discontinuidad y olvido*» (Bauman, 2006: 85). Vivimos en una especie de culturas híbridas y en constante mutación, donde merece preguntarnos: ¿Quiénes soy?

1.3. CULTURA PARA LA PAZ

Antes de tratar de conceptualizar la cultura para la paz, merece recordar las características fundamentales de los términos paz y cultura. Con los aportes de Martínez Guzmán (2001), Muñoz (2004) y, Muñoz y López Martínez (2004), precisamos que hay diversas formas de hacernos las paces pero en experiencias no terminadas o acabadas; además siguiendo las contribuciones, en especial de Taylor (2003), Bauman (2006) y Martínez Guzmán (2005), no concebimos un solo tipo de cultura para un lugar determinado, sino de una convergencia y mixtura de culturas.

En el marco de estas reflexiones que intentan afrontar el miedo a la diversidad con medios pacíficos hablamos de muchas diferentes maneras de hacer las paces. Tantas como formas de cuidado y cultivo, esto es, de culturas, tenemos los seres humanos para organizar nuestras relaciones entre nosotros mismos, y entre nosotros y la naturaleza (Martínez Guzmán, 2005: 39).

El corolario de todo esto es que no podemos concebir, en el mundo actual, una cultura para la paz, o «*cultura de paz*» (Galtung, 2003: 261), como alternativa a la violencia cultural; sino culturas para hacer las paces. Es en este sentido que abordaré: *cultura para la paz*, en el presente apartado.

En el preámbulo de la constitución de la UNESCO ha quedado explícito que: «si las guerras nacen en la mente de los hombres, es en la mente de los hombres donde deben erigirse los baluartes de la paz» (Fisas, 2001: 345), se acepta entonces, que así como hemos inventado una cultura o culturas de la violencia,

también podemos ser capaces de inventar, construir y desarrollar la paz; podemos encontrar otras maneras de convivir desde la diversidad y diferencia de saberes y culturas de nuestro mundo.

El *Manifiesto de Sevilla* (1986) sobre la violencia, es enfático en reconocer que la violencia no tiene un fundamento biológico o es herencia genética, tampoco la propensión a la violencia y/o guerra es instintiva, sino que son comportamientos aprendidos, son culturales. La Biología no condena a la humanidad a la guerra, ésta es una conducta aprendida, es un producto cultural, entonces, también podemos aprender a convivir y crear más espacios de paz porque además es nuestra naturaleza, lo real es convivir armónicamente, en solidaridad, sin cuyo concurso la humanidad habría desaparecido hace mucho tiempo; es preciso tener en cuenta que «los sujetos humanos estamos tan sólidamente relacionados que podríamos decir que la *solidaridad es una característica básica de nuestra intersubjetividad*» (Martínez Guzmán, 2005: 38). Hoy más que nunca se hace necesaria la práctica de culturas para las paces, las cuales buscan rescatar las convivencias que nos llevaron con éxito a través de los caminos de la evolución, aquellas orientadas a gestionar nuestros conflictos mediante el mutuo diálogo sin vencedores ni vencidos.

Podemos educarnos y ser hijos de culturas para la muerte o de culturas para las paces y la vida, no podemos quedar impasibles cuando en nuestro mundo que se jacta de moderno, glorifica y legitima actos basados en el dolor y el sufrimiento, en las luchas y sed de venganza, en las guerras y todas las formas de violencias: directa, estructural y cultural; «nos olvidamos de que la base de la práctica de la paz está también en nuestro entorno y en nuestra vida cotidiana» (Fisas, 2001: 358), no equivocamos al fijar sólo nuestra esperanza en instituciones,

en el estado o en otros organismos supranacionales. Muchas veces nos perdemos en la maraña de la sociedad moderna, donde «para bien o para mal, o para bien y para mal, las creaciones culturales *necesitan* gestores para no morir en la misma torre de marfil donde fueron concebidas» (Bauman, 2006: 81), es preciso salir al encuentro de esta cambiante sociedad para superar la *necesidad de gestores* de las culturas violentas, al que se refiere Bauman, por la de transformar tales prácticas a través de los caminos de la paz; desde las culturas para hacer las paces centrar el esfuerzo para desarmar las culturas de la violencia; transformando los problemas que han secuestrado la alegría de los seres humanos y de la naturaleza, de esta manera, las *torres de marfil*, en cuanto significan dolor y sufrimiento a la postre imperfectos, se verán remecidas desde sus propios cimientos. El empeño para construir culturas para hacer las paces, pasan entonces, por «desacreditar todas aquellas conductas sociales que glorifican, idealizan o naturalizan el uso de la fuerza y la violencia, o que ensalzan el desprecio y el desinterés por los demás» (Fisas, 2001: 360). Las culturas para hacer las paces salen al encuentro de la violencia cultural y del accionar legitimador que esta violencia tiene respecto de las otras formas de violencia, negando así la posibilidad de alternativas. «La violencia cultural hace que la violencia directa y estructural aparezcan, e incluso se perciban, como cargadas de razón –o por lo menos no malas–» (Galtung, 2003: 261), es aquí precisamente donde aparece las otras formas y colores que podemos dar a nuestras acciones y relaciones humanas.

La cultura para la paz que proponemos trata de recuperar la transparencia en las relaciones humanas para desconstruir la opacidad moral y hacer explícitas las responsabilidades que tenemos cómo cultivamos las relaciones humanas. En contra de la ceguera de muchas

formas de exclusión buscamos reconstruir la organización de nuestra convivencia de otras formas diferentes (Martínez Guzmán, 2001: 260).

Las culturas para hacer las paces, son culturas para la convivencia y la participación armónica, fundada en los principios de libertad, justicia, democracia, tolerancia y solidaridad; culturas que rechazan cualquier tipo de violencia, orientada a prevenir las causas de los conflictos y/o transformar los mismos, vía el diálogo y la participación empática; culturas que aseguren a todos los seres humanos el pleno ejercicio de sus derechos y proporciona los medios necesarios para participar plenamente en el desarrollo tanto de sí mismos como dentro de la sociedad y con relación al medio que los rodea; culturas de carácter biocéntrico y holístico; en resumen, culturas que sostengan la paz.

Si estamos de acuerdo en que la paz es la transformación creativa de los conflictos, y que sus palabras-clave son, entre otras, el conocimiento, la imaginación, la compasión, el diálogo, la solidaridad, la integración, la participación y la empatía, hemos de convenir que su propósito no es otro que formar una cultura de paz, opuesto a la cultura de la violencia, que pueda desarrollar esos valores, necesidades y potencialidades (Fisas, 2001: 374).

La convivencia pacífica actual, implica considerar en el proceso a otras culturas no occidentales, ellas tienen mucho que aportar, desde su experiencia, a la construcción de un mundo no violento, además la diversidad implica riqueza en tanto convergen aportaciones desde una perspectiva global y no unilateral o exclusiva. De esta manera se conciben las culturas para hacer las paces, en tanto son abiertas y receptivas a las diversas formas y saberes para hacer las paces; saber hacer las paces es ser críticos con los saberes que se imponen como los únicos y subordinan y desprecian los otros saberes como el de las mujeres y los saberes del hemisferio sur, al ser críticos con los saberes hegemónicos se busca «desaprenderlos

y reconstruir las competencias humanas para los saberes de la pluralidad y de la diversidad» (Martínez Guzmán, 2005: 39).

Teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas y en consonancia con los aportes de Fisas (2001), Martínez Guzmán (2001, 2005) y Bauman (2006), podemos concretizar que las características de la actual propuesta de las culturas para las paces, son:

- recuperar valores perdidos para que los seres humanos seamos más responsables tanto a nivel personal, social y global,
- asumir la existencia, la potencialidad dinámica y creativa de los conflictos, actuando en sus raíces y no sólo en sus manifestaciones,
- deslegitimar la guerra y cualquier tipo de violencia por muy insignificante que aparente ser, desacreditando el uso de la fuerza en el tratamiento de los conflictos,
- pluralidad, que recoja los aportes de otras culturas para potenciar el diálogo y el conocimiento intercultural,
- planetaria, biocentrista y holística, sin perder la guía sagrada de la paz para evitar su caducidad, signo de la mutante sociedad moderna,
- ajenas y sin ánimo de agresión tanto real como simbólicamente,
- abiertas al diálogo, la solidaridad, la convivencia, el reconocimiento mutuo y el respeto,
- atentas al principio de sostenibilidad y cuidar el uso de los recursos limitados de la naturaleza,
- participativas y con capacidad de transformación, que en conjunto garanticen el discurrir armónico de la existencia en la biosfera y el universo.

1.4. ECOLOGÍA Y PAZ

1.4.1. ECOLOGÍA

Antes de conceptualizar a la ecología quisiera reflexionar, junto con Begon (1997), sobre nuestros antepasados primitivos, quienes en cuanto tuvieron el pensamiento consciente, se dieron cuenta que no estaban solos y que existían lugares especiales donde podían encontrar plantas comestibles y animales para cazar, así como ubicar lugares de refugio ante posibles amenazas. Hoy, esto parece una fábula, estamos más lejos de tales experiencias, podemos usar los recursos del medio natural para nuestro beneficio y de manera cada vez más sofisticada y al mismo tiempo destruimos la naturaleza y los organismos que lo forman; pero también sabemos que podemos cambiar nuestra interacción con el medio ambiente porque conocemos más acerca de la distribución, abundancia e interrelaciones de mutua dependencia de todos los seres animados y no animados de nuestro planeta. Esta sería la esencia de la ciencia ecológica, concebida desde la perspectiva occidental.

«La palabra “ecología” fue utilizada por primera vez por Ernest Haeckel en 1869. Parafraseando a Haeckel, podemos definir la ecología como el estudio científico de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente» (Begon y otros, 1997: X), o también y siguiendo la idea de su primer formulador, Ernest Haeckel, «la ecología es el estudio de la inter-retro-relación de todos los sistemas vivos y no vivos entre sí y con su medio ambiente» (Boff, 1996: 15). La palabra ecología deriva del griego: *oikos*, que significa *hogar*, y de *logos* que significa ciencia, estudio o tratado. Luego etimológicamente podemos decir que: ecología es el estudio de la vida en el hogar –en la casa– de los organismos vivos.

Posteriormente otros científicos han enriquecido con más información el concepto de ecología; por ejemplo en 1972, Krebs decía: «Ecología es el estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y la abundancia de los organismos» (Begon y otros, 1997: X), este concepto resalta el tema básico de la ecología: la distribución y abundancia de los organismos, pero falta precisar el lugar o medio donde tiene lugar tal distribución y abundancia, falta la *casa*, el *hogar* de los organismos, entendida como el medio ambiente o medio natural. Por lo tanto no se trata de estudiar y considerar a los seres bióticos o vivos, o a los seres abióticos o sin vida, o al medio ambiente en sí mismos, la esencia de la ecología no es el estudio de unos seres o del medio de manera aislada y con valor intrínseco, sino en interrelación e interacción mutua o simbiótica, todo ello es lo que «forma el *medio ambiente*, expresión acuñada en 1800 por el danés Jens Baggesen, e introducida en el discurso biológico por Jakob von Uexküll (1864-1944)» (Boff, 1996: 15). Esto nos lleva a pensar que lo importante de la ciencia ecológica no es el medio ambiente, en tanto aspectos meramente físicos o biológicos, sino el ambiente entero. Un ser vivo no puede ser concebido como un simple representante de su especie, sino debe ser analizado, comprendido y valorado siempre en relación con las condiciones vitales y en equilibrio con los demás seres de la comunidad biótica y los demás elementos del medio geográfico; esto conlleva a una visión global de la naturaleza. «Acertadamente definía la ecología el mayor ecólogo brasileño, José A. Lutzenberger: la ecología es la ciencia de la sinfonía de la vida, es la ciencia de la supervivencia. El mismo Haeckel llegó a llamar a la ecología: *la economía de la naturaleza*» (Boff, 1996: 17). Entendiéndose con esto que como la naturaleza es nuestra casa común, la ecología puede considerarse también como economía

doméstica; economía entendida como «la correcta administración de los bienes de un individuo, familia, [...]» (De Castro Carranza, 2004: 15), comunidad y del ambiente en general.

La ecología es su cometido considera a los seres vivos o factores bióticos, y sus interacciones e interdependencias mutuas y simbióticas con el medio ambiente o factores abióticos, donde se distribuyen, se desarrollan y realizan sus actividades. Brevemente veamos estos dos tipos de factores.

Según Brack Egg y Mendiola (2000), los organismos vivientes se agrupan como *factores bióticos* del ecosistema, así pueden ser moneras, protistas, hongos, plantas y animales. Entonces los factores bióticos son todos los seres vivientes en un ecosistema o, más universalmente, en la biosfera. Por otra parte, los factores químicos y los físicos se agrupan –conforme con Brack Egg y Mendiola (2000) –, en *factores abióticos* del ecosistema. Esto incluye a todo el ambiente *inerte*; por ejemplo, la luz, el agua, el nitrógeno, las sales, el alimento, el calor, el clima, el suelo, etc. Entonces los factores abióticos son los elementos no vivientes en un ecosistema o en la biosfera.

La ecología estudia a los organismos y su medio ambiente, y es importante que comprendamos la interrelación existente entre ellos, respecto a tal interrelación merece precisar que los diferentes tipos de organismos no están distribuidos al azar entre los diferentes tipos de ambientes, sino en función de una mutua correspondencia, de un ida y vuelta, de un equilibrio y armonía, pero el «ser humano de los últimos cuatro siglos se siente solo, en un universo considerado como enemigo al que hay que someter y domesticar» (Boff, 1996: 11). Esta

reflexión implica una nueva visión de la ecología en nuestro tiempo, y precisamente tal consideración nos lleva al siguiente apartado.

1.4.2. ECOLOGÍA PROFUNDA

La ecología es el saber de las interrelaciones, de las interdependencias e intercambios de todos los seres y de la naturaleza, en todos los lugares, en todos los momentos, en todas las direcciones. Por lo tanto la ecología como saber, es también un conjunto de saberes interrelacionados entre sí; por eso, desde ella hay un cuestionamiento severo a nuestra civilización, que considera que la clave de la vida es obtener todo lo imaginable y deseado de manera ilimitada. La ecología siente el dolor de nuestro planeta, la crisis que los seres humanos hemos iniciado en el medio ambiente. La crisis medioambiental es la crisis de la civilización hegemónica actual, tal crisis tiene su base en el paradigma científico-tecnológico dominante en el mundo que responden a la sed de poder, riqueza, conquista y lucro.

El objetivo básico quedó bien formulado por los padres fundadores de nuestro paradigma moderno, Galileo Galilei, René Descartes, Francis Bacon, Isaac Newton y otros. [...] Francis Bacon decía: debemos «subyugar a la naturaleza, presionarla para que nos entregue sus secretos, atarla a nuestro servicio y hacerla nuestra esclava» (Boff, 1996: 21).

En nuestra vana actitud de estar por sobre todo, estamos convirtiéndonos de dominadores en dominados y sometidos a las consecuencias de un planeta enfermo y degradado, las ansias de crecimiento ilimitado ha degradado la calidad y la vida nuestra y de toda la Tierra. «Una ciencia que no respeta las necesidades de la naturaleza y un desarrollo que no respeta las necesidades de las personas amenazan inevitablemente la supervivencia» (Shiva, 1998: 23). Frente a todo, urge la necesidad de una mutación, un cambio de paradigma. Tal paradigma no es del todo

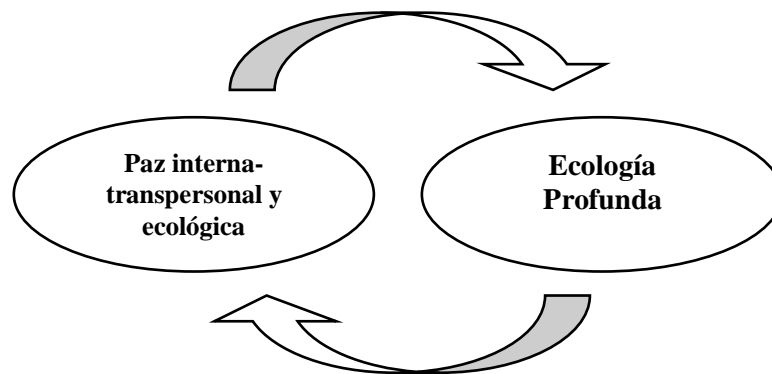
nuevo porque ha existido en muchas culturas, aunque olvidadas por su peculiar relación con la Tierra, que es dinámica y compleja. «Ella, fundamentalmente, se presenta como la Gran Madre que nos nutre y nos transporta. Es la gran y generosa Pacha Mama de las culturas andinas o un superorganismo vivo, la Gaia, de la mitología griega y de la moderna cosmología» (Boff, 1996: 26). Hace falta superar las dicotomías clásicas de la ciencia y los saberes dominantes en el mundo: la división del mundo entre material y espiritual, naturaleza- cultura, ser humano-naturaleza, razones-emociones, hombre-mujer, norte-sur, etc. Todos somos uno, el nuevo paradigma recoge los saberes de los pueblos y culturas postergadas y se recubre de mutua relación y cooperación entre todos los seres, factores y entidades que formamos nuestro planeta. Está surgiendo una nueva manera de hacernos, de relacionarnos, de comprendernos.

Comenzamos a acoger y a valorar las diferencias. Y surge aquí y allá una nueva compasión para con todos los seres, particularmente con aquellos que sufren en la naturaleza y en la sociedad. Siempre hubo en la humanidad ese sentimiento y siempre irrumpió una emoción semejante ya que ellas son humanas, profundamente humanas. Ahora sin embargo, sobre el trasfondo de la crisis, ellas cobran nuevo vigor y tienden a difundirse y a crear un nuevo modo de ser, de sentir, de pensar, de valorar, de actuar, de orar, está surgiendo un paradigma nuevo (Boff, 1996: 25).

En el marco de esta nueva manera de convivir en nuestro planeta, surge una nueva visión de ecología, es la llamada ecología profunda. «La ecología profunda no es una aproximación fragmentaria a los problemas medioambientales sino que intenta articular una visión espiritual y filosófica comprehensiva sobre el mundo» (Fernández Herrería, 2004: 336). La ecología profunda o radical tiene la pretensión de cambiar el paradigma «actualmente antropocéntrico por la visión bio

o ecocéntrica. El corazón de su argumento es la elaboración de un ética que adscriba valores intrínsecos y estatus moral a la naturaleza no humana» (De Castro Carranza, 2004: 176).

Los seres humanos somos parte de la naturaleza, apenas un hilo de la gran telaraña de la vida, en la cual es la naturaleza quien guía y cohesiona todas las partes; esto supone que los objetivos de la humanidad: económicos, políticos, socioculturales, éticos, etc. dependen de la realidad ecológica. El enfoque ecológico profundo se reviste de principios éticos, de corresponsabilidad con el medio ambiente, de apertura sensible con la naturaleza fundamento de la llamada paz global u holística, (Fernández Herrería, 2004: 895-898), y se relaciona con la paz interna y transpersonal, (Fernández Herrería, 2004: 903-906).



La ecología profunda se refiere a un enfoque intenso y espiritual sobre la naturaleza, el que se deriva en una apertura más sensitiva hacia nosotros mismos y hacia la vida que nos rodea. La esencia de la ecología profunda brota naturalmente, del hecho de preguntarnos con intensidad y profundidad sobre la vida humana, la sociedad y la naturaleza, es ver continuamente la totalidad, no como suma

algebraica y fría de las partes sino de la interdependencia orgánica de todos los elementos de la Tierra, es decir una visión y comprensión holística del mundo.

La ecología, o es holística o no es ecología. El holismo (del griego *holos* = totalidad), término divulgado por el filósofo surafricano Jan Smutts a partir de 1926, significa captar el todo en las partes y las partes en el todo de tal forma que tropecemos siempre con una síntesis que ordena, organiza, regula y hace que las partes tengan como meta un todo y que cada todo la tenga en otra totalidad siempre mayor (Boff, 1996: 60).

La ecología profunda es mucho más que una aproximación fragmentaria a los problemas medioambientales, como tradicionalmente se estila en cualquier centro educativo, es una aproximación que intenta articular una visión espiritual, reflexiva y filosófica comprensiva sobre el mundo. Es una práctica y un pensamiento que incluye y relaciona a todos los seres entre sí y con el medio ambiente; existe mutua relación entre los átomos, las moléculas, entre las células para formar tejidos, entre los órganos, los individuos, entre las poblaciones y ecosistemas del mundo, y no podemos negar además que nuestra Tierra esta interrelacionada con los demás planetas, el Sol y general con el universo. Nada queda aislado, todo tiene su razón y función de ser.

En el contexto de las diferentes tradiciones espirituales -cristianismo, budismo, taoísmo, hinduismo y religiosidad nativa americana, por ejemplo- son muchas las personas que se han planteado en profundidad el tema de la situación del hombre frente a la naturaleza y que han cultivado la «conciencia ecológica» (Fernández Herrería, 2004: 337) y, si bien estas tradiciones difieren en muchos aspectos, todas ellas coinciden, sin embargo, en lo que respecta a los principios fundamentales de la ecología profunda, como cuestionamiento activo profundo, un proceso meditativo, global, un estilo de vida y convivencia con toda la naturaleza.

Solo de este modo quedan explicadas las profundas palabras de uno de los primeros manifiestos a favor del respeto al medio ambiente; cuando en 1854 el presidente de los Estados Unidos, Franklin Pierce, envía una oferta al jefe Seattle, de la tribu Suwamish, para comprarle los territorios del noroeste de los Estados Unidos que hoy forman el Estado de Wáshington. A cambio, promete crear una *reservación* para el pueblo indígena. El jefe Seattle responde en 1855.

¿Cómo podéis comprar o vender el cielo o el calor de la tierra? Se nos hace extraña esta idea. No son nuestros el frescor del aire ni los reflejos del agua. ¿Cómo podrían ser comprados? Lo decidiremos más adelante. Tendríais que saber que mi pueblo tiene por sagrado cada rincón de esta tierra. La hoja resplandeciente; la arenosa playa; la niebla dentro del bosque; el claro en la arboleda y el zumbido del insecto son experiencias sagradas y memorias de mi pueblo. La savia que sube por los árboles lleva recuerdos del hombre de piel roja. [...] De una cosa estamos seguros: la tierra no pertenece al hombre; es el hombre el que pertenece a la tierra. El hombre no ha tejido la red que es la vida, sólo es un hijo. El sufrimiento de la tierra se convierte a la fuerza en sufrimiento para sus hijos. Estamos seguros de esto. Todas las cosas están ligadas como la sangre de una misma familia (Seattle, 2003: 442-443).

Desde que «la ecología profunda fuera acuñada por el filósofo noruego Arne Naess» (Fernández Herrería, 2004: 336), la confrontación entre los dos paradigmas compromete a todos los seres humanos: «uno que nos coloca *sobre* la naturaleza como señores y otro *con* la naturaleza como hermanos y hermanas» (Boff, 1996: 273). «Se pasa así del paradigma de la confrontación al paradigma de la cooperación como el estudio de la identidad, del reconocimiento y la autonomía implicando equidad» (Martínez Guzmán, 2001: 102). Esta confrontación de paradigmas, sin embargo, no puede ser verificada mediante la metodología de la

ciencia moderna, basada en premisas mecanicistas y en una definición excesivamente estrecha de los datos. Es necesaria «una transición ecológica de la violencia a la no violencia, de la destrucción a la creatividad, de la antividua a los procesos que dan vida, de la uniformidad a la diversidad y de la fragmentación y reduccionismo al holismo y la complejidad» (Shiva, 1998: 45-46).

Los principios últimos propuestos por la ecología profunda se apoyan en una visión de la naturaleza, de la realidad y del lugar que ocupamos como individuos, múltiples en la unidad, en el esquema global de las cosas. Dichos principios no pueden ser abordados de un modo meramente intelectual sino que tan sólo pueden ser aprendidos a través de la experiencia, con relaciones empáticas y de mutua dependencia, esto nos lleva a construir paz, la paz ecológica.

1.4.3. ECOLOGÍA Y PAZ

El verdadero fondo del pensamiento ecológico consiste en que «los seres humanos somos naturaleza, *humus* significa tierra, reivindicamos la terrenalidad de los seres humanos, el compromiso con el medio ambiente del que formamos parte» (Martínez Guzmán, 2001: 115). El ser humano proviene de la tierra y como tal es parte de ella, no está separado ni aislado. La Tierra somos nosotros y nosotros somos la Tierra. Es la idea que tan hermosamente describe el Génesis: somos hechos de barro, con los mismos materiales que posee nuestro planeta y fuimos concebidos bajo la misma energía universal. «Entonces, Yavé formó al hombre con polvo de la tierra, y sopló en sus narices aliento de vida, y existió el hombre con aliento y vida» (La Biblia, 1994: 50). Somos pequeños pedazos de planeta, que se prolongan hacia el cielo. Así lo entiende el pensamiento cosmogónico y la sabiduría

de los pueblos primitivos, que se visualizaban a sí mismos como parte de un todo mayor estrechamente interrelacionado.

El hombre y la mujer son la Tierra que piensa, que espera, que ama, que sueña y que ha entrado en la fase de la decisión ya no instintiva sino consciente. La noosfera (la esfera específicamente humana, del espíritu) representa una emergencia de la biosfera, lo que a su vez significa una emergencia de la atmósfera, de la hidrosfera y de la geosfera [...] Rige una radical interdependencia de los sistemas vivos y de los aparentemente no vivos (Boff, 1996: 138).

Por lo tanto, el cuidado a nuestro planeta y a todo lo que vive en él, sin lugar a dudas, es un componente indispensable para una paz sustentable y duradera. Si pudiéramos lograr algún día que las guerras se detuvieran y cesara la carrera armamentista, pero la humanidad siguiera contaminando la Tierra, destruyendo el medio ambiente y descuidando su hogar como lo ha hecho hasta hoy, no podríamos decir que hemos logrado la paz. Hasta que no tomemos conciencia de que la paz es la unidad en armonía de todo lo viviente y obremos en consecuencia no tendremos el futuro asegurado; pero precisamente esta crisis ambiental se torna en «indicador de que las relaciones humanas pueden ser de muchas formas diferentes y que podemos pedirnos cuentas por cómo nos hacemos las cosas a nosotros mismos como seres humanos y a la naturaleza desde la perspectiva ambiental» (Martínez Guzmán, 2005: 107). De esta manera la ecología y el cuidado del medio ambiente se constituye en un sólido pilar en la construcción de culturas para hacer las paces entre nosotros y con la naturaleza.

1.5. COOPERACIÓN PARA LA PAZ.

El término cooperación es muy común en el ámbito de los estudios para la paz, porque es uno de los estados donde se hace presente la convivencia pacífica y constituye una manera de transformar los conflictos pacíficamente. «La metodología de la transformación de los conflictos por medios pacíficos [...] requiere de la cooperación y la percepción, así como una forma específica de poder para llevarse a cabo con éxito» (París, 2009: 62). De esta manera la cooperación se constituye en una herramienta de suma importancia para abordar de manera constructiva y pacífica a los conflictos. Pero ¿qué se entiende por cooperación?

Cooperación es obrar, trabajar juntos para lograr un determinado fin, es decir «supone entender el conflicto como un problema mutuo en el que las personas afectadas han de trabajar conjuntamente para la consecución de los intereses comunes» (París, 2009: 62-63), sin embargo nuestra cultura con base competitiva, individualista ha concedido especial atención a la competencia como respuesta a los conflictos, en consecuencia plantea y practica una metodología de la transformación de los conflictos por medios violentos, de allí que la biología evolutiva actual conceda especial importancia a la competición como respuesta a los conflictos propios del proceso evolutivo, en consecuencia la lucha es considerada natural, así «la barbarie se alza así a niveles ontológicos y antropológicos» (Abdalla Guerrieri, 2007: 98).

Desde la Filosofía para la paz se hace una diferencia muy puntual entre cooperación y competición como medios para la transformación de los conflictos. Vale aquí una precisión: el término cooperación lo circunscribo – a efectos del

presente trabajo – en su relevancia positiva, como cooperación para la paz por cuanto permite transformar los conflictos por mecanismos pacíficos. De otro modo podría confundirse en su connotación negativa, pues también se puede cooperar para llevar a cabo acciones violentas, la guerra es un buen ejemplo de este tipo de cooperación como medio de transformación violenta de los conflictos. Esta diferencia lo presento en el siguiente cuadro elaborado a partir del aporte de París Albert (2009: 63).

Cooperación	Competencia
El conflicto se entiende como un problema mutuo.	El conflicto se entiende como un problema individual.
Las partes implicadas buscan satisfacer intereses comunes.	Las partes implicadas buscan satisfacer intereses particulares.
Las partes implicadas no buscan imponer sus ideas o intereses particulares.	Las partes implicadas buscan imponer sus ideas o intereses, por sobre el interés del grupo.
Se tiene en cuenta los intereses de los otros o las otras personas implicadas.	No se tiene en cuenta los intereses de los otros o las otras personas implicadas.
El trabajo conjunto tiene por objetivo alcanzar acuerdos satisfactorios para todos y todas.	Inexistencia de trabajo conjunto, porque cada implicado busca su propio objetivo.
Las relaciones interpersonales se ven fortalecidas.	Las relaciones interpersonales se deterioran porque prevalecen las decisiones de los que tienen más poder.
Suele ser más exitosa	Lleva al fracaso
Suma e incluye a las partes involucradas.	Divide y excluye a las partes más débiles en poder.

De lo anteriormente considerado se puede deducir que la cooperación busca dedicar el esfuerzo de todos los involucrados para conseguir satisfacer las necesidades e intereses de todos; donde a través de la puesta en práctica de una racionalidad colectiva, se incluye a todas las partes y esta suele tener más éxito y perseverancia en el tiempo, de esta manera, la cooperación toca su máxima plenitud, «cuando las partes no imponen su voluntad, y se esfuerzan por trabajar

conjuntamente en la búsqueda de las soluciones favorables a la satisfacción de los intereses comunes» (París Albert, 2009: 64). Es esta búsqueda del interés común lo que diferencia las relaciones cooperativas de las vivencias competitivas. Si las relaciones cooperativas son entendidas y practicadas por nuestra sociedad, entonces estamos en medio forma de relacionarnos, lo cual, se convierte en una nueva manera de ser, en una nueva condición inseparable del ser humano, una nueva racionalidad. «Por ello, el eje fundamentador de una posible nueva racionalidad defendida aquí – que debe convertirse en la manifestación de una nueva esencia humana – es el *principio de cooperación*» (Abdalla Guerrieri, 2007: 100), principio que se opone diametralmente al modelo competitivo e individualista que rige nuestra sociedad actual, por lo tanto no «podemos concebirlo como una adecuación al orden predominante, sino como praxis destructora del eje fundamentador de la economía capitalista y de todas las relaciones sociales sometidas a la racionalidad del mercado» (Abdalla Guerrieri, 2007: 100). La cooperación se alza como una alternativa que no solamente puede transformar nuestros conflictos por medios pacíficos, sino como condición inherente y natural al ser humano, condición natural que más adelante y a lo largo del presente trabajo profundizaré.

[...] una racionalidad basada en la cooperatividad hace al ser humano más próximo a la esencia concreta de su especie. La competición, elevada a categoría que consolida la interrelación entre los individuos humanos, establece una contradicción entre la actual praxis del ser humano y su esencia histórica y antropológica y, por ello, está teniendo como consecuencia la aniquilación de la especie. (Abdalla Guerrieri, 2007: 112).

La concepción sesgada de enfrentar nuestros conflictos a través de la competición, ha devenido en formas de violencia cada vez más brutales e irracionales, como las guerras, asesinatos y otras formas de delincuencia, que contraviene totalmente a nuestra naturaleza de seres pensantes y dueños de principios sublimes, por ello solamente es posible «vislumbrar soluciones globales, factibles y eficaces para los problemas relacionados con las relaciones humanas de producción, sociabilidad, si la economía y la sociedad son pensadas a partir del principio de cooperación» (Abdalla Guerrieri, 2007: 113), y esto porque la «transformación pacífica de los conflictos requiere respuestas comprometidas con el reconocimiento de los intereses comunes para alcanzar soluciones favorables a todas las partes» (París Albert, 2009: 64).

Estos considerandos me han permitido reflexionar sobre el proceso evolutivo, tema del presente trabajo, proceso lleno de muchas contradicciones y conflictos. Luego, como los conflictos son consustanciales, en tanto pertenecen a la naturaleza del hombre y de toda forma de vida –como más adelante precisaré – entonces la cooperación, en su acepción positiva, como manifestación y expresión visible de la paz, se torna en cooperación natural por cuanto existen evidencias irrefutables de su presencia en las múltiples e innumerables relaciones que se suceden en la naturaleza y los seres vivos.

1.6. RECAPITULACIÓN DEL CAPÍTULO.

La paz no es un sueño utópico, es una realidad consustancial al ser humano y a la naturaleza, es posible construir un modo de convivencia de mutua correspondencia entre los seres humanos y el medio ambiente; en consecuencia

debe fundarse en las diversas culturas que promueven la relación mutua con los sistemas naturales. La paz no solamente es ausencia de acciones bélicas, sino de cualquier forma de violencia que atente contra la mente, el cuerpo y el espíritu de los seres humanos; pero también la paz implica la ausencia de violencia contra los demás seres y la naturaleza en pleno. Esto implica que la paz supone bienestar para los seres humanos y la naturaleza, de esta manera se entiende que la paz es imprescindible para sobrevivir y evolucionar junto a las demás especies, por eso, la paz cobra importancia en las relaciones entre todos los seres y la naturaleza. A nivel humano la paz es sentida, percibida, pensada y vivida desde experiencias consigo mismo, en las relaciones con nuestros semejantes y con el medio ambiente, así hablamos respectivamente de paz interna, interpersonal y paz ecológica.

La paz es un proceso, un diario bregar con los modos culturales cambiantes que muchas veces postergan y olvidan la esencia de la vida, destierran la cooperación y la interrelación que es garantía natural de existencia en el ambiente. Luego, no existe una sola experiencia de paz en las diferentes culturas, sino muchas y diversas experiencias pacíficas como diversas culturas, momentos y contextos existan; esto lleva a considerar a culturas para las paces, las cuales buscar transformar creativa y pacíficamente los conflictos que se presentan en la vida humana y el planeta.

Considerar que los conflictos pueden ser transformados por medios pacíficos, implica que la crisis del medio ambiente también puede ser abordada con maneras diferentes, para lo cual hace falta un conocimiento, acercamiento y relación mejores con el entorno natural, todo lo cual determina un tipo especial de ecología: la ecología profunda, la cual además de considerar las interrelaciones

entre los seres vivos y el medio donde viven, hace un cuestionamiento fuerte a nuestra civilización moderna y llama a formar parte activa de un *todo orgánico*; sintiéndonos parte de la naturaleza habremos conquistado nuestro verdadero rol de seres humanos. La ecología profunda como enfoque más intenso y espiritual, destierra el conocimiento fragmentario, superficial y distante que tiene el ser humano respecto a la naturaleza; su visión es articular de manera coherente y eficaz las perspectivas filosóficas, intelectuales y espirituales que lleven al ser humano a considerarse parte de la Tierra, a colocarse al lado de ella y no por encima de ella, superando de este modo a la ecología tradicional cuya visión es antropocéntrica que ve a la naturaleza como un medio o instrumento a usar o desechar.

Como un eslabón o manifestación de la paz, se muestra la cooperación, en tanto se entienda como un obrar en conjunto, el trabajo de muchos con un solo objetivo: conseguir satisfacer las necesidades de todos los agentes o miembros involucrados, esto no aleja de concebir a los otros u otras como rivales o alguien con quien competir, y nos acerca a descubrir en los y las demás, la presencia de un complemento, de mi otro yo, el otro u otra que junto a mi vamos a lograr nuestros intereses que van a permitirnos existir como seres humanos, esto se traduce en un cuidado de sí mismo pero también el de los demás, con lo cual, estamos concibiendo formas de relacionarnos de manera diferente a las relaciones que fomentan la competitividad y el individualismo.

Estregar nuestro talento y corazón al mundo, para de esta manera poder estar en el corazón de los demás y el de ellos en el nuestro, es la función histórica de los seres humanos. Esta es nuestra naturaleza que las culturas de la violencia intentan socavar.

CAPÍTULO II

LA EVOLUCIÓN Y SUS MECANISMOS

2.1. LA EVOLUCIÓN

Partiendo de que ningún hecho o suceso puede entenderse ni comprenderse sin una perspectiva histórica, se considera que la evolución de la vida es un proceso histórico –aunque un tanto caprichoso en cuanto a dirección–, en nuestro planeta, donde paulatinamente unas especies se van transformando en otras especies que son descendientes de las primeras. Hoy este proceso es indudable, somos espectadores de como la vida se desenvuelve y desarrolla, los registros de datos, la producción artificial de razas en animales y plantas, los fósiles, la embriología y biología comparada, la manipulación genética, la taxonomía y su árbol filogenético, etc. son pruebas irrefutables de que algo está sucediendo en los seres vivos, algo está cambiando, es patente la evolución.

La vida surgió desde la materia inanimada del universo por medio de una serie de «cambios naturales lentos que ocurrieron en el transcurso de muchos millones de años» (Nason y Dehaan, 1980: 734), así con mucha paciencia, en la

naturaleza convergen organismos y especies, cuyos ancestros son comunes para ambos, de tal manera que compartimos un abuelo común con los gorilas, y un ancestro común dio origen a los reptiles y mamíferos, si de esta manera retrocedemos en el tiempo llegaremos hasta el organismo celular, la célula primigenia que «vivió hace unos 4 000 millones de años» (Evans y Selina, 2005: 17) es el ancestro común por excelencia, la célula madre de todos los organismos, de todas las especies, tanto de aquellas que pueblan el planeta, como de aquellas que se extinguieron. Podemos entonces sostener que «todos los tipos de vegetales y animales que existen en el momento presente han descendido de especies más simples por modificaciones graduales que se han fijado y acumulado en generaciones sucesivas» (Vilsee, 2008: 709).

Sin duda uno de los retos fundamentales de los seres vivos es su constante y creciente adaptación al medio ambiente donde vive, con frecuencia esto se traduce en mayor complejidad de las estructuras corporales, de funciones, de especializaciones y distribuciones por demás variadas, las mismas que la teoría evolutiva actual pretende explicar a través un conjunto de teorías que se plasman en mecanismo evolutivos que tratan de explicar el cómo y porque se produjo la evolución.

Como las pruebas que «demuestran que se ha producido la evolución resultan aplastantes» (Evans y Selina, 2005: 24), entonces el hecho evolutivo, a todas luces, está fuera de toda duda. En los siguientes apartados se trata de explicar el surgimiento como idea y la génesis del concepto de evolución y cómo tiene lugar tal proceso, atendiendo a las teorías que gozan de mayor aceptación en la comunidad científica actual.

2.2. LA EVOLUCIÓN Y SUS MECANISMOS.

2.2.1. LA EVOLUCIÓN: ¿UNA IDEA GRIEGA?

Charles Darwin (1809-1882) debe su fama a la idea de que animales, plantas y cualquier ser vivo sufren cambios evolutivos, entendido este cambio, como un fenómeno natural, sin embargo, no fue el primero en concebir las ideas evolutivas. La idea de evolución ya se vislumbra en el pensamiento filosófico griego, pero tales ideas, no tuvieron una posición dominante, debido a que prevaleció la noción de que las especies son inmutables. Esta visión quedó ligada también a la concepción bíblica, la otra gran fuente del pensamiento occidental, plasmada especialmente en el relato de la creación en el libro del Génesis.

La idea de que los seres vivientes de nuestro mundo actual han derivado de otras formas ancestrales de vida, no era nuevo para Darwin al escribir su famoso libro *El Origen de las Especies* en 1859. La idea de la evolución orgánica ya se encontraba en escritos de muchos filósofos griegos anteriores a Cristo, como «Tales (¿640?-546), Anaximandro (611-547), Empédocles (¿495?-¿435? y Epicuro (¿342?-270)» (Vilée, 2008: 710). El espíritu de aquella época de la filosofía griega tiene mucho de semejanza con los objetivos de la ciencia actual, en el sentido de buscar explicaciones naturales a los hechos y fenómenos que suceden a nuestro alrededor. Abordar tales reflexiones en el antiguo mundo griego, deviene del nacimiento mismo de la filosofía. El filósofo se extraña, se asombra de las cosas de la naturaleza y se enfrenta a ella con una pregunta que invita reflexión profunda, «pretende decir *qué es*. Lo que define primariamente la filosofía es la pregunta que la moviliza *¿qué es todo esto?* A esta pregunta no puede contestarse con un mito, sino con una filosofía» (Marías, 2005: 12). El griego se asombra del movimiento

presente en todo y cuanto observa, se mueven los astros, las aguas, las nubes, el viento, los animales y también las plantas a su manera, se mueve el hombre, la luz, en fin, todo cuanto existe incluido el pensamiento está en movimiento. Movimiento entendido como cambio o variación no solo de espacio o de tiempo, sino también de condición cualitativa, cuantitativa y sustancial. Todos estos movimientos «perturban e inquietan al hombre griego, porque le hacen problemático el ser de las cosas, lo sumen en la incertidumbre, de tal modo que no sabe a qué atenerse respecto a ellas. Si las cosas cambian, ¿qué son de verdad? (Marías, 2005: 12). La multiplicidad, la variación, el movimiento penetran en la naciente reflexión sobre la naturaleza y por lo tanto, también los seres vivientes tienen su lugar en este tipo de reflexión.

De hecho que los conocimientos con bases biológicas de estos pensadores, eran escasas respecto a nuestros actuales conocimientos, por lo tanto eran imprecisas o vagas las explicaciones que se daban a la evolución biológica; sin embargo la idea clave subyacía al pensamiento griego: los seres vivos devienen de otras formas antiguas de vida.

A continuación, algunas de las reflexiones que los filósofos griegos tenían sobre el origen de los seres vivos.

El filósofo Anaximandro sostuvo que el mundo no fue creado repentinamente, y que los vertebrados, incluidos los seres humanos, descendían de los peces. Anaximandro, vivió en Mileto al igual que Tales, pensaba que «nuestro mundo simplemente era uno de los muchos mundos que nacen y perecen en algo que él llamó *lo indefinido*» (Gaarder, 2001: 40). No sabemos a qué se refería cuando hablaba de *lo indefinido*, pero seguramente ese *algo* era distinto a la concepción de Tales, el cual «opinaba que el *agua* era el origen de todas las cosas»

(Gaarder, 2001: 39). Exactamente no sabemos que quería decir con ello, pudo ser que toda forma de vida tiene su origen en el agua y que, luego de muertos, todo ser vuelve a convertirse en agua al momento de la putrefacción. No olvidemos que Tales viajó a Egipto y es muy probable que observara «como todo crecía en cuanto las aguas del Nilo se retiraban de las regiones del delta. Quizás también viera cómo, tras la lluvia, iban apareciendo ranas y gusanos» (Gaarder, 2001:39), por ello para Tales «el principio (ἀρχή) de todas las cosas es el agua; es decir, el estado de humedad. La razón de esto sería que los animales y las plantas tienen el alimento y la semilla húmedos. La tierra flota sobre el agua» (Marías, 2005: 13). Sea como fuere, Anaximandro no consideraba al agua como el elemento o materia primaria de la que estaba hecho nuestro mundo y todos los seres, para Anaximandro el principio de las cosas es «el ápeiron, ἄπειρον. Esta palabra significa literalmente infinito, pero no en sentido matemático, sino más bien en el de ilimitación o indeterminación» (Marías, 2005: 14), esta idea grandiosa de Anaximandro representa a la totalidad del mundo, a la naturaleza, dentro de la cual está el hombre asombrado y sorprendido. «Esta naturaleza es, además, *principio*: de ella surgen todas las cosas: unas llegan a ser, otras dejan de ser, partiendo de ese ἀρχή, pero ella permanece independiente y superior a esos cambios individuales» (Marías, 2005: 14), aquí ya subyace la idea de cambio, de proceso de evolución, aunque la esencia misma de la naturaleza no cambia. «Las cosas se engendran por una segregación, se van separando del conjunto de la naturaleza por un movimiento como de criba, primero lo frío y lo caliente, y luego las demás cosas» (Marías, 2005: 15). Anaximandro representa el puente desde una simple sustancia como principio o fundamento de la naturaleza hacia una idea profunda y aguda, una

totalidad, un principio universal ajeno a cambios o mutaciones, pero que sin embargo es el origen de la pluralidad de todo cuanto existe, una principio perenne, inmortal, incorruptible o simplemente *el ápeiron* del mundo.

En la segunda mitad del siglo VI antes de nuestra era, Anaxímedes también de Mileto y discípulo de Anaximandro, contrariamente a su maestro «opinaba que el origen de todo era el aire o la niebla» (Gaarder, 2001: 40); para este filósofo, el agua como materia primaria propuesta por Tales era aire condensado, pues del «aire nacen todas las cosas, y a él vuelven cuando se corrompen» (Marías, 2005: 14), de esta manera Anaxímedes pensaba que cuando el aire se condensa surge el agua y cuando ésta continúa condensándose se convierte en tierra. Inclusive va más allá para explicar el origen del fuego: «El aire enrarecido es fuego; más condensado, nubes, agua, tierra, rocas, según el grado de densidad» (Marías, 2005: 15). Esta explicación pone de manifiesto la idea de una sustancia primordial a partir de la cual se forman y producen las diversas formas de materia y seres.

Los tres filósofos de Mileto tenían la premisa de que debía existir una y sólo una sustancia originaria o primaria a partir de la cual se construía el mundo, pero esta sustancia primordial sufría alteración en su estructura para dar origen a algo totalmente diferente, esta forma de explicación, reviste ya «lo que podemos llamar *problema del cambio*» (Gaarder, 2001: 41), término muy asociado al proceso evolutivo.

Sin embargo, como siempre sucede en el mundo del conocimiento, la idea del cambio no era compartido por Parménides, quien sostenía que lo que existe ha existido siempre, el mundo es eterno, nada puede surgir de la nada y lo que existe, tampoco puede volverse nada; para él «ningún cambio verdadero era posible. No

hay nada que se pueda convertir en algo diferente a lo que es exactamente» (Gaarder, 2001: 41) con lo cual negaba de plano la existencia de un elemento o sustancia generadora o primaria. Parménides no se fiaba de la experiencia de los sentidos, si bien a través de los sentidos observaba como cambiaban las cosas de alrededor, sin embargo no guardaba relación con lo que le decía la razón, no creía ni cuando veía o tenía experiencia directa con las cosas, consideraba que como filósofo «era su obligación descubrir toda clase de ilusiones» (Gaarder, 2001: 41). Por eso consideraba el movimiento como una luz y unas tinieblas, como un alumbrarse y oscurecerse.

Es decir, el llegar a ser no es más que un llegar a *ser aparente*. Las cosas que parece que llegan a ser, ya eran, pero en tinieblas. El movimiento es variación, no generación: por lo tanto, no existe desde el punto de vista del ser. Y todo esto es convención (νόμος), nombre que los hombres ponen a las cosas (Marías, 2005: 22)

Parménides tuvo su más firme oponente en Heráclito, para quien «todo está en movimiento y nada dura eternamente. Por eso no podemos descender dos veces al mismo río, pues, cuando descendiendo al río por segunda vez, ni yo ni el río somos los mismos» (Gaarder, 2001: 42), todo fluye, dijo Heráclito, con esto también manifiesta la idea de que el mundo está en constante cambio y contradicciones, «si no hubiera nunca guerra, no sabríamos valorar la paz, y si no hubiera nunca invierno, no nos daríamos cuenta de la primavera» (Gaarder, 2001: 42), con esto ponía más fe en lo que le decían sus sentidos contrariamente a la fe en la razón humana de Parménides. «La *razón* de Parménides le decía que nada puede cambiar. Pero los *sentidos* de Heráclito decían, con la misma convicción, que en la naturaleza suceden constantes cambios» (Gaarder, 2001: 43). En efecto, la realidad es

cambiante y como tal el elemento que le sirve de sustento y origen, también debe ser transformable, tal elemento es el fuego; así lo comenta Marías (2005):

Heráclito afirma taxativamente la variación o movimiento de las cosas: πάντα ρεῖ, todo corre, *todo fluye*. Nadie se puede bañar dos veces en el mismo río, porque el río permanece, pero el agua ya no es la misma. La realidad es cambiante y mudable. Por esto la sustancia primordial es el *fuego*, la menos consistente de todas, la que más fácilmente se transforma. Además –dice–, la guerra es el padre de todas las cosas, πόλεμος πατήρ πάντων es decir la discordia, la contrariedad, es el origen de todo en el mundo. El mundo es un eterno fuego (Marías, 2005: 26-27).

De todo esto surge la pregunta: ¿Quién de ellos tiene razón?

Tanto Parménides como Heráclito dicen dos cosas.

Parménides dice:

- a) que nada puede cambiar y
- b) que las sensaciones, por lo tanto, no son de fiar.

Por el contrario Heráclito dice:

- a) que todo cambia («todo fluye») y
- b) que las sensaciones son de fiar (Gaarder, 2001: 43)

Frente a este dilema surge en Sicilia la persona de **Empédocles**, quien trata de salir del aparente enredo plateado por los dos filósofos en cuestión. Según Empédocles, ambos filósofos tenían la verdad a medias, o lo que es lo mismo, ninguno de los dos tenía la verdad, tenían razón en una de sus afirmaciones, pero los dos estaban equivocados en una cosa. El gran desacuerdo –según Empédocles– era creer que existía un solo elemento primordial, de ser así «la diferencia entre lo que dice la razón y lo que «vemos con nuestros propios ojos» sería insuperable» (Gaarder, 2001: 44), pues era evidente que el agua, por ejemplo, no puede convertirse en un pez o una flor. El agua no cambia, sigue siendo tal como la

conocemos, de manera que en este punto concedía razón a Parménides en decir que *nada cambia*. Por otro lado, debemos creer lo que vemos, lo que nos dicen nuestros sentidos respecto al mundo, pues precisamente vemos un mundo cambiante, con lo cual concedía crédito a Heráclito. De esta manera ni el agua ni el aire podían aisladamente y por sí solos convertirse en un animal, una planta o cualquier cosa de la naturaleza, resulta entonces imposible que la naturaleza se fundamente en un sólo elemento. «Empédocles pensaba que la naturaleza tiene en total cuatro elementos o «raíces», como él los llama. Llamó a esas cuatro raíces tierra, aire, fuego y agua» (Gaarder, 2001: 44). Todos los cambios y transformaciones de la naturaleza se deben a la mezcla de esos cuatro elementos, tal mezcla debería estar en diferentes proporciones según el ser que forman y «cuando muere una flor o un animal, los cuatro elementos vuelven a separarse» (Gaarder, 2001: 44). Si para Parménides el ente es una esfera homogénea que no podía cambiar, para Empédocles ente o ser «también es una esfera, pero no homogénea, sino una mezcla. Todos los cuerpos se componen de la agregación de sustancias elementales» (Marías, 2005: 29). Cuando se destruye un ser, sus cuatro elementos eternos quedan separados, sin embargo –decía Empédocles– la tierra, el aire, el fuego y el agua permanecen inalterables a pesar de todos los cambios que suelen darse y en los cuales participan, es decir que no es cierto que todo cambia, en realidad la raíz última de las cosas permanece inalterable: lo que sucede es que las cuatro raíces se mezclan, forman un ser o cosa, luego se separan y posteriormente dan origen a otros seres, y así sucesivamente. Las ideas de este filósofo podríamos «compararlo con un pintor artístico: si tiene sólo un color –por ejemplo el rojo– no puede pintar árboles verdes, pero si tiene amarillo, rojo, azul y negro, puede obtener hasta cientos de colores, mezclándolos

en distintas proporciones» (Gaarder, 2001: 45); de modo análogo, con los cuatro elementos o raíces –pensaba Empédocles – se podrían obtener la multiplicidad de seres y cosas que pueblan nuestro mundo; así los árboles, animales, el hombre, las rocas, etc., estarían formados por aire, fuego, tierra y agua en diferentes proporciones y unidos por el *amor*, y cuando los cuatro elementos se separaban movidos por el *odio*, el ser que formaban moría, pero sus raíces quedaban últimas existían por siempre; «el odio separa los distintos elementos, y el amor tiende a juntarlos; de ahí tenemos ya un movimiento» (Marías, 2005: 29). Por lo tanto, la vida misma y con ella todos los seres animados, constituyen un ciclo que se repite; los cuatro elementos unidos dan lugar a formas diversas, de los cuales sobreviven los que tienen un sentido y significado más organizado que le permita seguir existiendo.

Los seres son mortales, pero sus principios son eternos. Lo primero que hubo fueron los árboles; Empédocles tuvo una vaga sospecha de que las plantas tuvieran sexo. El calor era principalmente masculino. Según Empédocles, los seres vivos se produjeron por agregación de miembros sueltos, al azar; después sobrevivieron los que estaban rectamente organizados. Creía en la transmigración de las almas, y dice de sí mismo: «Yo he sido en otro tiempo muchacho y muchacha, un arbusto y un ave, y un pez mudo en el mar» (Marías, 2005: 29).

De todas estas consideraciones claramente se deduce que los filósofos presocráticos tuvieron clara la idea de que nuestro mundo y los seres que se encuentran en él, están en constantes cambios o transformaciones movidos por diversas razones. En consecuencia, tales presupuestos producto de la reflexión y *asombro filosófico*, denotan que la idea de evolución estaba presente en los filósofos presocráticos.

Contrariamente, para Platón (427-347 a.C.), las cosas y los seres vivos respondían a una idea o esencia inmutable, como las sombras que pueden producir en el fondo de una caverna objetos que están en un mundo inaccesible fuera de ella. Su discípulo Aristóteles (384-322 a.C.), en cambio, más que en reflexionar sobre esencias invariables, se interesó por clasificar a los organismos vivos. Los organizó en forma ascendente, del más simple al más complejo, como sobre una escalera en la que cada peldaño estuviera ocupado por uno, pero su *Scala naturae*: Escalera de la naturaleza, era inmutable lo cual riñe con la idea de la evolución, por cuanto no admitía cambios en los organismos ni movilidad. Aristóteles clasificó a los seres vivos en una escalera en la que cada peldaño estaba representado por un organismo diferente, del *ser más simple al ser más complejo*, «sostuvo el concepto metafísico de que la naturaleza tiene el afán de avanzar, de lo simple e imperfecto a lo complejo y perfecto» (Villegas, 2008: 710). Por lo tanto, Aristóteles propuso un conjunto fijo de tipos naturales, a los cuales hoy llamamos especies, que se reproducen de forma fiel a su tipo. Pensó que la excepción a esta regla la constituía la aparición, por generación espontánea (concepto que acuñó), de algunas moscas y *gusanos muy inferiores* (como él los señalaba) a partir de fruta en descomposición o estiércol. Los ciclos vitales típicos son epiciclos: se repite el mismo patrón, aunque a través de una sucesión lineal de individuos. Dichos procesos son, por lo tanto, un paso intermedio entre los círculos inmutables de los cielos y los simples movimientos lineales de los elementos terrestres. Las especies forman una escala que comprende desde lo simple (con gusanos y moscas en el plano inferior) hasta lo complejo (con los seres humanos en el plano más alto), aunque la evolución no es posible.

Si bien la concepción Aristotélica, casi siempre unida a la idea cristiana de la creación, dominó el pensamiento científico occidental durante siglos, la noción de Anaximandro y de los demás *filósofos evolucionistas* de que los seres vivos y las especies sufren cambios, es decir evolucionan, manifiestan una semejanza con el pensamiento evolutivo moderno.

El célebre poeta romano Tito Lucrecio Caro (99 a.C. - 55 a.C), en su poema filosófico *De Rerum Natura* (De la naturaleza de las cosas), toca aspectos relacionados a la formación del mundo. En el libro V del poema, Lucrecio explica el origen de los seres vivos teniendo en cuenta un proceso evolutivo, pues « Todo a la ley del cambio está sujeto; Todo lo muda la Naturaleza, Todo lo altera, todo lo transforma (Lucrecio, 2003: 345); considera un origen inanimado de los seres vivos, los cuales habrían tenido su origen en los átomos enunciados por Demócrito:

Los átomos unidos han formado
La tierra, el ciclo, el mar, el Sol, los astros
Y el globo de la Luna: qué animales
Ha parido la tierra, y cuáles nunca
Pudieron existir: [...] (Lucrecio, 2003: 302).

Una vez formada la tierra, se convirtió en la razón de ser de todas las criaturas, pues de ella se originario, a ella se deben, por eso es llamada madre. Los átomos, concebidos por el pensamiento griego y representado en Leucipo y Demócrito, serían el punto de origen de la existencia del universo, ellos al enlazarse de diversas manera dieron origen a las estrellas y astros, dentro de ellos a nuestro planeta, y así como los animales se cubren de poco a poco de vellos o plumas en el proceso de su desarrollo, así nuestra tierra habría originado a la diversidad de seres vivos que sobre ellas se manifiestan.

Como las plumas, pelos y las cerdas
Es lo primero que en el cuerpo sale
De animales cuadrúpedos y de aves;
De este modo la tierra, entonces nueva,
Eché primero hierbas y arbolillos.
Las especies mortales creó luego
Variadas de modos muy distintos;
Porque es un imposible hayan caído
Del Cielo las especies de animales,
Y que los habitantes de la tierra
Hayan nacido de la mar salada.
La Tierra con razón adquirió el nombre
De madre, por haber sido criados
Todos los seres por la misma Tierra; [...] (Lucrecio, 2003: 343).

De esta manera, Lucrecio es partidario de un origen secuencial de los seres vivos, es decir y para usar términos actuales, ve que la existencia está asociada inevitablemente a un proceso evolutivo. Además estos seres están en continuo cambio y muchas de las especies han desaparecido; concibe a la lucha, la astucia y la fuerza como medios de propagación y existencia, pensamiento semejante a la teoría de la selección natural de Darwin y Wallace.

Y entonces fue preciso perecieran
Muchas especies, y que no pudiesen
Reproducirse y propagar su vida;
Porque los animales existentes
Que ves ahora, sólo se conservan
Ó por la astucia, ó fuerza, ó ligereza
De que ellos al nacer fueron dotados,
Menos un cierto número que habemos
Puesto nosotros bajo nuestro amparo
Por las utilidades que acarrear. (Lucrecio, 2003: 347)

2.2.2. LAMARCK: EL USO Y EL DESUSO.

La evolución de las especies, entendida como el proceso de descendencia gradual que se manifiesta a través de largos períodos de tiempo y su explicación del ¿cómo? -concebida como una teoría científica-, corresponde sin lugar a dudas y en primer término a Jean Baptiste de Monet, caballero de La Marck; conocido en el ámbito científico simplemente como Lamarck.

Una de las primeras explicaciones del proceso evolutivo se basa exclusivamente en el fenómeno conocido como adaptación. Pues no solamente es cierto que las especies han evolucionado desde formas ancestrales sencillas hasta formas actuales complejas, sino también que estas formas de seres vivos se han adaptado al medio que les tocó vivir, por ello, las formas actuales están adaptadas al medio en que viven.

[...] se sabe con toda seguridad que los mamíferos marinos, como las ballenas, los delfines o los manatíes, descienden de mamíferos terrestres, pero también es cierto el hecho de que estos animales están perfectamente adaptados anatómicamente y fisiológicamente al medio acuático marino que no pueden sobrevivir fuera de él. (Fernández, 1985: 441).

En función de la observación anterior, Lamarck y Darwin fundan su teoría para explicar la forma como las especies evolucionan en función de están mejor adaptados. De esta manera ambos naturalistas enuncian sus mecanismos evolutivos, los cuales los podemos sintetizar como: Lamarck es a herencia de los caracteres adquiridos, como Darwin es a selección natural. Pero, Lamarck no solamente enunció el mecanismo evolutivo de la herencia de los caracteres adquiridos; las ideas evolucionistas de este naturalista tocan otros componentes

aceptados ampliamente en la actualidad, como evidentemente los demuestra en su conocida obra titulada *Filosofía Zoológica* y publicada en 1809.

En la citada obra, en primer lugar, Lamarck reconfirma la idea de evolución, en el sentido de que los seres vivos se elevan paulatinamente en la escala de la vida hasta alcanzar las formas actuales, pues todo «hombre instruido y observador advierte que nada resulta constante en la superficie del globo terrestre» (Lamarck, 1986: 68); en este proceso pone mucho énfasis en el tiempo que toman los seres vivos para alcanzar otras conformaciones y formar una determinada especie; por lo tanto, el autor de *Filosofía Zoológica*, es un evolucionista gradualista, que concede mucha importancia al tiempo evolutivo a través del cual los seres vivos van transformándose en series ininterrumpidas y cuestiona a «aquellos que no se han consagrado más que al estudio de las especies no perciben sino muy confusamente las conexiones generales entre los objetos, ni perciben de ningún modo el verdadero plan de la Naturaleza» (Lamarck, 1986: 21-22). Las especies varían en función de las variaciones de la naturaleza, es decir de las condiciones cambiantes del medio ambiente, tal realidad moldea, por decirlo de esta manera y en términos de Lamarck, los hábitos y estos los órganos del ser vivo, para lo cual la naturaleza invierte mucho tiempo. De esta manera para Lamarck, la evolución toma muchísimo tiempo, y el tiempo que los seres humanos tenemos del tiempo, resulta insignificante ante el tiempo tomado por la naturaleza para la producción de tal o cual especie; de tal manera que «se puede asegurar que esta apariencia de estabilidad de las cosas en la Naturaleza será siempre tomada por las gentes vulgares por la realidad, porque en general se juzga de todo con un concepto antropomorfo» (Lamarck, 1986: 63). La naturaleza toma su tiempo para generar

cambios o variaciones en los seres vivos, «en todo lo que ella opera no hace nada con brusquedad y que obra siempre con lentitud y por grados sucesivos [...]» (Lamarck, 1986: 69). De esta manera y concediendo tiempo a la naturaleza, Lamarck, intenta demostrar que:

[...] las variaciones en las circunstancias para los seres vivientes, y sobre todo para los animales, producen cambios en sus necesidades, en sus hábitos y en el modo de existir, y si estos cambios dan lugar a modificaciones o desarrollos en los órganos o en la forma de sus partes, se debe inducir que insensiblemente todo cuerpo viviente cualquiera debe variar en sus formas o sus caracteres exteriores, aunque semejantes variaciones no llegasen a ser sensibles más que después de un tiempo considerable» (Lamarck, 1986: 68).

Luego entonces, Lamarck, considera que los cambios evolutivos en los seres vivos, son procesos continuos que no pueden ser percibidos por persona alguna en el instante mismo, porque tales cambios son inadvertidos para un observador en un tiempo y momento dados, debido a que el proceso es demasiado lento. Pero en fin de cuentas, todo está cambiando, « ¡cuán admirable no es este resultado del poder de la Naturaleza!» (Lamarck, 1986: 75), es la naturaleza la razón de los cambios evolutivos, así aparecieron los seres que se mueven, fabrican sus alimentos, tienen ideas, otros son verdes, viven en lugares inimaginables, otros perciben objetos, en fin hablaríamos de la diversidad de formas vivas que pueblan nuestro planeta a través del tiempo y del espacio, hasta llegar a nosotros mismos como seres humanos, sin que ello signifique que somos los más perfectos, pero que sin embargo la capacidad de «pensar resulta, no sólo la mayor de las maravillas a que haya podido alcanzar el poder de la naturaleza, sino que constituye, además, la prueba del empleo de un tiempo considerable, puesto que nada se ha operado sino

con lentitud» (Lamarck, 1986: 76). Pero además de la lentitud que toma los cambios, la evolución de los seres vivos es un proceso gradual, y esto Lamarck ya lo tiene claro, de modo tal que la evolución es un hecho lento, gradual y constante.

En efecto, si es verdad que todos los cuerpos vivos son producciones de la naturaleza, no es posible negarse a creer que no pudo producirlos más que sucesivamente y no todas a la vez en un tiempo sin duración. Luego si los ha formado sucesivamente, hay motivo para pensar que comenzó por los más simples, no habiendo producido más que en último lugar las organizaciones más compuestas, sea del reino animal, sea del reino vegetal. (Lamarck, 1986: 196).

Con esta visión, Lamarck se constituye en un evolucionista de primer nivel, tiene claro que las especies vivas son fruto de la naturaleza. Efectivamente las especies cambian a través del tiempo, es decir, las especies evolucionan, pero ¿cómo?, es decir ¿cuál es el medio a través del cual la naturaleza opera tales cambios? Lamarck fue uno de los primeros que propuso un mecanismo evolutivo, él quedó impresionado por la progresión de las formas que tomaba el registro fósil, se dio cuenta, tanto como hoy, que «los fósiles más antiguos tienden a ser más simples, en tanto que los fósiles más jóvenes tiende a ser más complejos y más parecidos a los organismos actuales» (Audesirk, 2003: 6).

Lamarck, como muchos biólogos de su tiempo, creía que los seres vivos están dotados de una fuerza innata y misteriosa que les impulsa hacia la perfección, «una necesidad de ascender en la escala de la Naturaleza» (Audesirk, 2003: 7), de esta manera las especies libraban una lucha constante con el medio ambiente donde viven, «aceptaba también que las adaptaciones a ese ambiente, una vez fijadas, se propagaban a las generaciones sucesivas, o sea que los caracteres adquiridos se

heredaban (Villego, 2008: 711). De esta manera, Lamarck, propuso uno de los más famosos mecanismos evolutivos, su hipótesis es que los organismos evolucionan mediante la herencia de caracteres adquiridos, «un proceso por el que los organismos vivos sufren modificaciones en función del uso o desuso de algunas de sus partes y heredan estas modificaciones a sus descendientes» (Audesirk, 2003: 7). De tal manera que los seres vivos constantemente van modificando sus estructuras en función de influencias medioambientales, tales «circunstancias influyen sobre la forma y organización de los animales, es decir, que llegando a ser muy diferentes, cambian con el tiempo esta forma y la organización misma por modificaciones proporcionadas» (Lamarck, 1986: 167). Lamarck se constituye en el primero en reconocer la influencia decisiva que las condiciones ambientales ejercen sobre los seres vivos, a estas condiciones ambientales las llama *circunstancias que influyen* en la evolución de los seres vivos. Estos cambios de las condiciones del ambiente generarían los cambios evolutivos, así lo entiende Lamarck:

Es por lo tanto evidente que un gran cambio en las circunstancias, llegando a ser constante para una raza de animales, los arrastra a nuevos hábitos. Pues si nuevas circunstancias llegadas a ser permanentes para una raza de animales, les han dado nuevos hábitos, es decir, los han llevado a nuevas acciones, resultará de ello el empleo de tal parte con preferencia a tal otra, y en ciertos casos la falta total de empleo de tal parte que ha llegado a ser inútil. (Lamarck, 1986: 168).

Entonces, siguiendo el razonamiento de Lamarck, las alteraciones del medio ambiente, actuarían a modo de un catalizador sobre «el ideal de perfeccionamiento inherente a todo ser vivo, pues, determinando la aparición de nuevas necesidades que satisfacer y nuevos retos que afrontar, obligaría a los seres vivos a desarrollar nuevas estructuras y a adquirir nuevas habilidades» (García

Alonso, 2008: 27). El autor de Filosofía zoológica, en todo esto considera que existe un *orden de cosas*; primero: todo cambio considerable y que se mantiene en los seres vivos, necesariamente trae como consecuencia un cambio en las necesidades; segundo: estos cambios en las necesidades conlleva acciones para satisfacerlas y consecuentemente se generan otros hábitos; tercero: las nuevas acciones orientadas a satisfacer las necesidades, exige que ciertas estructuras del ser vivo, se use más frecuentemente y por lo tanto se desarrolle y fortalezca, en tanto que otras estructuras van quedando relegadas en sus funciones y tenderían a atrofiarse. Tales aseveraciones básicamente las aplica a los animales, y formula sus dos leyes a las cuales las denomina *leyes de la Naturaleza*:

Primera ley

En todo animal que no ha traspasado el término de sus desarrollos, el uso frecuente y sostenido de un órgano cualquiera lo fortifica poco a poco, dándole una potencia proporcionada a la duración de este uso, mientras que el desuso constante de tal órgano le debilita y hasta le hace desaparecer (Lamarck, 1986: 175).

Queda claro, siguiendo a Lamarck, que la aparición de nuevas necesidades que satisfacer y nuevos retos que lanza el medio, obligaría a los seres vivos a desarrollar tal o cual estructura u órgano para adquirir una habilidad orientada a la satisfacción de la nueva necesidad, así aparecerían nuevos órganos y el ser vivo evoluciona. «Por lo tanto la necesidad de una óptima adaptación al entorno, unida a las continuas variaciones del mismo, provocaría según Lamarck diferentes alteraciones en la constitución de los seres vivos, ya sea por adquisición o por pérdida de órganos» (García Alonso, 2008: 27), todo esto como consecuencia de la ley del uso o del desuso de los órganos en el intento de adaptación al medio donde viven.

Pero la propuesta no queda cuando los seres vivos adquieren ciertas características que les permiten desarrollar habilidades para satisfacer las nuevas necesidades del entorno cambiante, sino que tales caracteres adquiridos se transmiten a las próximas generaciones, es decir son heredables; solo de esta manera tiene sentido la hipótesis de la herencia de caracteres adquiridos; esto queda plasmado en la siguiente ley:

Segunda ley

Todo lo que la Naturaleza hizo adquirir o perder a los individuos por la influencia de las circunstancias en que su raza se ha encontrado colocada durante largo tiempo, y consecuentemente por la influencia del empleo predominante de tal órgano, o por la de su desuso, la Naturaleza lo conserva por la generación en los nuevos individuos, con tal de que los cambios adquiridos sean comunes a los dos sexos, o a los que han producido estos nuevos individuos. (Lamarck, 1986: 175).

Resulta evidente, para Lamarck, que cierta ave que se esforzase continuamente por buscar su alimento entre las aguas del mar, no utiliza sus alas más que para remar, por lo tanto estos órganos ya no son ejercitados para el vuelo, con el tiempo se tornan cortas y adoptan tal forma que sirven como verdaderas aletas que favorecen alcanzar velocidades bajo el agua y conseguir a su presa, es más, esta habilidad serían transmitidas a su descendencia.

En consecuencia, los seres vivos sufrirían, en virtud de su capacidad de adaptación al medio, un proceso permanente de transformación gradual, de tal manera que para Lamarck no cabría hablar propiamente de extinción de especies, sino más bien de sustitución gradual de unos organismos por otros, más desarrollados y complejos. (García Alonso, 2008: 28).

De todo esto, en el ámbito de la biología es bien conocida la típica explicación de largo cuello de las jirafas. Lamarck sostiene que los ancestros de las

jirafas necesitaban estirar el cuello para alimentarse alcanzando las hojas y ramas que crecían a gran altura en los árboles, pues este era el tipo de alimento que solía existir; en consecuencia, el cuello se alargaba un poquito. La descendencia habría heredado este cuello un poco más largo, y como el medio ofrecía el alimento pero a gran altura, era necesario aun continuar estirando el cuello para alcanzar las hojas, y así continuaba el proceso. Con el tiempo, tal proceso dio origen a las actuales jirafas con cuellos muy largos. Veamos como Lamarck, explica este fenómeno:

Relativamente a los hábitos, es curioso observar el producto en la forma particular y talla de la jirafa. Se sabe que este animal, el más alto de los mamíferos, vive en el interior del África, donde la región árida y sin praderas obliga a ramonear los árboles. De este hábito, sostenido después de mucho tiempo, en todos los individuos de su raza, resultó que sus patas delanteras se han vuelto más largas que las de atrás, y que su cuello se ha alargado de tal manera, que el animal, sin alzarse sobre las patas traseras, levanta su cabeza y alcanza con ella a seis metros de altura. (Lamarck, 1986: 187-188).

Al respecto en el Anexo 01 se ilustra la evolución de la jirafa según la teoría de Lamarck.

En cuanto al aspecto del canguro, Lamarck nos da una explicación peculiar. Teniendo en cuenta que las hembras de estos animales llevan a sus crías en el marsupio, que es una especie de bolsa donde las crías se alimentan y completan su desarrollo, y además que tienen grandes y poderosas patas traseras que les permite saltar, así como una cola gruesa y musculosa para mantener el equilibrio, todo lo cual, permite al animal mantenerse erguido «para no molestar a sus hijuelos» (Lamarck, 1986: 189). De todo esto, -dice Lamarck- ha resultado lo siguiente:

Sus patas delanteras, de las que hace muy poco uso, no han adquirido desarrollo proporcionado al de las demás partes, resultando muy pequeñas, muy débiles y casi sin fuerza. En cambio las patas traseras, casi continuamente en acción, han alcanzado, por el contrario, un desarrollo considerable, siendo muy grandes y muy fuertes. Por último, la cola, que el animal emplea para la ejecución de sus principales movimientos, ha adquirido en su base un espesor y una fuerza considerables. Estos hechos conocidísimos resultan bien apropiados para demostrar lo que realizan los animales por el uso habitual de un órgano cualquiera. Si se afirma lo contrario, yo preguntaré entonces por qué nuestros patos domésticos no pueden volar como los silvestres; en una palabra, citaré una multitud de ejemplos a este respecto que atestiguan las diferencias resultantes para nosotros el uso o desuso de tal de nuestros órganos, aunque estas diferencias no se hayan mantenido en los individuos que se suceden por la generación, puesto que en este caso los productos resultarían todavía más considerables. (Lamarck, 1986: 189).

Estas explicaciones demuestran claramente la importancia que concede Lamarck a la influencia de las condiciones ambientales sobre la marcha evolutiva; las circunstancias medioambientales generarían hábitos los cuales influían en la conformación de los seres vivientes, de esta manera «los hábitos forman una segunda naturaleza» (Lamarck, 1986: 176), de tal modo que –como aseveraba Lamarck– el afán de superación que impulsa a los seres vivos les obliga permanentemente a adaptarse a las variaciones del medio, así, desarrollan nuevos hábitos, en consonancia con la utilización constante de determinados órganos y la escasa acción de otros, lo que posteriormente lleva a la aparición de ciertos caracteres –los caracteres adquiridos– que serán transmitidos a la siguientes generaciones; esta sería el proceso a través del cual se verifica la evolución de las especies. Esto evidencia que «para Lamarck la función crea el órgano y el cambio

derivado de su uso/desuso se transmite a la descendencia, de tal forma que las diferentes especies constituyen líneas evolutivas orientadas hacia la perfección» (García Alonso, 2008: 28-29).

No son los órganos, es decir, la naturaleza y la forma de las partes del cuerpo de un animal, los que han dado a sus hábitos y a sus facultades particulares, sino que por el contrario, sus hábitos, su manera de vivir y las circunstancias en las cuales se han encontrado los individuos de que proviene, son los que con el tiempo han constituido la forma de su cuerpo, el número y estado de un órgano, y las facultades, en suma, de que goza. (Lamarck, 1986: 177).

Si un animal, para satisfacer sus necesidades que le permita seguir existiendo, hace «esfuerzos repetidos para alargar su lengua, y ella adquirirá una longitud considerable (*el hormiguero*); que tenga precisión de asir alguna cosa con este mismo órgano, y entonces su lengua se dividirá en forma de horca» (Lamarck, 1986: 184). De esta misma manera y siguiendo el razonamiento de que *la función crea al órgano*, se explicaría la forma y estructura de las serpientes, como estas se arrastran por la superficie, tienen necesidad de «ver principalmente los objetos elevados o que están por encima de ellos» (Lamarck, 1986: 185), tal necesidad habría influido en la posición de los ojos de las serpientes, como en efecto están «colocados en las partes laterales y superiores de la cabeza para advertir fácilmente lo que está por encima de ellos o a sus lados, pero apenas ven lo que está delante y a corta distancia» (Lamarck, 1986: 185), esto ya es una limitación, puesto que pueden quedar vulnerables a peligros y/o depredadores a corta distancia o que podrían atacar en su avance, por ello las serpientes se vieron obligadas a «palpar estos cuerpos con ayuda de su lengua, que alargan extraordinariamente. Este hábito no solo ha contribuido a hacer esta lengua delgada, muy larga y muy contráctil, sino

que obligó también a dividirse para palpar muchos objetos a la vez» (Lamarck, 1986: 186). Todas estas aseveraciones son –y tal como corresponde a la Filosofía Zoológica– aplicables a los animales; ¿pero qué de los vegetales? ¿Pensaba Lamarck en la evolución de tales seres vivos? La respuesta es sí, aunque fue abordado de manera reducida, pues no olvidemos que Lamarck fue básicamente un Zoólogo de sus tiempos y su obra fue escrita pensando en los animales; aun así, en lo referente a la evolución vegetal, Lamarck sostiene que si bien estos seres no manifiesta hábitos, sin embargo responden a los cambios medioambientales modificando una u otra de sus partes.

En los vegetales, donde no hay acciones, y por consecuencia, no hay hábitos propiamente dichos, grandes cambios en las circunstancias no dejan de producir grandes diferencias en el desenvolvimiento de sus partes. De suerte que estas diferencias desarrollan algunas de tales partes, mientras que atenúan y hacen desaparecer otras muchas. Pero aquí todo se opera por los cambios sobrevenidos en la nutrición del vegetal, en sus absorciones y transpiraciones, en la cantidad de calórico, de luz, de aire y de humedad que recibe entonces habitualmente. En suma, en la superioridad que algunos de los diversos movimientos vitales pueden tomar sobre los otros. (Lamarck, 1986: 168-169).

Entonces y siguiendo con la hipótesis de Lamarck, los individuos de la especies vegetales, sufrirían cambios en sus estructura según se desarrollen en circunstancias favorables o adversas; así, aquellos que crecen en ambientes con suelos ricos en sustancias nutritivas, pronto alcanzaría un desarrollo mejor, serían robustos, frondosos y prestos a reproducirse, en tanto que aquellos vegetales con suelos deficientes en sustancias nutritivas sería débiles, deficientes en su crecimiento y con dificultades para dejar descendencia. La estación de primavera «muy seca es causa de que las hierbas de una pradera crezcan poco, permanezcan

endebles, y aunque en escaso tamaño, florezcan y fructifiquen» (Lamarck, 1986: 169), pero si las misma especie de hierbas tienen una primavera donde se alternen «los días lluviosos y templados hace tomar a estas mismas hierbas un tamaño considerable, y la recolección de pastos es excelente entonces». (Lamarck, 1986: 169). De esta manera, si las circunstancias y factores medioambientales varían drásticamente y por un tiempo prolongado, entonces, de seguro que también varían las plantas en su constitución general como en sus características particulares y esto se heredaría a la siguiente generación.

Por ejemplo, si algún grano de las hierbas en cuestión es transportado a un sitio elevado, sobre una colina seca, árida y pedregosa, muy expuesta a los vientos y puede germinar en ella, la planta que vivirá en este lugar, encontrándose siempre mal nutrida, y los individuos que ella produzca continuando existiendo en tan malas circunstancias, resultará de esto una raza verdaderamente diferente de aquella que vive en la pradera y de la cual procede. (Lamarck, 1986: 169-170).

Con esta posición, Lamarck, interpreta el estado actual de muchos de los vegetales domesticados y cultivados por el hombre. El trigo cultivado (*Triticum sativum*), es un cereal ampliamente difundido en el mundo y cada vez se trata de obtener la mejor producción de él, como en efecto se observa en la actualidad y que seguramente difiere mucho del trigo que alguna vez se encontraba ignorado en la naturaleza. Hoy, una planta de trigo con la tipología que se conoce, no se encuentra en la naturaleza a no ser «como consecuencia de su cultivo en alguna vecindad» (Lamarck, 1986: 171). Esta sería la razón por la cual se pregunta: «¿Dónde se encuentra en la Naturaleza nuestras coles, nuestras lechugas, etc. en el estado en que las poseemos en nuestros huertos?» (Lamarck, 1986: 171). Indudablemente no las hay en estado natural, alejados de la mano y cuidados del ser humano, como

tampoco sucede con los animales domesticados « ¿Dónde se encuentra ya en la Naturaleza esta multitud de razas de perros, que por efecto de la domesticidad se han producido actualmente? » (Lamarck, 1986: 171). La respuesta sin duda, remite a la conocida hipótesis de la influencia del medio, modificación y herencia de caracteres adquiridos. «Indudablemente, una raza primera y única, entonces muy vecina del lobo, fue sometida por el hombre en una época remota a la domesticidad» (Lamarck, 1986: 172), en un principio no se observarían diferencias en la raza, pero posteriormente con la dispersión de los grupos humanos a diferentes lugares, climas, circunstancias del planeta y un tiempo considerable, estas mismos individuos, luego de sufrir la influencia del ambiente y modificar sus hábitos, también modificaron ciertos órganos y estructura corporal, de tal manera que con el transcurrir del tiempo aparecieron nuevas formas y razas de perros que luego de su cruzamiento dieron lugar a las razas actuales, las cuales difieren a cualquier especie de lobo.

De todas estas aseveraciones sólo la primera parte de la hipótesis de Lamarck resulta ser correcta: los organismos evolucionan; más no así, en lo referente a la herencia de caracteres adquiridos. Que los seres vivos se encuentran en un proceso continuo de transformación a lo largo de generaciones sucesivas, es decir evolucionan, a todas luces es un hecho innegable; pero que los caracteres que presentan los padres, como desarrollar algunas habilidades en el deporte, desarrollar los músculos como producto de rigurosas sesiones de ejercicios, etc. no implica que tales características serán heredadas por sus hijos, «el hecho de que un futuro padre levante pesas no significa que sus hijos serán como Arnold Schwarzenegger» (Audesirk, 2003: 7). Pero tenemos que reconocer que en la época de

Lamarck, el mecanismo y procesos de la herencia eran completamente desconocidos. Deberían transcurrir muchos años para que Gregor Mendel, sentara las bases de la herencia, y aún más, todavía para que la corriente dominante de la biológica la adoptara en su seno, como efectivamente sucedió a principios del siglo XX.

2.2.3. DARWIN – WALLACE Y LA SELECCIÓN NATURAL.

El *Origen de las Especies* publicado en 1859, cuyo título original es: *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life* (Del origen de las especies por medio de la selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida), constituye una de las obras más importantes y leídas de nuestros tiempos. En ella Darwin, condensa su teoría de que las especies no son constantes, sino que provienen de otras por lo general ya extinguidas y de que la selección natural es el factor más importante para dar continuidad a las especies con mejores modificaciones.

Las ideas de Darwin, respecto al mecanismo de la evolución de las especies, no fueron exclusivas de él; en 1958 recibió un manuscrito redactado por Alfred Russel Wallace, un naturalista inglés que estudiaba la distribución de animales y plantas en la India y la Península Malaya. En su obra Wallace, «formulaba la idea de la selección natural, a la cual había llegado sin conocer la obra darwiniana, pero inspirado, lo mismo que Darwin, por el tratado de Malthus sobre el crecimiento de la población y la necesaria lucha por la existencia» (Villegas, 2008: 711). Luego entonces la teoría debería llamarse: Teoría Darwin-Wallace del origen de las especies por selección natural, pues ambos y en acuerdo mutuo

presentaron –en 1858 – un informe de la teoría a la Sociedad Linneo de Londres; en el informe, manifestaban que las especies cambian con el tiempo, es decir evolucionan a través de un mecanismo: la selección natural. Pero el artículo presentado no tuvo mayor repercusión, pues el «secretario de la sociedad escribió en su informe anual que nada interesante había ocurrido en ese año» (Audesirk, 2003: 8). Al año siguiente, Darwin publicó su famosa obra *El origen de las especies*, la cual atrajo la atención de muchos académicos y hombres de ciencias. ¿Pero cuáles fueron las ideas de Malthus que influenciaron tanto en el nacimiento de la teoría de la selección natural?

Thomas Robert Malthus nació en 1766 en Inglaterra, fue un economista y discípulo de Adam Smith. En 1798 publicó su *Ensayo sobre el principio de la población y sus efectos sobre el futuro mejoramiento de la sociedad*, cuyo principal objetivo era borrar las esperanzas optimistas diseñadas por William Godwin, un filósofo y político inglés; de allí que el título original de su ensayo sea: *An essay on the principle of population, as it affects the future improvement of society with remarks on the speculations of Mr. Godwin, Mr. Condorcet, and other writers*. Godwin creía que la capacidad individual de razonar era suficiente para lograr el buen funcionamiento de una sociedad, pudiendo esta prescindir de todo organismo de control o instituciones estatales. «El gran error en el que Mr. Godwin se debate a lo largo de toda su obra consiste en atribuir a las instituciones humanas casi todos los vicios y calamidades que afligen a la sociedad.» (Malthus, 1984: 130), de tal manera que la regulación, que deviene del aspecto político y la organización de la propiedad vigente, son – en opinión de Godwin – el origen de todos los males que aquejan a las sociedades humanas. Si respecto al panorama del origen de los males,

lo dicho por Godwin fuese realmente cierto, – dice Malthus– «la total supresión de los males del mundo no sería una tarea desesperada y la razón sería el instrumento más idóneo y adecuado para cumplir tan elevada misión» (Malthus, 1984: 130).

Malthus sostiene que a medida que aumentaba la población, debían cultivarse tierras cada vez menos fértiles y el incremento en la producción alimenticia no alcanzaba a cubrir la demanda. La teoría de Malthus se funda en que la producción de alimentos no es suficiente para abastecer a todos los habitantes de nuestro planeta. Es decir que los seres humanos se reproducen más rápido que los alimentos; «afirmo que la capacidad de crecimiento de la población es infinitamente mayor que la capacidad de la tierra para producir alimentos para el hombre» (Malthus, 1984: 33). De esta manera sostenía que la pobreza de las poblaciones humanas, era simplemente consecuencia del instinto de reproducción del hombre y no dependía de los síntomas y condiciones sociales de la época. «La población, si no encuentra obstáculos, aumenta en progresión geométrica. Los alimentos tan sólo aumentan en progresión aritmética» (Malthus, 1984: 33). Malthus, considera que los seres humanos tienen la natural inclinación a reproducirse, pero para ello necesitan alimentarse; así, formula sus dos postulados: «Primero: el alimento es necesario a la existencia del hombre. Segundo: la pasión por los sexos es necesaria y se mantendrá prácticamente en su estado actual» (Malthus, 1984: 32). De esta manera, considera que para la continuidad de la vida, es necesario que los efectos de estas dos fuerzas naturales «tan desiguales deben ser mantenidos al mismo nivel» (Malthus, 1984: 33), por lo tanto, la disponibilidad de alimento es un gran freno para la supervivencia de las poblaciones humanas, lo cual implica que «la dificultad de la subsistencia ejerza sobre la fuerza de crecimiento de la población una fuerte y

constante presión restrictiva. (Malthus, 1984: 34). Pero, no tan solo estas consideraciones son aplicables a la humanidad; Malthus lo extiende también a los demás seres de la naturaleza. « Tanto el reino de las plantas como el de los animales se contraen bajo esta gran ley restrictiva, y el hombre por mucho que ponga a contribución su razón, tampoco puede escapar a ello» (Malthus, 1984: 34).

Para ejemplificar su tesis, Malthus estima la población mundial en mil millones de habitantes, «la especie humana crecería como los números: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, etc.» (Malthus, 1984: 40), pero los medios de subsistencia alimenticia «lo harían como: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10; etcétera. » (Malthus, 1984: 40). Supongamos un periodo de tiempo transcurrido, como doscientos veinticinco años, «la población sería a los medios de subsistencia como 512 es a 10» (Malthus, 1984: 40), siguiendo este mismo razonamiento, y al cabo de trescientos años «la proporción sería de 4096 a 13» (Malthus, 1984: 40), y luego de transcurridos «dos mil años la diferencia sería prácticamente incalculable a pesar del enorme incremento de la producción para entonces» (Malthus, 1984: 40). De esta manera, para la visión Maltusiana, la explosión demográfica llevaría a la humanidad al abismo del hambre y de la muerte. El crecimiento desmesurado y/o exagerado de la población es la causa de los problemas que aquejan a las sociedades, pues la realidad sería totalmente distinta si la población no aumentaría tan rápidamente, es decir cuando el «aumento del número de personas exceda al de sus medios de subsistencia, el necesario resultado será la continua disminución de la felicidad» (Malthus, 1984: 115). La postura de Malthus es obvia: reducir el número de nacimientos y aumentar la producción de los medios de subsistencia o raciones alimenticias, por eso es partidario del siguiente medio para frenar la natalidad:

El medio más natural y evidente de conseguir este resultado parece ser el de obligar a cada padre a alimentar a su prole: esto actuaría, en cierta medida, como una regla y un freno a la población, ya que es de suponer que ningún hombre traería al mundo seres a quienes no iba a poder asegurar el sustento. (Malthus, 1984: 143).

Parece ser que, Malthus lo que recomienda es traer a la vida a los hijos cuyo mantenimiento quede garantizado. Para hacer frente al problema del aumento de la población, propone dos formas, a las cuales los ha llamado obstáculo positivo y obstáculo preventivo al incremento poblacional.

El obstáculo positivo al incremento de la población, trata de buscar el camino del equilibrio, mediante la muerte, con sus diferentes formas de alcanzarla a través de las epidemias, el hambre, la mortalidad infantil y las guerras. El obstáculo positivo está orientado a reprimir el crecimiento poblacional ya iniciado. Justifica que para controlar el crecimiento demográfico se debe fomentar el hambre y la miseria y consideraba como indigna a la pobreza, por eso «el obrero que se casa sin poder mantener a su familia puede ser considerado, en cierta medida, como enemigo de todos sus compañeros» (Malthus, 1984: 76-77). Para Malthus la causa de la pobreza tiene un origen natural y no social, «por lo tanto sobre una parte de la sociedad deben necesariamente recaer las dificultades de la vida, y éstas recaen, por ley natural, sobre sus miembros menos afortunados» (Malthus, 1984: 72-73), por eso pensaba que no se podía evitar tal situación de miseria, eliminar este flagelo social está fuera de nuestro alcance, con el «vano intento de alcanzar lo que por la propia naturaleza de las cosas es imposible, estamos sacrificando beneficios, no solo posibles, sino seguros» (Malthus, 1984: 84). Se opone tenazmente a las llamadas *poor-laws* (Leyes de pobreza), estableciendo que los subsidios a los pobres no pueden impedir ni la pobreza, ni el hambre, «de no haber existido estas

poor-laws se hubieran dado, quizá, algunos casos más de miseria particularmente severos, pero el caudal global de felicidad entre la gente humilde sería hoy mucho mayor de lo que es» (Malthus, 1984: 81). Si la cantidad de alimentos no abastecían para todos, un subsidio a los necesitados, no significa aumentar el volumen de los medios de subsistencia, pues lo único que genera es el incremento de la cantidad de pobres, pero en ningún caso más riquezas, por lo tanto «estas leyes, en cierta medida, crean a los pobres» (Malthus, 1984: 75). Derogando estas leyes de protección, se generaría temor a la miseria y se controla la tendencia al incremento de la población.

Tal como propone Malthus, el crecimiento poblacional es superior a la capacidad de los suelos para producir el alimento necesario para subsistir, de tal manera que «la muerte prematura en una u otra forma debe necesariamente visitar a la raza humana» (Malthus, 1984: 108), para mantener el equilibrio necesario entre volumen poblacional y volumen de alimentos y al «mismo tiempo sirven para seleccionar a los niños más robustos, que serán los únicos en llegar a la edad madura» (Malthus, 1984: 50). De aquí ya se desprende una de las ideas fundamentales de Darwin, es decir la selección de aquellos seres que disponen de más alimentos. Pero, continuando con el razonamiento maltusiano, los vicios de la humanidad son «agentes activos y eficaces de despoblación» (Malthus, 1984: 108) y muchas veces estos vicios terminan con los pobres, pero si fracasan en «su labor exterminadora, son las enfermedades, las epidemias y la peste quienes avanzan en terrorífica formación segando miles y aún decenas de miles de vidas humanas» (Malthus, 1984: 108). Pero si con esto no basta para destruir a los más necesitados, a los menos favorecidos o a aquellos «desgraciados que en la gran

lotería de la vida han sacado un billete en blanco» (Malthus, 1984: 146), quedaba todavía el más terrible recurso para desaparecerlos, como «reserva el hambre: ese gigante ineludible que de un solo golpe nivela la población con la capacidad alimenticia del mundo» (Malthus, 1984: 108). En definitiva el destino de los pobres estaba sellado, no tenían un lugar más en la sociedad, tenían que dejar su lugar para la felicidad de otros más favorecidos.

El obstáculo preventivo al incremento de la población, se refiere a « [...] la aprensión ante las dificultades que supone el mantenimiento de una familia lo que actúa como obstáculo preventivo [...] » (Malthus, 1984: 63), de esta manera aconseja disminuir el número de nacimientos para evitar el incremento poblacional, esto no es otra cosa que el control de la natalidad. Para él no era concebible otro control que no fuese la continencia sexual y tomando como ejemplo a la sociedad inglesa plantea la disminución de la matrimonios jóvenes. «A los hijos de los comerciantes y de los labradores se les aconseja no casarse, y generalmente se ven obligados a seguir este consejo, mientras no tengan establecido algún negocio o adquirida una labranza que les permita mantener a su familia» (Malthus, 1984: 65). Invita a reflexionar sobre las consecuencias que tendrían para un labrador u obrero que estando soltero y con un mínimo de confort, decida casarse y tener descendencia; tales ciudadanos deberían estar:

[...] tal vez, dispuestos a sacrificar su comodidad y a trabajar más a cambio de poder compartir la vida con la mujer que ama, pero, por poco que piense, tendrá que comprender que el día en que tenga una familia numerosa y sufra una racha de mala suerte , ni su frugalidad ni todo el esfuerzo físico que quiera desplegar en su trabajo podrá preservarle de las desgarradora sensación de ver a sus hijos pasar hambre, o evitarle

tener que sacrificar su independencia recurriendo a la asistencia pública.
(Malthus, 1984: 65).

La intención de Malthus es prevenir el aumento de la población, por ello aconseja insistentemente la soltería y evitar los matrimonios jóvenes para disminuir los nacimientos, pues ponía sobre aviso las dificultades que traería mantener un hogar, pues la miseria hacía retardar los matrimonios y los jóvenes «disuadidos y acobardados por las perspectivas poco risueñas que se abren ante ellos, la aplastante mayoría deciden permanecer solteros sin moverse de donde están» (Malthus, 1984: 66). De este modo se podía evitar el hambre al retardar los matrimonios y por ende los nacimientos y número de hijos.

Las formulaciones que Darwin hace en su teoría, fueron influenciadas en un alto grado por un lenguaje aprendido de figuras como Malthus y Spencer. Como el propio Wallace reconoció, la lectura de Malthus fue decisiva para la formulación de la teoría de la selección natural. Las ideas maltusianas se conocían y discutían en los ambientes intelectuales de la época. Conceptos como competencia, lucha por la vida y sobrepoblación, que aparecen en el *Primer ensayo sobre la población* de Malthus, sirvieron tanto a Wallace como a Darwin para dar forma a sus teorías. En efecto, la relación entre los seres vivos y la disponibilidad de alimento, se desarrolla en un contexto de lucha que constantemente afectaría a las poblaciones humanas, animales y vegetales. La fuerza de la población, que «es de un orden superior» (Malthus, 1984: 40), se vería controlada por la «poderosa ley de la necesidad refrenando el impulso de la mayor de estas fuerzas» (Malthus, 1984: 41). En este sentido la consecuencia de la acción restrictiva, es la pugna por conseguir el sustento que permita continuar existiendo.

Respecto a las plantas y a los animales, la cuestión es simple. Unos y otros son impulsados por el poderoso instinto a multiplicar su especie, sin que este instinto sea detenido por ningún raciocinio o reparo acerca del sustento de la prole. Siempre que existe libertad tenemos la fuerza generadora en acción y los efectos de la excesiva abundancia son destruidos posteriormente por la falta de espacio y de alimento, tan frecuente entre las plantas y los animales, y, asimismo, entre estos últimos, por la lucha a muerte que se libran entre sí. (Malthus, 1984: 41).

Sin embargo, respecto al ser humano, *la lucha a muerte* a la que alude Malthus, se ve frenada en parte por el poder de la razón. «Él también se halla impulsado por un instinto no menos potente, pero la voz de la razón le detiene en su impulso. ¿No estará trayendo al mundo seres a quien no pueda, tal vez, asegurar el sustento?» (Malthus, 1984: 41). En esencia, la permanencia o no de un grupo de seres humanos en el escenario de la vida, dependía previamente de una pugna feroz donde prevalece el más fuerte, de esta manera, cuando el «choque se producía con otras tribus semejantes, la contienda se convertía en una lucha feroz por la existencia, en un combate desesperado a vida o muerte» (Malthus, 1984: 53), en consecuencia prevalecía el grupo que dominaba y para ello debería hacer desaparecer a los más débiles. Pero no solamente este fin se alcanzaba por medio de la pugna directa; también esta lucha se trasladaba a otros escenarios, así por ejemplo, cuando de obtener alimentos se trata, «la competencia entre los compradores en el mercado provocaría la rápida subida del precio de la carne» (Malthus, 1984: 71), esta competencia seleccionaba a quienes podía comer carne y quienes no, estos últimos estaban condenados a la desnutrición y en definitiva a sufrir los horrores de la miseria y la muerte.

Las ideas de Malthus respecto al crecimiento de la población humana y la necesaria lucha por la existencia, fueron llevadas por Darwin y Wallace al campo evolutivo para explicar la forma o el como ocurre la evolución de las especies. «Darwin proyectó en la naturaleza los esquemas imperantes de la sociedad burguesa victoriana de la época y especialmente el concepto de «lucha por la existencia» ampliamente desarrollado por Malthus. Las ideas sobre la libre competencia, la lucha por la existencia, la superpoblación, la supervivencia de los más aptos, y la desaparición de los que no lo son [...] » (Josa I Lorca, 2009: 20), ya habían sido consideradas anteriormente, pero volvieron a tener presencia durante la época de Darwin, de modo que existía todo el soporte ideológico para la teoría científica que se estaba gestando. Darwin aplica la lucha por la existencia entre los seres vivos del planeta, la que resultaría inevitablemente como consecuencia de su aumento en progresión geométrica.

Esta es la doctrina de Malthus, aplicada al conjunto de los reinos animal y vegetal. Como de cada especie nacen muchos más individuos de los que pueden sobrevivir, y como, consiguientemente, hay que recurrir con frecuencia a la lucha por la existencia, se deduce que cualquier ser, si varía, aunque sea levemente, de algún modo provechoso para él, bajo las complejas y a veces variables condiciones de vida tendrá mayor probabilidad de sobrevivir, y de ser así seleccionado naturalmente. Según el vigoroso principio de la herencia, toda variedad seleccionada tenderá a propagar su forma nueva y modificada. (Darwin, 1983: 56)

Como se percibe, la influencia de Malthus es decisiva en el pensamiento de Darwin. Ahora Darwin ya tiene un fundamento que de sustento a su teoría de la selección natural; de hecho casi todos los seres vivos se reproducen con tal rapidez mayor a la de los seres humanos, los insectos, las plantas, muchos mamíferos se reproducen rápidamente de tal manera que de no existir un *freno natural*, el número

de individuos crecería sin restricción hasta colmar el planeta, sin embargo las poblaciones «tienden a conservar un tamaño aproximadamente constante» (Audesirk, 2003, 8). Luego, es evidente que en cada generación desaparezcan gran cantidad de individuos y por consiguiente la mayoría de ellos no se reproducen.

Si bien la evolución, a todas luces, es evidente y hoy nadie duda de que se haya producido y lo sigue haciendo, el problema es saber cómo se ha producido. La evolución de las especies por selección natural tiene dos partes, la primera – como ya quedó establecido anteriormente– es el hecho evolutivo, pues «el creacionismo es indefendible. [...] la evolución ha demostrado estar fuera de toda duda.» (Evans, 2005: 24). La segunda parte, constituye la idea peculiar de Darwin-Wallace: la teoría de la selección natural. «La teoría de la selección natural, y no la [...] evolución, fue la contribución más original de Darwin a la biología.» (Evans, 2005: 25). La originalidad de esta teoría radica en proponer un mecanismo o medio práctico que explique cómo y por qué se produjo la evolución, a tal mecanismo Darwin lo llamó selección natural, pero ... ¿por qué?.

La respuesta nos la da el propio Darwin en el primer capítulo de su *Origen de las especies*: La variación en el estado doméstico. El ser humano desde su aparición en el planeta, ha ido paulatinamente aprendiendo a convivir y sacar provecho del medio que le rodea, en ese incesante discurrir su curiosidad lo llevó a descubrir maneras de superar algunas de sus limitaciones para enfrentar la naturaleza, de esta manera aprendió a criar animales, a seleccionar plantas de las cuales alimentarse, a utilizar pieles de animales para cubrirse del frío. Descubrió que podía levantar pesadas rocas utilizando palancas y aprovechar así la fuerza de la naturaleza en su propio beneficio, a usar el fuego, etc. El ser humano ya no era una

especie cuyo destino natural dependiera únicamente de lo que naturalmente podría sucederle, tal como ocurría con las demás especies, sino que era el artífice de su propia existencia. El grado de inteligencia que el ser humano alcanzó le permitió ir más allá; encontró la cura de muchas enfermedades, muchos de cuyos insumos dependían de plantas y animales; la mortalidad infantil se redujo; produjo alimentos en abundancia y su promedio de vida se incrementó considerablemente con cada descubrimiento. Individuos que en el pasado hubieran sucumbido por su incapacidad para sobrevivir y adaptarse, ahora lo lograban gracias a que la humanidad pensaba en nuevas ideas para aumentar su bienestar y reducir la incomodidad. Muchos de estos logros se deben a su capacidad de domesticar animales y plantas en beneficio propio, es decir modifica paulatinamente ciertas características de tal o cual ser vivo con el fin de servirse de ello, es decir, realiza una selección de aquello que le sirve de tal manera que dicha selección es artificial. De esta manera y con el paso de los años, fueron apareciendo nuevas razas de animales y plantas, hasta que después de mucho tiempo aparecieron las especies tan comunes que nos hacen compañía en nuestro devenir histórico.

No podemos suponer que todas las castas se produjeron de repente tan perfectas y tan útiles como las vemos ahora; realmente, en muchos casos sabemos que no ha sido esta su historia. La clave está en el poder del hombre para la selección acumulativa: la naturaleza produce variaciones sucesivas; el hombre las aumenta en determinadas direcciones útiles para él. En este sentido puede decirse que ha hecho para sí mismo razas útiles. (Darwin, 1983: 81).

El ser humano seguramente en algún momento de su historia encontró un cachorro de lobo, lo vio tan indefenso, vulnerable y cogiéndole cariñosamente lo llevó a su guarida, allí lo alimentó, le dio calor y protección, seguramente con el

tiempo el animal se unió a su manada, pero un buen día se quedó con aquel bípedo: fue domesticado; así se originarían los perros domésticos en todo el mundo. Respecto a nuestros perros domésticos Darwin señala que ha llegado a la conclusión, «después de una laboriosa recopilación de todos los datos conocidos, de que han sido amansadas varias especies salvajes de cánidos, que su sangre, en algunos casos totalmente mezclada, corre por las venas de nuestras castas domésticas» (Darwin, 1983: 70). Si esto sucedió con nuestros canes y además hoy tenemos muchísimas razas distribuidas por el mundo y adaptadas a tales o cuales trabajos y necesidades para el ser humano como los ovejeros, el perro de las nieves, los hogareños o aquellos simplemente que alegran con su gracia estética, es necesario que hayan pasado por una serie de pasos que han ido modificando muy lentamente sus apariencias, pues hoy «nadie supone que nuestras producciones más selectas se hayan producido por una sola variación del tronco primitivo (Darwin, 1983: 82). Las diferentes razas de perros que la humanidad ha obtenido por selección artificial, demuestran el potencial de cambio que tienen las especies. De manera análoga sucedió con las plantas, las cuales sistemáticamente fueron seleccionadas por el ser humano según la necesidad la fuera requiriendo, al darse cuenta de tal utilidad, ponía todo su empeño como hasta hoy por preservarla de todo aquello que podría dañarla en espera de su codiciado fruto.

Una vez que una raza de plantas está bastante bien fijada, los productores de semillas no escogen las plantas mejores, sino que simplemente se pasan por sus semilleros y arrancan los *rogues*, como llaman ellos a las plantas que se apartan del tipo conveniente. Con los animales también se sigue, de hecho, esta clase de selección, pues casi nadie es tan descuidado que saque cría de sus animales peores (Darwin, 1983: 82).

Al seleccionar intencionalmente un animal o una planta y preservarla a lo largo de muchas generaciones, se garantizaba su continuidad, pues se buscaba que se reproduzcan aquellas cuyas características eran prefijadas en función del valor de su utilidad, además se realizaron cruces para mejorar tal condición de utilidad. Seguramente en este intento muchos serían los ensayos e intentos por obtener la raza ideal, de tal manera que se hacían necesarios más y más individuos seleccionables y con el tiempo una raza no pudo tener un origen preciso o identificable, pues fue el resultado de un proceso complejo « de hecho, de una casta, como de un dialecto de un idioma, difícilmente puede decirse que tenga un origen preciso» (Darwin, 1983: 89). Así, el ser humano con mucho tiempo y paciencia logró artificialmente obtener nuevas especies.

Aunque existan salvajes tan bárbaros que no piensan nunca en el carácter hereditario de la descendencia de sus animales domésticos, sin embargo, cualquier animal que les es particularmente útil para algún objeto especial será cuidadosamente preservado de las hambres y otras calamidades, a las que tan expuestos se hallan los salvajes, y estos animales escogidos darían así generalmente más descendencia que los de clase inferior, de modo que en este caso se iría produciendo una especie de selección inconsciente (Darwin, 1983: 86).

Ahora bien, esta manera de seleccionar del ser humano para generar razas y con el tiempo especies, es una selección artificial, de semejante modo –entendió Darwin y Wallace– la naturaleza teniendo como aliado al tiempo, pacientemente selecciona aquellas especies con mayor capacidad para obtener alimentos, adaptarse al medio y dejar descendencia; es a esta selección y para diferenciarla de aquella realizada por el ser humano, se la denominó selección natural.

He denominado a este principio, por el cual toda variación ligera, si es útil, se conserva, con el término de «selección natural», a fin de señalar

su relación con la facultad de selección del hombre. Pero la expresión frecuentemente empleada por Mr. Herbert Spencer de «supervivencia de los más aptos» es más exacta y, a veces, igualmente conveniente. (Darwin, 1983: 116).

La selección natural se constituye de esta manera en el mecanismo general que dirige el proceso evolutivo de modo tal que la «acción acumulada de la selección, ya aplicada metódica y activamente, ya inconsciente y lentamente, pero con más eficacia, parece haber sido la fuerza predominante» (Darwin, 1983: 93) que rige la evolución de las especies, es decir, «es una fuerza incesantemente dispuesta a la acción, y tan inconmensurablemente superior a los débiles esfuerzos del hombre como las obras de la naturaleza lo son a las del arte» (Darwin, 1983: 117).

En modo alguno, razonaba Darwin, que las especies hayan aparecido de súbito, ya formadas y adaptadas, en el escenario de la vida, algo tuvo que haber ocurrido, y ese algo debió tomar mucho tiempo antes de ser seleccionado. Por todos lados se observa la estrecha relación y armonía entre los seres vivos y entre estos y el medio donde habitan, por lo cual «parece tan improbable que una parte cualquiera haya sido producida súbitamente perfecta como el que una máquina complicada haya sido inventada por el hombre en estado perfecto» (Darwin, 1983: 96). De esta manera se entendía que los seres vivos están en constante cambio, sujetos a variación permanente debido a las constantes o permanentes lazos de interrelación y dependencia. Consecuentemente al lado de los cambios y variaciones, se hacen presentes las diferencias individuales y esto es el punto de partida de Darwin por ser «los primeros pasos hacia variedades tan leves que apenas se las creen dignas de mención en los tratados de historia natural» (Darwin, 1983: 106), estas leves diferencias que empezarían a vislumbrar una nueva variedad y

«que son en algún grado más distintas y permanentes, como pasos hacia variedades más intensamente acentuadas y permanentes; y a estas últimas, como pasos que conducen a las subespecies, y luego a las especies» (Darwin, 1983: 106). Estas ideas dan cuerpo a una teoría: la teoría de la evolución, es decir, el hecho de que las especies puedan cambiar, una especie puede dar paso y generar otra especie, por lo tanto y en última instancia, «todas las especies de la Tierra descienden de un único ancestro común, igual que las ramas de un árbol brotan todas de un único tronco» (Evans y Selina, 2005: 8).

La selección natural es un proceso que requiere de mucho tiempo y de hecho, el factor tiempo suficiente es decisivo en la evolución, el mismo Darwin lo contempla: «Que la selección natural obra generalmente con extrema lentitud, lo admito por completo» (Darwin, 1983: 169). Además del tiempo, la selección natural necesita que los seres vivos dejen descendencia, es decir, tengan la capacidad de reproducirse dando origen a seres semejantes. Ahora bien, la descendencia no es del todo igual a la generación progenitora, difiere en algo, es decir se presentan variaciones – para usar los términos de Darwin –, las cuales establecen ciertas diferencias entre los individuos que las poseen y repercute en la capacidad de sobrevivir.

La selección natural obra exclusivamente mediante la conservación y acumulación de variaciones que sea provechosas, en condiciones orgánicas e inorgánicas a que cada ser viviente está sometido en todos los períodos de su vida. El resultado final es que todo ser tiende a perfeccionarse más y más, en relación con las condiciones. (Darwin, 2009: 187).

En este sentido, la naturaleza realiza una selección de los seres más adecuados y les permite vivir para dejar descendencia. Los seres vivos engendran

seres semejantes, cumpliéndose aquello de que los hijos se parecen a sus padres, es decir, se presenta estabilidad en el proceso reproductivo. En cualquier población dada se producen variaciones aleatorias – hoy las conocemos como mutaciones – entre los organismos individuales, algunas de las cuales son hereditarias, es decir, que no son originadas por factores medioambientales. La interacción entre estas modificaciones hereditarias, surgidas al azar y las particularidades medioambientales, influyen decisivamente en cuáles son los individuos que van a sobrevivir y reproducirse y que individuos no podrán hacerlo. Algunas de tales variaciones permiten que los individuos produzcan más descendencia que otros. Darwin llamó a estas características, variaciones favorables y propuso que las variaciones favorables heredadas tienden a hacerse cada vez más comunes de una generación a otra. Este es el proceso al que Darwin llamó *selección natural*. Con tiempo suficiente, la selección natural lleva a la acumulación de cambios que provocan diferencias entre grupos de organismos y de esta manera se origina una nueva especie.

Pero si alguna vez ocurren variaciones útiles a cualquier ser orgánico, los individuos así caracterizados tendrán seguramente las mejores probabilidades de conservarse en la lucha por la vida, y, por el poderoso principio de la herencia, éstos tenderán a producir descendencia con caracteres semejantes. A este principio de conservación o supervivencia de los más aptos, lo he llamado selección natural. (Darwin, 1983: 185-186).

Darwin había notado que entre los individuos de una misma especie se presentaban diferencias o variaciones –para usar sus propios términos–, como por ejemplo como tener un tamaño mayor, piel más gruesa, extremidades un poco más robustas, colores más vistosos, etc. lo cual influye grandemente en la supervivencia

del individuo, seguramente y hasta «cierto punto, el azar juega un papel en la decisión de quién sobrevive, pero las características del individuo tienen a veces mucha importancia» (Gamlin, 1997: 36). El animal con patas más largas podrá tener más ventaja en velocidad para escapar de sus predadores; la piel más gruesa permitirá pasar sin muchos apuros el rigor de un frío invierno; las flores más vistosas llamarán más a menudo a los agentes polinizadores, todo lo cual permitirá al ser vivo no solo sobrevivir, sino la oportunidad ventajosa para dejar descendientes de tal manera que tales características útiles se manifestarán en la siguiente generación. Con tiempo y «después de cientos de generaciones, estos pequeños cambios pueden convertirse en diferencias notables» (Gamlin, 1997: 36); este proceso –siguiendo el razonamiento de Darwin– da paso a múltiples adaptaciones y con tiempo suficiente se llegarían a producir nuevas especies.

Un ejemplo muy común usado por varios autores como Gamlin (1997) y Evans (2005), para ilustrar la selección natural es el caso de la mariposa del abedul: *Biston betularia*, es un lepidóptero nocturno que durante el día descansa en las ramas o troncos de los árboles cubiertos de líquenes de color grisáceo. Las pálidas alas moteadas de la mariposa se camuflan con los líquenes del tronco y contribuye a que sean confundidas. Con la llegada de la industria en la llamada Revolución Industrial en el siglo XIX, la polución exterminó los líquenes y los troncos de los árboles se volvieron negros por la sedimentación de hollín de las fábricas. Entonces las mariposas de color claro empezaron a desaparecer porque destacaban sobre el fondo oscuro, en cambio prevalecían poco a poco aquellas de color oscuro; así a mediados del siglo XIX se observaron cada vez más ejemplares de color oscuro. ¿Qué había sucedido?

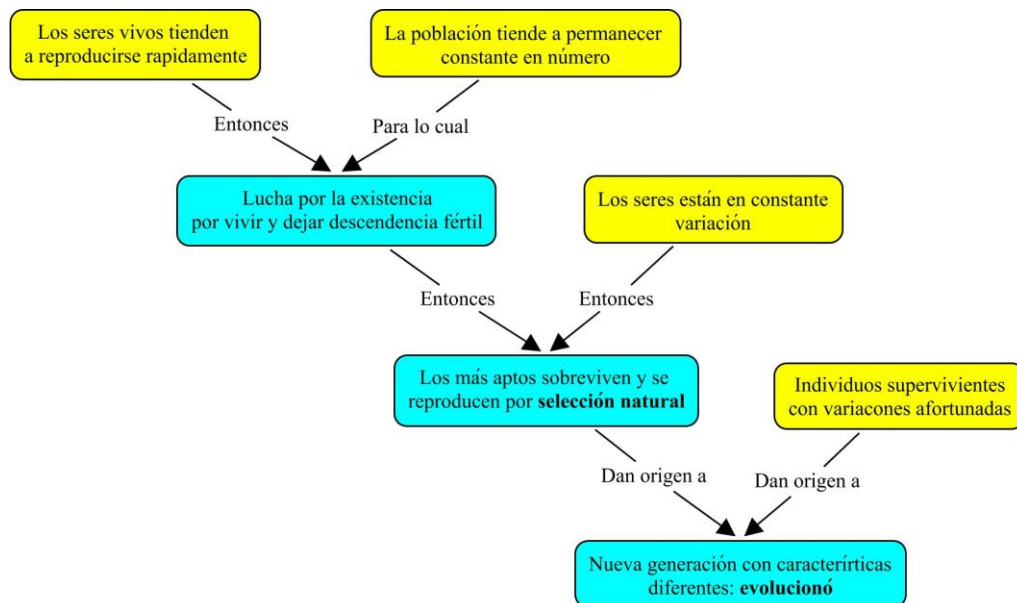
Había una vez una población de mariposas de color claro que vivía en un bosque de Inglaterra. Cuando las mariposas se posaban en las ramas de los árboles más claras, a los pájaros les costaba verlas. El color claro constituía un medio de camuflaje. Pero, entonces un día, un gran industrial construyó una fábrica cerca del bosque. Las ramas se volvieron grises por la contaminación, y las mariposas ya no conseguían esconderse cuando se posaban en las ramas, los pájaros las identificaban fácilmente al contrastar con un fondo gris oscuro. [...] Sin embargo, un día nació una mariposa gris. Esta mariposa se camuflaba mejor que las demás en las ramas grises, de modo que los pájaros no la identificaban con tanta facilidad (Evans, 2005: 31-32).

En conclusión, la versión oscura de la mariposa del abedul o polilla moteada, surgió por mutación y se camuflaba mejor que la polilla original; de esta manera y gradualmente, las mariposas oscuras se hicieron cada vez más frecuentes al tener la oportunidad de sobrevivir mejor y dejar descendencia, por cuanto la mayoría de la descendencia heredaron el color gris y vivieron por más tiempo que sus primas de color claro, así pues, pasadas varias generaciones la gran mayoría de las mariposas de los bosques de abedules eran grises; la población de polillas moteadas había evolucionado por selección natural. (Ver Anexo 02)

Darwin señala muchos ejemplos al respecto de la selección natural, así «[...] las semillas aladas no se encuentran nunca en frutos que no se abren» (Darwin, 1983: 214), de allí la imposibilidad de que las semillas gradualmente adquieran alas por selección natural, en tanto las cápsulas no se abran; pues solamente si están abiertas, las semillas que tendrían características más «adecuadas para ser llevadas por el viento pudieron adquirir ventaja sobre otras menos adecuadas para una gran dispersión» (Darwin, 1983: 214). De esta manera, Darwin, justifica que la selección natural tiene un fin determinado, tal fin es ganar un lugar

para vivir, en tanto otros están condenados a desaparecer. «La selección natural, no hay que olvidarlo, puede obrar solamente mediante la ventaja y para la ventaja de cada ser» (Darwin, 1983: 216-217).

Esquema del proceso evolutivo en la teoría de Darwin-Wallace



Basado en Audesirk 2003: 10

La teoría de Darwin-Wallace considera al ambiente como la principal causa de la evolución; pues el ambiente iría eliminando a los seres con variaciones desfavorables y conservando, vía la reproducción, aquellos que presentan variaciones ventajosas en relación con un ambiente determinado; esto traería consecuentemente que después de varias generaciones sólo existieran las variantes más adaptadas, habiéndose alejado, por lo tanto del tipo ancestral, y dando como resultado la formación de nuevas especies. En este sentido, Darwin explica el proceso por el cual la jirafa adquirió gran estatura y cuello largo; presupone que en las sabanas africanas el alimento para la mayoría de herbívoros estaban cerca del nivel del suelo por lo tanto la «una cantidad de comida dejada intacta por los otros

cuadrúpedos ungulados del país tuvo que haber sido ventajoso para la jirafa en formación» (Darwin, 2009: 297), entonces las jirafas tenían que buscar su alimento en lugares altos, como las jirafas tienen el cuello un tanto largo, y unas tienen el cuello más largo que otras, aquellas con cuello más alargado alcanzarían mejor las ramas y hojas para alimentarse, de tal manera que las jirafas alimentadas tienen mayor probabilidad de reproducirse y dejar descendencia, las crías de estas jirafas en su gran mayoría, heredan el cuello largo de sus padres, luego de miles de años las de cuello largo prevalecen y reproducen, en tanto que las de cuello corto desaparecen, las más aptas sobreviven debido a que por *variaciones afortunadas* que adquirieron fueron seleccionadas naturalmente para tener éxito en la vida. Por lo tanto en todo lugar «es casi seguro que alguna clase animal será capaz de ramonear más alto que los otros y es igualmente casi seguro que esta clase sola pudo haber alargado su cuello con este objeto; mediante selección natural y los efectos del aumento del uso» (Darwin, 2009: 297-298). Tal sería el trabajo selectivo que la madre naturaleza efectúa para seleccionar a los seres vivos; en el ejemplo, al originarse la jirafa «los individuos que ramoneasen más alto y que durante los tiempos de escasez fuesen capaces de alcanzar aunque sólo sea unos cinco centímetros más arriba que los demás, se conservarían a menudo» (Darwin, 1983: 279), estos individuos favorecidos, recorrerían la región consiguiendo alimento y sobreviviendo, en tanto que aquellas jirafas con cuello reducido estarían condenadas a desaparecer y por lo tanto no dejan descendencia.

Este ejemplo de evolución por selección natural, se produciría en todos los seres vivos, de una u otra manera de tal modo que «ciertos distritos y tiempos han sido mucho más favorables que otros para el desarrollo de cuadrúpedos tan grandes

como la jirafa» (Darwin, 2009: 298). En consecuencia lo que plantea Darwin es que las especies están en constante variación de acuerdo a las necesidades y retos del medio en el cual habitan, de tal manera que las variaciones que permiten adaptarse mejor al medio son las que persisten en el tiempo, se heredan y por lo tanto seleccionan a tal o cual especie, en este sentido la selección natural es un proceso que demanda mucho tiempo y «las mismas condiciones favorables tienen que durar mucho para que tenga que producir así un efecto señalado» (Darwin, 2009: 299), de esta manera se explica porque en diversos lugares del planeta existen diversos tipos y especies de seres vivos. Ver Anexo 03.

Si analizamos el gráfico del Anexo 03, tenemos:

1. En un punto determinado del tiempo y del espacio cierta población de jirafas está formada por individuos con características diferentes, es decir, presentan variaciones; de tal manera que algunas jirafas tienen el cuello y las patas más largas que otras.
2. Durante épocas desfavorables, como largos periodos de sequía, las jirafas de cuello y patas más largas podrán alcanzar las hojas de las ramas altas de los árboles que les sirven de alimento, de modo que pueden comer y tendrán mayor probabilidad de sobrevivir y reproducirse; en tanto que las jirafas de cuello y patas cortas, están condenadas a perecer de hambre.
3. Gradualmente y durante mucho tiempo, generación tras generación, de la población original las jirafas con cuello y patas largas serán más abundantes, pero no solo eso, tendrán la posibilidad de engendrar descendencia.

De anteriormente señalado, se deduce que tres son los ingredientes fundamentales de la teoría de Darwin: variación, herencia y competencia o lucha por la existencia.

Charles Darwin estaba convencido de la evolución, de esto no había duda, pero pensaba y pensaba seriamente en la fuerza que la impulsaba. Durante cierto tiempo que esta respuesta se encontraba en la teoría de Lamarck en relación al esfuerzo por cambiar en un proceso automático mediante el cual todo ser vivo tenía la tendencia a progresar y además existía la necesidad de adaptarse al medio ambiente; pero pronto estas respuestas no fueron satisfactorias, su interés se volvió al estudio de la reproducción de plantas cultivadas, animales de granja y animales domésticos, él mismo era un ferviente criador de palomas; «preguntando a los criadores, aprendió que había pequeñas variaciones en los individuos, entre las que se podía elegir. Un criador de perros solía escoger una característica y cruzar dos perros que la portaran» (Gamlin, 1997: 32), de esta manera, se elegía entre los cachorros los que hubieron elegido tal o cual característica y se los reproducía; si este procedimiento se repetía generación tras generación, llegaría un momento en el que la característica elegida se presentaría de manera más detallada y pronunciada. «Puede dudarse de si las súbitas y considerables desviaciones de estructura, como las que de cuando en cuando vemos en nuestras producciones domésticas, especialmente en las plantas, se propagan alguna vez de modo permanente en estado de naturaleza» (Darwin, 1983: 96). La variación, por lo tanto era de suma importancia para la consolidación de la teoría darwiniana, además era un hecho natural, a las cuales muchas veces se las denominaba monstruosidades –para usar en términos el propio Darwin–. Así, las variaciones individuales, llevaban lentamente

hacia cambios trascendentales hasta originar una nueva variedad, y una nueva variedad era el preámbulo de una nueva especie.

[...] considero a las diferencias individuales, a pesar de su escaso interés para el sistematizador, como de la mayor importancia para nosotros, por ser los primeros pasos hacia variedades tan leves que apenas se las creen dignas de mención en los tratados de historia natural. Y considero a las variedades que son en algún grado más distintas y permanentes, como pasos hacia variedades más intensamente acentuadas y permanentes; y a estas últimas, como pasos que conducen a las subespecies, y luego a las especies. (Darwin, 1983: 106).

En consecuencia el pensamiento del autor de *El origen de las especies*, consideraba de vital importancia el surgimiento de una determinada característica o variación a nivel individual, luego tal variación seguía una concatenación de sucesos: variación o cambios a nivel individual dan origen a variedades leves, estas a variedades más intensas, estas dan lugar a subespecies las cuales originan una nueva especie.

Respecto al segundo ingrediente, la herencia, la cual sin duda existía para Darwin, además era de sumo interés para que las generaciones futuras adquirieran una determinada variación y se realice el cambio. «Toda variación que no es hereditaria carece de importancia para nosotros» (Darwin, 2009: 67). Concedía pues Darwin, importancia proceso de la herencia, pero estaba perplejo, él sabía que los hijos se parece a los padres, pero sin embargo no pocas veces había notado que los hijos se parecen a los abuelos u otros parientes, jamás logró entender cómo se realizaba esto.

Las leyes que rigen la herencia son, en su mayor parte, desconocidas. Nadie puede decir por qué la misma particularidad en diferentes individuos de la misma especie o en diferentes especies es unas veces

heredadas y otras no; por qué muchas veces el niño, en ciertos caracteres, vuelve a su abuelo o abuela, o un antepasado más remoto [...]» (Darwin, 2009: 68).

El error más significativo de Darwin fue creer que las características de los progenitores se mezclaban y heredaban en la descendencia, pero esto supondría una seria dificultad a su teoría, por cuanto si uno de los padres era portador de una característica útil, esta quedaría disuelta en la descendencia y probablemente se perdería. Sabía que si por ejemplo un perro de color negro puro se cruza con otro de color diferente, los colores no se mezclaban en la descendencia. La explicación a estos detalles correspondería a Mendel quien años más tarde sentaría las bases de la herencia y el nacimiento de la ciencia genética.

Ahora en lo que respecta al tercer ingrediente de la teoría: la competencia o la lucha por la existencia; era evidente que muchos animales, llegado el momento de dejar descendencia, depositan cientos de huevos, pero muy pocos de estos eclosionan y de ello aún otros pocos llegan a la edad adulta como para nuevamente dejar descendencia; en el camino morían muchos individuos y algunos jamás tuvieron la oportunidad de salir del huevo. Otro tanto sucede con las plantas, cuando ellas dejan sus semillas al viento o cualquier agente de dispersión, no existe garantía de que tocarán tierra fértil para prosperar hasta llegar a plantas; «el azar juega sin duda el papel principal en decidir cuáles llegarán al lugar adecuado» (Gamlin, 1997: 34). Para la descendencia que tiene un lugar en la vida le quedan muchos desafíos para conseguir alimento, espacio, agua, luz. Esta realidad, Darwin lo aprecia como cualquier ser humano entendido de la naturaleza, pero con la ayuda de la teoría de Tomas Malthus en el Ensayo sobre el principio de población, – anteriormente comentado– hace de esta pérdida de vida la fuerza conductora de la

evolución, es decir que «la lucha por la existencia se relaciona con la selección natural» (Darwin, 1983: 115). De modo que las variedades que tienen más éxito en la lucha por la vida respecto de otras, paulatinamente y con mucho tiempo darán origen a nuevas especies. Las variedades:

[...] son consecuencia de la lucha por la vida. Debido a esta lucha, las variaciones, por ligeras que sean, y cualquiera que sea la causa de que procedan, si son en algún grado provechosas a los individuos de una especie en sus relaciones infinitamente complejas con otros seres orgánicos y con sus condiciones físicas de vida, tenderán a la conservación de estos individuos y serán, en general, heredadas por la descendencia. La descendencia también tendrá así mayor probabilidad de sobrevivir [...] (Darwin, 1983: 120).

Esta lucha es dura e incesante porque deja de lado a variedades y especies débiles que no pudiendo competir con los más aquellas más dominantes solo les queda desaparecer del escenario de la vida, son seleccionados naturalmente –diría Darwin– «La lucha por la vida descrita por Darwin se va haciendo demasiado dura para una gran parte de organismos carentes de recursos, recursos que van siendo acaparados por una sola especie» (Moreno, 2010: 35). Tal especie será la ganadora y tendrá oportunidad de sobrevivir para dejar descendencia, se cumplirá de este modo «la supervivencia de los más adecuados» (Darwin, 2009: 140), la supervivencia de los más aptos. Sin embargo a Darwin le asaltaba estos destructivos métodos de selección que empleaba la naturaleza, o eso es lo que parece, como lo reconoce al decir que cuando reflexionamos sobre esta lucha «nos podemos consolar con la completa seguridad de que la guerra en la naturaleza no es incesante, que no se siente ningún miedo, que la muerte es generalmente rápida y que el vigoroso, el sano, el feliz, sobrevive y se multiplica» (Darwin, 2009: 137).

En base a las tres premisas anteriores, Darwin elaboró su famosa teoría de selección natural o de la preservación de las razas más favorecidas en la lucha por la existencia. Esta teoría –como es de amplio conocimiento– fue el resultado del famoso viaje alrededor del mundo. Observando la vegetación y exuberancia animal en los trópicos, Darwin quedó asombrado de tal diversidad al comparar con las especies europeas. Descubrió una serpiente que tenía extremidades posteriores muy rudimentarias a manera de espolones, a la cual la calificó de «la vía que sirve a la naturaleza para unir los lagartos con las serpientes» (Audersirk, 2003: 8). En su visita a Bahía Blanca, descubre a una serpiente que hacía vibrar su cola como si sería una serpiente de cascabel, pero no tiene el cascabel; ante tal hecho comenta que los caracteres, aun de ser independientes de la estructura «en cierto modo tienen una tendencia a variar por grados lentos» (Darwin, 2000: 119). El reptil en mención realizaba la misma función de agitar la cola pero carecía la estructura del subgénero crótalos, «la extremidad de la cola de esta culebra termina en una punta ligeramente ensanchada, y cuando el animal se desliza hace vibrar constantemente la última parte, la cual, chocando contra la hierba y maleza dura, produce un cascabeleo» (Darwin, 2000: 119) que puede ser escuchado desde unos metros; esta aseveración en otra de sus obras también lo refrenda. «Algunas otras serpientes producen, asimismo, un ruido sensible, vibrando rápidamente su cola entre los tallos de las plantas; he oído a una *Trigonocéfalo* hacer esto en Sud América» (Darwin, 1965 b: 457). También advirtió al visitar la Patagonia y las islas Falkland que los pingüinos o pájaro bobo de esas latitudes usaban sus cortas alas a manera de remos en el agua, pero no las usaban para volar; la estructura usada de diversa manera. Al respecto en su *Diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo*, comenta:

Al bucear usa sus cortas alas como aletas, y en tierra, como patas delanteras. Cuando, corre entre montículos de plantas bajas o trepa por las laderas de cantiles cubiertos de hierba, se mueve tan rápidamente, arrastrándose sobre sus patas y alas, que podría confundirse con un cuadrúpedo, mientras está pescando en el mar sale de cuando en cuando a la superficie para respirar, pero lo hace tan rápidamente, volviendo a sumergirse, que a primera vista no es posible distinguirla de los peces que saltan por deporte. (Darwin, 2000: 247).

Ante esto Darwin, quizá se preguntaría: ¿Qué propósito tendrían todos estos acomodos particulares? Todas estas maneras de provisionales de vida le parecían «muy curioso e instructivo» (Darwin, 2000: 119). Una de las más famosas escalas del viaje de Darwin, sin duda es su estancia en las islas Galápagos; estas islas constituyen un archipiélago de origen volcánico en el Océano Pacífico formado por 233 cuerpos emergidos, entre islas, islotes y rocas. Se ubican a 972 Km al oeste del Ecuador y la línea ecuatorial pasa por ellas. Diecinueve son las islas que superan 1 Km² de superficie en el archipiélago de Colón – como también se las conoce – algunos nombres oficiales de estas islas son: Baltra, Santa Cruz, Bartolomé, Española, Fernandina, Floreana, Genovesa, Isabela, Marchena, Seymour Norte, Rábida, San Cristóbal, Santa Fe, Santiago, Wolf, Darwin. Las islas Galápagos son famosas por sus peculiares especies endémicas, por esta razón los turistas las llaman las Islas encantadas, debido a que son prácticamente únicas la flora y fauna que allí habitan y no existen en otras latitudes del mundo. El 15 de setiembre de 1835, Darwin llegó arribó a las islas Galápagos, tiempo después comentaría:

La mayor parte de los seres orgánicos que en ella viven son aborígenes, y no se encuentran en ninguna otra parte; aún hay diferencia notable entre los que habitan en las diversas islas, si bien todos presentan

visibles relaciones con los de América, no obstante hallarse este archipiélago separado del continente por una extensión de mar franca, cuya anchura varía entre 500 y 600 millas. De modo que este grupo de islas viene a constituir un pequeño mundo aparte o, como si dijéramos, un satélite dependiente de América. (Darwin, 2000:467).

Seguramente maravillado por la exuberante biodiversidad de estas islas, se dedicó a observar y recolectar numerosos especímenes, escribió notas y describió costumbres de los animales, adaptaciones y todo cuanto le serviría de insumo años más tarde al marco teórico de *El origen de las especies*. Observó con la sagacidad de un hombre de ciencia a las pesadas tortugas terrestres que arrastraba sus enormes cuerpos por caminos conocidos hacia las fuentes de agua o para alimentarse; así un día tropezó «con dos grandes tortugas, cada una de las cuales pesaba al menos 200 libras; una de ellas estaba comiendo un trozo de cactus, y al acercarme me miró y se alejó lentamente» (Darwin, 2000: 462), vio a las iguanas tomando sol, a los enormes cactus que elevaban sus jugosos troncos y en medio de estas peculiares formas de vida se topó con muchas aves, dentro de ellas con los pinzones. Estas aves se clasifican dentro de la familia de los fringílidos, pero pertenecientes a una rama distinta a la del linaje de los pinzones europeos. Sabemos ahora que, tales pinzones observados por Darwin, comprenden 15 especies divididas en 4 géneros: *Geospiza*, *Camarhynchus*, *Cactornis* y *Certhidea*, de las cuales 14 son endémicas a las islas Galápagos y una especie también habita la isla del Coco, adyacente a las pacíficas costas de Sudamérica. Y los estudios moleculares – conforme con Sato Akie, 2001: 299-311 –; han demostrado que todos forman un único linaje, una rama independiente y exclusiva de la familia de los fringílidos, cuyos parientes más cercanos residen, por razones obvias, en Sudamérica, desde Venezuela hasta Bolivia, incluyendo Ecuador .

Cuando Darwin regresó a Inglaterra confió, las aves disecadas, para su identificación al ornitólogo británico John Gould, quien los clasificó y separó de los pinzones europeos. Darwin luego del informe de Gould, comentó que tales «aves terrestres forman un grupo singularísimo de fringilinos o picogordos, relacionados entre sí por la estructura de sus picos, breves colas, forma del cuerpo y plumaje; hay trece especies, que Mr. Gould ha dividido en cuatro subgrupos.» (Darwin, 2000: 469). Además Gould, con mucha pericia, las consideró como aves exclusivas de aquel archipiélago, pero además, reconoció a las aves en mención, como semejantes a otras aves de las adyacentes tierras continentales de Sudamérica. «Todas las especies son peculiares de este archipiélago, y lo propio sucede con el grupo entero, exceptuando una especie del subgrupo Cactornis, traída últimamente de la isla Bow, en el archipiélago de Low» (Darwin, 2000: 469). El estudio de estas aves constituyó una sólida prueba que Charles Darwin acumuló para demostrar que, sin ninguna duda, las especies cambiaban y se originaban a través del tiempo, en un proceso que conocemos como evolución.

Darwin llegó a la conclusión que los pinzones que habitaban las islas Galápagos eran descendientes de un único linaje de aves, que alcanzó estas islas desde el cercano continente americano y que, con tiempo suficiente, modificaron sus cuerpos y modo de vida para ocupar los numerosos nichos ecológicos disponibles en el archipiélago de Las Galápagos, nichos que en otros lugares del mundo están ocupados por muy diferentes tipos de aves. Pronto el descubrimiento de ciertas diferencias, las variaciones, que presentaban las especies de pinzones despertaron el interés del naturalista. «Lo más curioso es la perfecta gradación en el tamaño de los picos de las diferentes especies de *Geospiza*, desde el tan grande

como peculiar del picogordo común hasta el del pinzón [...]» (Darwin, 2000: 469). De modo que cada especie de pinzones tiene estructuras peculiares, que las especializa para una determinada actividad en el escenario de la vida; en este caso los picos están diseñados de tal manera que posibilitan aprovechar un determinado tipo de alimento. Así, el pinzón de tierra grande tiene una dieta rica en semillas grandes, por lo tanto tiene un «pico idóneo para comer semillas grandes» (Audersirk, 2003: 7) de tal manera que fácilmente puede romper los duros tegumentos de las semillas de tamaño mayor, el pinzón de tierra pequeño «con pico idóneo para comer semillas pequeñas» (Audersirk, 2003: 7), por ejemplo de tunas de ahí que el pico era largo y agudo, el pinzón arbóreo gorjeador «con pico idóneo para comer insectos» (Audersirk, 2003: 7), el escurridizo pinzón arbóreo vegetariano «con pico idóneo para comer hojas» (Audersirk, 2003: 7), los pinzones del «subgrupo *Camarhyncus*, se acerca ligeramente al del loro» (Darwin, 2000: 470). De modo que existían una enorme variación en el pico de estas aves, y cada forma peculiar respondía a una necesidad, a un nicho ecológico, es decir la ocupación o función que desempeña un ser vivo dentro de una comunidad; en el caso de los pinzones, el pico es su principal herramienta para adquirir alimentos y la variación del pico es la respuesta adaptativa para la obtención de recursos alimenticios, de esta manera diversas especies de estas aves pueden coexistir en un mismo hábitat.

Al ver esta gradación y diversidad de estructura en un grupo de aves pequeño e íntimamente relacionado podría imaginarse realmente que de un corto número de ellos, existentes originalmente en este archipiélago, una especie se ha dividido y modificado para servir a diferentes fines. Análogamente, cabría concebir que un gallinazo, por ejemplo, se habría

visto aquí solicitado a desempeñar el oficio de los Polyborus caracaras del continente americano. (Darwin, 200: 470).

En el Anexo 04 se ilustra la evolución de los pinzones, tal como Darwin lo explica por la selección natural.

De modo que la selección natural es el mecanismo que ha favorecido a los pinzones más aptos para explotar eficientemente cada fuente de alimento. «El resultado es una extensa variedad de tamaños y formas de pico entre pájaros que, por lo demás, son semejantes» (Audersirk, 2003: 7). De modo semejante se podría decir de la relación que existe entre las tortugas galápagos con los cactus de los cuales se alimentan, y es que en «las islas donde hay tortugas, un cacto joven adquiere pronto un tronco alto, que eleva sus suculentas pencas fuera del alcance de las tortugas» (Audersirk, 2003: 9), de modo que las tortugas actúan como agentes de selección de tales vegetales. «Las tortugas que viven en las islas donde no hay agua o en las regiones bajas y secas de las demás se alimentan principalmente de cactus suculentos» (Darwin, 2000: 473). De modo que, el tamaño del pico de los pinzones y la altura del tallo de los cactus, son características adaptativas y algunas de estas diferencias con el tiempo pasan a ser tan notables que constituyen las diferencias que distinguen a las especies entre sí.

Siguiendo el caso de los pinzones, un agente más de especiación que Darwin lo tiene en cuenta es el aislamiento geográfico. «El aislamiento también es un elemento importante en la modificación de las especies por selección natural. En un territorio cerrado o aislado, sino es muy grande, las condiciones orgánicas o inorgánicas, serán generalmente casi uniformes» (Darwin, 2009: 165), de esta manera la selección natural podrá permitir y conservar las modificaciones que se

manifiesten en todos los individuos de la misma especie. El caso más famoso de aislamiento geográfico, visto por Darwin, lo constituyen las islas, en particular las Galápagos, pues consideremos un territorio pequeño y aislado, «como una isla oceánica, aunque el número de especies que lo habitan sea muy pequeño [...], sin embargo un tanto por ciento grandísimo de estas especies es peculiar, esto es, se ha producido allí, y en ninguna otra parte del mundo» (Darwin, 2009: 166). Al presentarse el aislamiento geográfico, para el éxito de la especiación, deberá existir barreras para el cruzamiento de individuos, como color del plumaje, receptáculos de polen específico, etc.; pero además, tales individuos deberán depender de diversos tipos de alimentos, para evitar que una de las formas de seres con más éxito para obtener alimentos, desplace a otra y conlleve a su extinción. Esto se evidencia claramente en los pinzones, donde cada especie, con un pico peculiar, tiene una fuente de alimento peculiar de modo tal que no entran en competencia desleal por la obtención de alimento, así cada ámbito geográfico aislado tiene su característica carga de seres que viven en equilibrio.

Pero lo que hace subir de punto mi asombro es que varias de las islas poseen sus peculiares especies de tortugas, sinsontes o burlones, picogordos, junto con numerosas plantas, y que estas especies tienen los mismos hábitos generales, ocupan sitios análogos y llenan sin duda los mismos fines en la economía natural de este archipiélago. (Darwin, 2000: 490-491).

De modo que, en lo que respecta a los pinzones, estos son un grupo de especies de aves separadas, cuyo aislamiento geográfico – derivado en un aislamiento reproductor –, las adaptaciones que lograron y la capacidad para una coexistencia no competitiva está basada en la forma y tamaño de sus picos, pues este órgano además de asegurar el aislamiento reproductor – el tamaño y forma del

pico es base del apareamiento al cumplir el fin de reconocimiento específico –, está correlacionada con la especialidad alimentaria de la especie. Por esta razón pueden coexistir hasta trece diferentes especies de pájaros, aparentemente similares y emparentados, en un conjunto de islas de áreas reducidas, pero que no explotan el mismo nicho ecológico. El aislamiento reproductor está influenciado directamente por el aislamiento geográfico, las Galápagos son una muestra que Darwin nos lo presenta.

He dicho que el Archipiélago de los Galápagos podría llamarse un satélite del continente americano; pero mejor se denominaría un grupo de satélites físicamente semejantes, orgánicamente distintos, pero estrechamente relacionados entre sí, y todos en grado notable, aunque mucho menor, con el gran continente americano. (Darwin, 200: 492).

En consecuencia: las adaptaciones, la coexistencia competitiva y el aislamiento reproductor están muy relacionados en el proceso de especiación. Hasta aquí podemos vislumbrar las consideraciones que Darwin presenta para que la selección natural se manifieste en el proceso evolutivo, tales considerandos o ingredientes serían: variación, herencia, competencia, tiempo suficiente y aislamiento geográfico. Darwin condensa estas ideas, cuando precisa:

Por lento que pueda ser el proceso de selección, si el hombre, tan débil, es capaz de hacer mucho por selección artificial, no puedo ver ningún límite para la cantidad de variación, para la belleza y complejidad de las adaptaciones de todos los seres orgánicos entre sí; o con sus condiciones físicas de vida, que pueden haber sido realizadas, en el largo transcurso de tiempo, mediante el poder de la selección de la naturaleza; esto es, por la supervivencia de los más adecuados. (Darwin, 2009: 170).

El gráfico del Anexo 05, ilustra el caso de la especiación de los pinzones.

En conclusión, las ideas fundamentales de la teoría evolutiva por selección natural, Darwinismo o teoría Darwin-Wallace (como prefiero llamarlo) se pueden resumir en los siguientes postulados:

- 1°. Las formas de vida no se mantienen estáticas o fijas, ni en el tiempo, tampoco en el espacio; sino que evolucionan. Las especies continuamente cambian, unas especies se originan en tanto que otras desaparecen.
- 2°. El proceso evolutivo es lento, gradual y continuo, sin cambios súbitos o saltos discontinuos.
- 3°. Los seres vivos parecidos se encuentran emparentados en cierto taxón y descienden de un ancestro común. Por lo tanto, todos los seres vivos de nuestro planeta, tienen como antepasado a un único origen vivo.
- 4°. La selección natural es el mecanismo a través del cual se realiza la especiación. A tal efecto es necesario primero la variabilidad y luego la selección de los organismos más aptos.
- 5°. La variabilidad o la aparición de caracteres diversos, son modificaciones espontáneas en los organismos, tales variaciones pueden ser heredables y luego seleccionadas.
- 6°. La selección se verifica en función del principio de la supervivencia del más apto, es decir, los individuos mejor dotados, los que han nacido con modificaciones espontáneas favorables para hacer frente al medio ambiente y resultan favorecidos en las relaciones de competencia, van a tener mejores posibilidades de sobrevivir, de reproducirse y de dejar descendencia con tales variaciones o ventajas.

2.2.4. MENDEL Y LA HERENCIA GENÉTICA.

Gregor Mendel fue un monje austriaco, nació el 22 de julio en 1822, en Heizendorf, actual República Checa; sus experimentos en relación a la transmisión de los caracteres hereditarios se han convertido en base de la actual teoría de la herencia. Mendel tuvo una sólida formación en teología –en el convento de Brunn– historia, botánica, física, química y matemáticas en la universidad de Viena, donde se graduó y ejerció como profesor de biología y matemáticas. En consecuencia, Mendel era amigo de buscar leyes sencillas para poder expresarlas en lenguaje matemático.

Como hijo de un jardinero experto en injertos de árboles frutales, Mendel era un asiduo cultivador en los huertos del monasterio, de esta manera trabajó durante ocho años con 22 variedades de guisantes o arvejas (*Pisum sativum*), una de las experiencias más notorias de sus experiencias lo constituye el hecho de que cruzando guisantes verdes con guisantes amarillos «el resultado era siempre el prevalecimiento de los amarillos. Sin embargo, en la siguiente generación aunque los amarillos seguían predominando, reaparecían los verdes, siempre en la proporción 1/4» (Comellas, 2007: 209). Los resultados de Mendel publicados en 1865 y 1866 en un pequeño ensayo titulado *Ensayo sobre los híbridos vegetales*, no fueron comprendidos ni tenidos en cuenta hasta 1900, año en el cual tres científicos: Hugo de Vries, Erich Von Tschermak y Carl Correns, llegaron a las mismas conclusiones, que años atrás, Mendel había arribado; entonces nació el mendelismo.

Antes de abordar el trabajo de Mendel y el origen de la genética, se hace necesario precisar algunos conceptos y términos que nos darán mayor soporte para entender mejor este apartado.

En genética se usa el término fenotipo para hacer referencia a la manifestación externa de la carga cromosómica del individuo, por tanto fenotipo «es la apariencia de un organismo, las posibles variantes de las características observables en cuanto a: morfología, fisiología, comportamiento» (Ferreira y otros, 2005: 114). De otro lado el genotipo constituye la carga genética de cada individuo albergada en sus cromosoma y esto es lo que se hereda; dicho de otro modo, genotipo «es la constitución genética heredada de los progenitores, es la información que posee el individuo, para determinar su morfología, fisiología, comportamiento» (Ferreira y otros, 2005: 114). En términos generales se puede decir que «genotipo describe el conjunto completo de los genes heredados por un individuo, y el fenotipo describe todos los aspectos de su morfología, fisiología, conducta y relaciones ecológicas» (Martínez Trujillo y Sáenz, 2003: 14). Por tanto el fenotipo si bien es la manifestación del genotipo, sin embargo esta en relación directa con el ambiente y puede ir cambiando. «Durante la vida de un individuo, el fenotipo va cambiando, mientras que el genotipo permanece constante» (Ferreira y otros, 2005: 114). Otro término de interés es gen, considerado como la unidad mínima de información genética, el gen, desde la perspectiva de su estructura, es el más pequeño fragmento de una molécula de ADN, contenido en el cromosoma, con información completa para un carácter específico. El individuo es producto de su herencia y desarrollo, la herencia es «la substancia que recibe de sus padres. La esencia de esta substancia es un conjunto de instrucciones en la molécula de DNA,

en forma de una secuencia de unidades ordenadas y seriadas, o código gráfico, llamados genes» (Nason y Dehaan, 1980: 232). Un gen puede codificar varias formas o caracteres a heredarse, pues cada fenotipo se relaciona con una forma distinta del gen, a cada una de estas formas diferentes del gen se conoce como alelo, de modo que, «el término alelo significará que hay dos o más tipos alternantes de genes en un punto específico (locus) del cromosoma» (Villem, 2008: 625), se entiende por locus como el lugar específico del cromosoma ocupado por un gen. Como la molécula de ADN es doble, entonces cada gen se repite dos veces, es decir, existen dos alelos, si los alelos de este par son iguales, como color de ojos negros para ambos casos, el individuo es homocigoto para ese carácter, pero si los alelos son diferentes –ojos negros para un alelo y ojos celestes para el otro–, entonces estamos ante individuos heterocigotos o híbridos.

Mendel trabajó con 7 caracteres presentes en sus alverjas o guisantes: forma de la semilla (lisa o rugosa), color de la semilla (amarilla o verde), color de la flor (púrpura o blanca), forma de la vaina o legumbre (lisa o estrangulada), color de la legumbre madura (verde o amarilla), posición de las flores (axial o terminal) y tamaño de la planta (normal o enana). Ver Anexo 06.

Mendel estudió la herencia de los caracteres contrastantes; así, contó y registró a los padres y su descendencia en cada uno de los cruzamientos, su profundo conocimiento de las matemáticas y de las ciencias le permitieron realizar observaciones minuciosas, registrar e interpretar datos, y formular la hipótesis de que cada rasgo o carácter es determinado por dos factores genéticos; resultado de

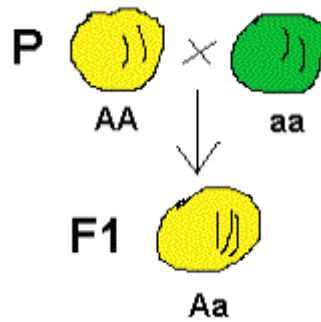
todo esto son sus tres famosas leyes, conocidas como las Leyes de Mendel o leyes de la herencia.

Mendel para realizar sus experimentos, dedicó mucho tiempo para obtener líneas puras; una línea pura «es una población que produce descendencia homogénea para el carácter particular en estudio» (Martínez Trujillo y Sáenz, 2003: 14), de tal manera que la descendencia producida, ya sea por autopolinización o por fecundación cruzada muestran el mismo carácter y en la misma forma dentro de la población. En palabras de Mendel, las plantas deberían tener caracteres diferentes pero constantes, o «possess constant differentiating characteristics» (Mendel, 1996: 2). En este sentido, introdujo los términos dominante y recesivo, términos hasta hoy usados para designar al gen dominante y gen recesivo; designa carácter dominante a los caracteres que se manifiestan más asiduamente en la descendencia, en tanto que carácter recesivo permanece latente porque su manifestación está condicionada por la presencia del carácter dominante.

[...] those characters which are transmitted entire, or almost unchanged in the hybridization, and therefore in themselves constitute the characters of the hybrid, are termed the dominant, and those which become latent in the process recessive. The expression recessive has been chosen because the characters thereby designated withdraw or entirely disappear in the hybrids, but nevertheless reappear unchanged in their progeny [...] (Mendel, 1996: 7).

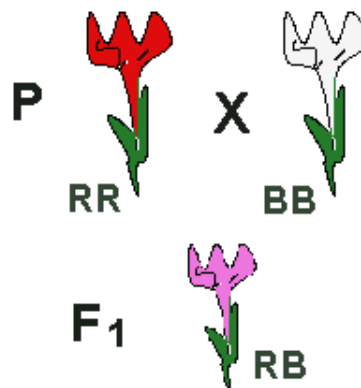
Con estas consideraciones, Mendel determinó como caracteres dominantes al color amarillo de las semillas de guisantes, a la forma redonda frente a la forma arrugada, al tallo más largo, etc. según lo describe en su manuscrito que data de 1865. De esta manera arriba a ciertas conclusiones que en la actualidad se conocen como leyes de Mendel.

La primera Ley de Mendel conocida como *ley de la uniformidad o pureza de los gametos*, establece que si se cruzan dos líneas puras que se diferencian en un carácter, la primera generación de los hijos es uniforme, y estará conformada por individuos con caracteres idénticos que presentan solo uno de los caracteres ya del padre ya de la madre, de modo que, es totalmente intrascendente el hecho de que el carácter dominante pertenezca al polen del padre o al óvulo de la madre. «It was furthermore shown by the whole of the experiments that it is perfectly immaterial whether the dominant character belongs to the seed plant or to the pollen plant the form of the hybrid remains identical in both cases» (Mendel, 1996: 7). De esta manera los individuos de la primera generación filial (F₁) son heterocigóticos o híbridos, porque sus genes alelos llevan la información de las dos razas puras u homocigóticas, por ello se manifiesta el carácter dominante, en tanto que el recesivo queda oculto. Mendel llegó a esta conclusión luego de experimentar con plantas homocigóticas de alverjas de variedad pura que presentaba semillas amarillas y otra variedad de semillas verdes, al realizar la fecundación y cruzamiento obtuvo alverjas que solamente tenían semillas de color amarillo, de modo que la coloración amarilla de la semilla era dominante sobre la coloración verde que es recesiva. «Of the differentiating characters which were used in the experiments the following are dominant: [...] The yellow coloring of the seed albumen» (Mendel, 1996: 8). La primera ley se esquematiza de la siguiente manera.



FUENTE: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA>

La primera ley de Mendel se cumple también para el caso en que un determinado gen conlleva a una herencia intermedia y no dominante, es decir existe codominancia y los alelos del gen se expresan al mismo tiempo dando lugar a un fenotipo que expresa ambas características, como es el caso del color de las flores rosadas. Al cruzar plantas de la variedad de flor blanca con plantas de la variedad de flor roja, se obtienen plantas de flores rosadas. Si se cruzaría las plantas de color rosado se puede obtener plantas con flores blancas y otras con flores rojas, entonces ninguno de los caracteres para el color son recesivos; es decir si se «cruza una variedad de planta de flores rojas con otra variedad de flores azules, normalmente la descendencia tiene flores púrpura. El efecto parece igual al de mezclar tintas» (Gamlin, 1997: 51). El gráfico sería como se muestra:



FUENTE: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA>

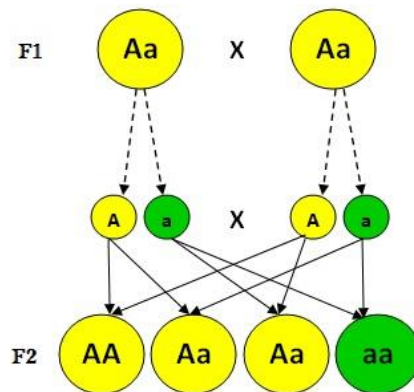
La segunda ley que deriva de las investigaciones de Mendel se denomina *Ley de la segregación independiente de los caracteres*, la cual establece que los caracteres que se transmiten de generación en generación se segregan o separan en la generación progenitora y se unen al azar en la descendencia, para definir los caracteres de los nuevos individuos, es decir que «los genes se encuentran a pares en los individuos, pero en la formación de los gametos cada gene se segrega o separa del otro miembro del par, y pasa a un gameto diferente, de modo que cada gameto tiene uno, y solamente uno, de cada tipo de gene» (Villego, 2008: 631). Mendel experimentó con guisantes procedentes de las semillas de la primera generación (F_1) –descendientes del cruce de individuos de la generación parental, es decir, F_1 son los hijos– del experimento anterior y las polinizó entre sí. Del cruce obtuvo semillas amarillas y verdes en una proporción de 3: 1. Así pues, el alelo que determina la coloración verde (alelo recesivo) de las semillas que estuvo oculto en la primera generación filial, se manifiesta en la segunda generación filial (F_2) –descendientes del cruce de individuos de la primera generación filial, es decir, F_2 son los nietos–. Mendel lo expresa de la siguiente manera:

In this generation there reappear, together with the dominant characters, also the recessive ones with their peculiarities fully developed, and this occurs in the definitely expressed average proportion of three to one, so that among each four plants of this generation three display the dominant character and one the recessive. (Mendel, 1996: 8).

No debemos olvidar que la proporción 3: 1, son datos referenciales y estadísticamente aceptables, y que no necesariamente de 4 descendientes tres presentan el carácter dominante y uno manifiesta el carácter recesivo que había quedado oculto o enmascarado. Lo que sucede es que de un número considerable de

casos hay la tendencia y probabilidad de que se manifieste tal proporción, esto es un claro ejemplo de una ley puramente estadística, pues todas «las leyes físicas y químicas que desempeñan un papel importante en la vida de los organismos son de tipo estadístico» (Schrödinger, 2008: 25). El propio Mendel lo explica esto, cuando de 7324 semillas de la descendencia, 5474 eran redondas y 1850 eran rugosas, dando una proporción de 2,96: 1. También de 8023 semillas de la F₁, 6022 presentaban color amarillo y 2001 eran verdes; aquí la proporción es de 3,01: 1. Lo que evidencia que las proporciones fenotípicas están aproximadas y estadísticamente se consideran correctas.

El esquema de la segunda ley quedaría expresado de la siguiente manera:

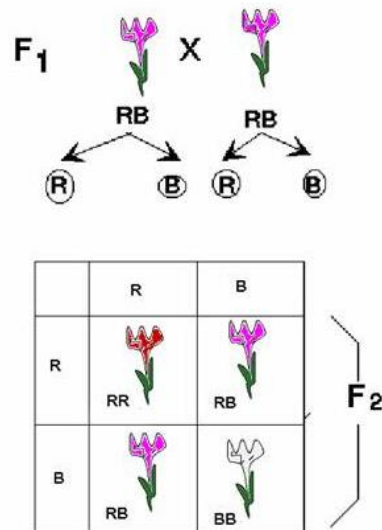


FUENTE: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA>

Los resultados fenotípicos de la F₂ quedan explicados porque los dos alelos que determinan el color de las semillas y que están presentes en la F₁, no han desaparecido ni mezclado, sino que sólo se manifestaba el alelo dominante, por ello el individuo con fenotipo de semilla amarilla y su genotipo Aa para tal carácter, cuando forma sus gametos, los alelos se separan, de tal manera que cada gameto contiene sólo uno de los alelos, bien “A”, o de lo contrario “a”.

En el caso que los genes presenten codominancia, la segunda ley de Mendel también se cumple. Así de dos plantas de flores de color rosa de la F₁, con

genotipo RB, al cruzarse se obtienen plantas con flores rojas, blancas y rosas, en una relación: 1: 2: 1.



FUENTE: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA>

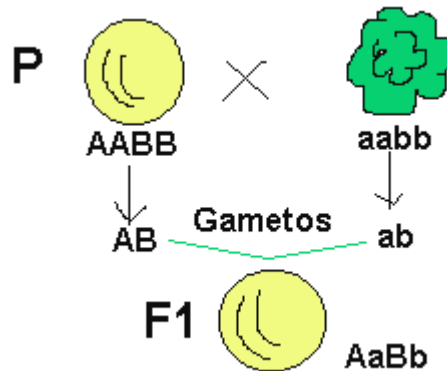
La tercera ley de Mendel o *Ley de la distribución independiente o de la herencia independiente de caracteres*, a lo que Mendel titularía en su manuscrito como: La descendencia de híbridos en que se asocian varios caracteres diferentes. Esta ley establece que, dado dos caracteres simultáneamente diferentes, las segregaciones de los factores genéticos no interfieren entre sí; vale decir, que los genes que determinan un carácter se heredan independientemente de los que determinan el otro carácter, es decir, «la segregación de una pareja génica durante la formación de los gametos se produce de manera independiente de la de otras parejas génicas» (Martínez Trujillo y Sáenz, 2003: 28). La ley indica la independencia de los genes que participan en caracteres diferentes, los genes que controlan caracteres diferentes se manifiestan en el fenotipo con independiente al de otro gen, es decir que «los genes que controlan caracteres separados segregan independientemente, o

dicho de otra forma que la segregación en un locus no influye en la de otro» (Buxadé Carbó, 1995: 84).

Las experiencias anteriores de Mendel explicaban los caracteres heredados para un carácter o monohíbrido, pero la disyuntiva estaba en ¿Qué sucede cuando se trata de dos o más caracteres? «The next task consisted in ascertaining whether the law of development discovered in these applied to each pair of differentiating characters when several diverse characters are united in the hybrid by crossing» (Mendel, 1996: 14).

Mendel experimentó tomando como caracteres el color y la forma de las alverjas para llegar a las conclusiones de la presente ley. Teniendo en cuenta en las semillas que el color amarillo (alelo A) y la forma lisa (alelo L), respectivamente eran dominantes sobre el color verde (alelo a) y la forma rugosa (alelo l), cruzó individuos dihomocigóticos dominantes (genotipo AABB y fenotipo Amarillo Liso) con individuos dihomocigóticos recesivos (genotipo aabb y fenotipo verde rugoso); y obtuvo como resultado, como era de esperarse, todo los individuos de la generación F₁, presentaron semillas lisas amarillas (genotipo AaBb y fenotipo Amarillo Liso): «As regards the form of the hybrids in these cases, the experiments showed throughout that this invariably more nearly approaches to that one of the two parental plants which possesses the greater number of dominant characters» (Mendel, 1996: 14). De esta manera Mendel confirma la presencia del carácter dominante, en este caso se manifestaban dos caracteres dominantes de manera independiente, es decir: «The fertilized seeds appeared round and yellow like those of the seed parents» (Mendel, 1996: 15). La representación del cruzamiento dihíbrido o herencia de dos caracteres separados, entre individuos de

semilla amarilla y lisa (AABB) con individuos de semilla verde y rugosa (aabb) sería:



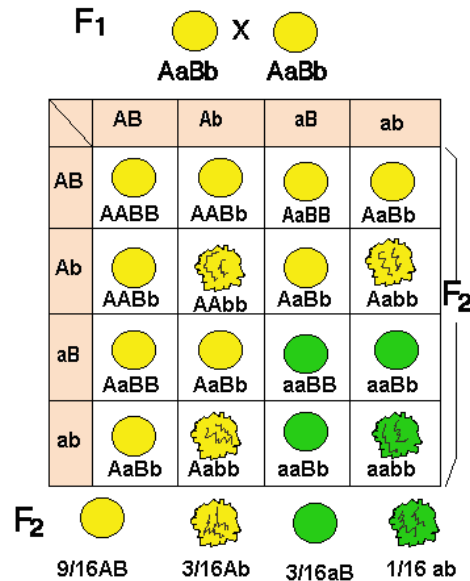
FUENTE: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA>

Mendel volvió a cruzar a los individuos de la f_1 , así en la generación F_2 , «aparecieron los cuatro tipos posibles de plantas: amarillas lisas, amarillas rugosas, verdes lisas, y verdes rugosas» (Nason y Dehaan, 1980: 232). Los resultados obtenidos confirman que los caracteres del color de las semillas y la forma de las mismas, eran independientes y no se mezclaban, tales resultados manifestaban un genotipo con 16 probabilidades en la F_2 y con cuatro manifestaciones en el fenotipo: semillas redondas y amarillas, redondas y verdes, rugosas y amarillas, rugosas y verdes. Mendel lo describe del siguiente modo:

The plants raised therefrom yielded seeds of four sorts, which frequently presented themselves in one pod. In all, 556 seeds were yielded by 15 plants, and of these there were: 315 round and yellow, 101 wrinkled and yellow, 108 round and green, 32 wrinkled and green. (Mendel, 1996: 15).

De modo que los individuos de la F_1 al formar gametos, cada gameto recibe un gene de cada par alélico, originando cuatro posibilidades: AB, Ab, aB, ab; éstos al cruzarse dan lugar a diferentes posibilidades fenotípicas, estas

«posibilidades conducirán a conducirán a la relación fenotípica de 9: 3: 3: 1» (Nason y Dehaan, 1980: 232). La representación de la descendencia en F₂, sería la siguiente:



FUENTE: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA>

Mendel percibió que existían «partículas hereditarias» (Gamlin, 1997: 51) hoy conocidos como genes, que transmiten los caracteres hereditarios y además no se mezclan, que existe un único gen para el color de la semilla, otro para la superficie lisa, otro para el tallo corto, etc. Sin embargo, Mendel experimentó con un par de caracteres controlados, cada cual, por genes localizados en diferentes pares de cromosomas, por tanto, cada gen controla la manifestación de un solo carácter, sin embargo, las relaciones entre genes suelen ser muy complejas. «Varios pares de genes pueden influirse para afectar un solo carácter, o un par puede inhibir o invertir el efecto de otro par de genes, o un gen dado puede producir efectos distintos cuando se cambia de algún modo el medio ambiente» (Villego, 2008: 631).

Así como la epistasia consiste en la acción de varios genes sobre el mismo carácter, la pleiotropía ocurre cuando un mismo gen tiene varias características fenotípicas bajo su control. Es bien conocido, por

ejemplo, que el gen responsable de la cresta de rosa (R) en las gallinas causa a la vez una marcada disminución de la fertilidad en los machos, y que el gen para cresta de guisante (P) origina también una banda de piel gruesa en la zona de la pechuga. Obviamente los animales con cresta de nuez sufrirán ambos problemas, al ser portadores tanto del alelo P como del R» (Buxadé Carbó, 1995: 88).

Pero sea cual fuera los mecanismos hereditarios, la segregación y distribución independiente de los cromosomas en la reproducción sexual, constituye un medio para generar variabilidad genética entre los seres vivos, así queda explicada la variabilidad que había quedado pendiente en la teoría darwiniana. Siguiendo un ejemplo muy explicativo de Alvin Nason y Robert L. DeHaan (1980: 233), consideremos las posibles combinaciones genéticas que podría dar origen un varón y una mujer, si hipotéticamente tienen genotipos idénticos y con un solo par de genes heterocigóticos (uno dominante y otro recesivo), por cada uno de sus 23 pares de cromosomas. Para un par de genes (Aa) se producirían descendientes en la F₁ con tres tipos de posibles genotipos: AA, Aa y aa. Para un segundo par heterocigótico (Bb), tendrían lugar otros tres genotipos: BB, Bb y bb; los cuales en combinación con los tres anteriores darían lugar a nueve posibles combinaciones: AABB, AABb, AAbb, AaBB, AaBb, Aabb, aaBB, aaBb y aabb; de esta manera sucesivamente se completarían con los 23 cromosomas y sus posibles combinaciones, entendiendo que por cada par de genes, el número de posibles combinaciones se multiplica por tres según la siguiente serie: 3, 9, 27, 81, 243, 729, 2 187, ... , 3ⁿ; donde n es el número de cromosomas pares que en el caso humano es 23, de modo que 3ⁿ = 3²³ lo cual es igual a 94 143 178 830, es decir más de 94 000 millones de posibles combinaciones, y esto solo por un par de genes, lo cual

evidencia la enorme variabilidad genética no existiendo posibilidad de producir dos descendientes exactamente iguales.

Mendel aportó enormemente al conocimiento de las bases materiales de la herencia, con su visión particulada de los factores hereditarios o teoría particulada de la herencia; como era de esperarse, aquellas partículas se comprobó que eran los genes, en 1934 Thomas Hunt Morgan, con pruebas experimentales, propuso que los genes estaban dispuestos en los cromosomas simulando la forma de un collar, unidos entre sí y uno a continuación del otro, constituyéndose con el aporte de otros científicos, la Teoría Cromosómica de la herencia. No obstante, en la década de 1950, la teoría de Morgan fue superada por Benzer, cuando determinó al gen como una unidad de función, dispuesta linealmente, que podía subdividirse en partes más pequeñas capaces de mutar y recombinarse.

Uno de los puntos débiles de la teoría de la selección natural como mecanismo de la evolución, era la ausencia –señalado anteriormente líneas arriba– de un mecanismo válido que explique satisfactoriamente la herencia. El ulterior desarrollo de la genética permitió dar respuesta a tres interrogantes que cuestionaron a Darwin:

- 1º. ¿Cómo se transmiten las características heredadas de la generación parental a la generación filial?
- 2º. ¿Cómo los caracteres heredados no se fusionan o mezclan, sino que unas veces pueden desaparecer para luego reaparecer en generaciones posteriores?
- 3º. ¿Cómo se originan las variaciones sobre las cuales actúa la selección natural?

La combinación de la teoría de la evolución de Darwin por selección natural, con los principios de la genética mendeliana y la genética de poblaciones se

conoce como neodarwinismo o Teoría Sintética de la evolución, que es materia del siguiente apartado.

2.3. TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN.

La teoría sintética de la evolución, también es conocida como síntesis moderna de la teoría de la evolución, síntesis neodarwinista o neodarwinismo, es una teoría que integra la teoría de la evolución de las especies por selección natural propuesta por Darwin, la teoría de la herencia biológica de Mendel (base de la actual genética), la teoría de las mutaciones y la genética de poblaciones. Esta teoría –la síntesis moderna de la evolución – se constituye en la piedra angular del pensamiento hegemónico contemporáneo sobre materia de evolución de los seres vivos y básicamente su interés está centrado en los genes y los organismos que forman poblaciones. De modo que, esta teoría tiene carácter «colectivo encaminado a fusionar en un todo coherente la teoría de la selección natural de Darwin, los principios de transmisión hereditaria de Mendel y el mutacionismo preconizado por De Vries» (García Alonso, 2008: 103).

Algunas preguntas que servirían de guía para entender –algunas anteriormente mencionadas – a la síntesis moderna de la evolución podrían ser las siguientes:

1. ¿Cómo se originan las variaciones en los seres vivos y como tales variaciones se heredan a la descendencia?
2. ¿El proceso evolutivo es gradual o discontinua por saltos?
3. ¿La evolución empieza a nivel de individuos, poblaciones o especies?, es decir ¿cuáles son las unidades de selección y evolución?
4. ¿La evolución influye en la distribución geográfica?

5. ¿Se hace necesaria una barrera geográfica para originar nuevas especies?
6. ¿Qué papel cumple el aislamiento geográfico?
7. ¿Por qué ciertas especies se extinguen?

Responder a tales preguntas, no resueltas por Darwin, fue el reto que se plantearon a los futuros investigadores, los cuales llegaron a conciliar ciertos postulados que hoy se denomina síntesis evolutiva moderna, teoría sintética de la evolución, síntesis neodarwinista, entre otros nombres. En los inicios de esta teoría se destacan muchos genetistas tales como: W. Castle, W. Johannsen, Nielson-Ehle, E. Baur, T.H. Morgan, cuyas investigaciones permitieron relacionar por primera vez la teoría de la selección natural con los postulados de la genética mendeliana. Con las experiencias realizadas por tales genetistas «pudo comprobarse como la selección natural, actuando de forma acumulativa sobre pequeñas mutaciones, podía dar lugar de manera gradual a importantes novedades evolutivas» (García Alonso, 2008: 103). Un nuevo avance en la teoría sintética de la evolución, los constituye los aportes de otro grupo de genetistas del siglo XX, entre los que destacan: Ronald Aylmer Fisher, Sewall Wright y John Burdon Sanderson Haldane, quienes se constituyeron en fundadores de una nueva disciplina científica denominada genética de poblaciones la cual logra conciliar la metodología biométrica con la genética mendeliana; de esta manera la genética de poblaciones se orienta al «estudio de cambio de las frecuencias génicas en las poblaciones» (García Alonso, 2008: 103). La relación definitiva de la teoría darwinista con la genética para constituir una sola estructura teórica se materializó con la publicación de *La genética y el origen de las especies* del genetista Theodosius Dobzhansky, donde la argumentación teórica se contrasta con el trabajo experimental; además destacan los trabajos de Ernst

Walter Mayr: *Sistemática y el origen de las especies*, George Gaylord Simpson: *Tempo and Mode in Evolution*, George Ledyard Stebbins: *Variación y evolución en plantas*; finalmente en 1942 Julian Sorell Huxley acuñó los términos síntesis moderna en su obra *Evolución: La síntesis moderna*.

No se puede negar que desde los orígenes de la teoría sintética de la evolución hasta nuestros días, se han sucedido importantes y no pocos avances en el conocimiento de distintos factores que de una u otra manera influyen en el entendimiento y explicación del proceso evolutivo; así por ejemplo, es de singular importancia el desarrollo de la genética en los últimos años, lo cual ha servido enormemente, a los defensores de la síntesis evolutiva, para despejar dudas respecto a la herencia de los caracteres y base molecular de la misma. De modo análogo pueden citarse el aporte desde diversas disciplinas como la: embriología, anatomía, física, química, ecología, paleontología, biogeografía, estadística, geología, entre otras; las cuales proporcionan argumentos en los cuales se sostiene el hecho de «establecer relaciones de tipo causa-efecto entre las variaciones del medio y el cambio evolutivo de las especies» (García Alonso, 2008: 106).

En consecuencia la teoría sintética de la evolución, reconoce al proceso evolutivo el resultado de la interrelación de los seres vivos con el medio ambiente, y epistemológicamente su estructura lógica sigue la «metodología de los programas de investigación científica» (Lakatos, 1989: 48), donde el núcleo central o núcleo firme de la teoría lo constituye la hipótesis principal o base a partir de la cual se desarrolla la teoría, rodeada por un cinturón protector integrado por hipótesis auxiliares cuya misión es hacer que el núcleo sea irrefutable. En cuanto a la teoría de la evolución que estamos analizando, el núcleo firme lo constituye el «supuesto

de que el cambio evolutivo viene dado por la actuación de la selección natural sobre la constitución genética de los individuos con la finalidad de promover la adaptación de los organismos al medio» (García Alonso, 2008: 107). Por su parte el cinturón protector de la teoría estaría formado por el conjunto de mecanismos de la herencia basada en las mutaciones, relaciones entre especies, «variabilidad intraespecífica, los mecanismos de especiación, la metodología de investigación» (García Alonso, 2008: 107) entre otras, darían solidez al núcleo firme.

Para adentrarnos en la teoría sintética de la evolución, se debe entender algunos conceptos y postulados que maneja esta teoría.

2.3.1. POBLACIÓN Y GENÉTICA DE POBLACIONES

La población biológica es un conjunto de individuos pertenecientes a una misma especie que comparten su vida en un lugar geográfico y tiempo definido, conocido como nicho ecológico, además, tienen la capacidad o de manera efectiva pueden reproducirse y dejar descendencia; de modo que comparten un conjunto común de genes denominado poza de genes o «pool genético» (Moreno, 2010: 351).

De este modo la población es:

Un grupo de organismos situados en el espacio. (En este libro consideraremos los organismos diploides). Al nacer, o mejor aún, al producirse la fusión del cigoto, cada individuo posee un potencial de supervivencia y reproducción, una probabilidad de moverse una distancia dada en una dirección dada, de mejorar o de inhibir el bienestar de otros individuos y así sucesivamente. (Cook, 1979: 2).

La Genética de poblaciones estudia la constitución genética de los individuos que componen las poblaciones, es decir las frecuencias génicas y genotípicas, así como, la transmisión de los genes de una generación a la siguiente.

La genética de poblaciones «es el estudio del comportamiento de los genes de las poblaciones. La genética de poblaciones implica la investigación de la adaptación de los organismos a ambientes estables o cambiantes, y por consiguiente el estudio del mecanismo de la evolución» (Cook, 1979: 2). De esta manera la variación genética de la población se constituye en objeto de estudio determinante de esta subdisciplina de la genética, porque se encarga de explorar la composición de «grupos de individuos de la misma especie (poblaciones), y cómo esa composición cambia con el tiempo y el espacio geográfico. Dado que la evolución es el cambio genético, la genética de poblaciones es fundamental en el estudio de la evolución» (Pierce, 2010: 5), queda claro que el objetivo que le preocupa a la genética de poblaciones es el «grupo de genes que se encuentran en un población» (Pierce, 2010: 5), de tal modo que observa y estudia un determinado grupo de organismos con el propósito de «detectar y entender los cambios genéticos que ocurren en las poblaciones» (Maeda- Martínez, 2002: 119).

Tanto en genética de poblaciones como en la teoría evolutiva actual, la unidad básica de análisis «no es el individuo biológico, sino la población, porque el genotipo de un individuo no sufre modificaciones durante su vida, y esta a su vez es efímera» (Maeda- Martínez, 2002: 119), en cambio la vida en la población tienen continuidad de una generación a otra, pero la «constitución genética de una población puede sufrir cambios durante este proceso. La continuidad de la población está dada a través de los mecanismos biológicos de la herencia» (Maeda- Martínez, 2002: 119). De modo que los cambios que se observan o estudian en un organismo a nivel individual, cuando este crece y se desarrolla, no pueden ser caracterizados como un proceso evolutivo, porque los cambios «evolutivos son los

que se producen de una generación a otra, esto es, los que hacen a los descendientes diferentes de sus antepasados» (Audesirk, 2003: 22), en consecuencia es imposible determinar los cambios evolutivos entre una generación a otra con solo observar las características de un individuo, por ejemplo si en el campo, cierto día observamos un trébol con cuatro hojas entre miles de tres hojas de la especie *Trifolium cyathiferum*, no podríamos concluir que tal especie está evolucionando hacia un plantas con cuatro hojas, para que esto suceda tal característica debería manifestarse con gran frecuencia en tréboles de muchas generaciones. «Está claro que la evolución no es una propiedad de los individuos, sino de las poblaciones, y estas incluyen a todos los individuos de una especie que habitan en una región determinada» (Audesirk, 2003: 22). Estos supuestos no son de exclusividad de los autores de la teoría sintética, Darwin ya lo había hecho notar, al considerar que « el número es de suma importancia para el éxito» (Darwin, 1983: 90), refiriéndose con esto que la evolución hacia nuevas formas y características no se circunscriben a cambios individuales sino a grupos de individuos de la misma especie que comparten un hábitat y nicho ecológico común.

[...] las especies que son más comunes –esto es, más abundantes en individuos– y las especies que están más ampliamente difundidas dentro de su propio país –y está es una consideración diferente de área extensa, y, hasta cierto punto, de ser común– son las que con más frecuencia dan origen a variedades suficientemente caracterizadas (Darwin, 1983: 107).

El mérito de que la evolución es un fenómeno que opera a nivel de poblaciones le corresponde al autor de *El origen de las especies*, discernimiento adoptado y extendido por la actual genética de poblaciones, Darwin deja muy clara su posición al respecto cuando considera que las especies más florecientes o como él llamaría: especies dominantes que al ocupar áreas extensas «son las más

difundidas en su propio país y las más numerosas en individuos– sean las que con más frecuencia producen variedades bien caracterizadas, o, como yo las considero, especies incipientes» (Darwin, 1983: 107-108). De esta manera el fenómeno de la herencia hace posible las relaciones y el vínculo «entre la vida de los organismos individuales y la evolución de las poblaciones» (Audesirk, 2003: 22).

Como la genética de poblaciones estudia la distribución, frecuencia y herencia de los alelos –formas alternativas de un gen que ocupan un mismo locus en cromosomas homólogos– en las poblaciones, entonces a la suma de todos los genes de un población se le conoce como poza de genes o poza génica, de modo que cada población se «caracteriza por un fondo común de genes» (Villego, 2008: 712). Como cada individuo es único desde la perspectiva de la genética y porta un genotipo específico, el cual resulta invariable durante la vida del individuo; sin embargo si se realiza el conteo de todos los alelos de cada gen presente en una población, resulta que se podría determinar las proporciones relativas de los diferentes alelos, a esta cifra se la denomina frecuencia de alelos. Así, en una población en proceso evolutivo el fondo común de genes y por lo tanto la frecuencia de los alelos, cambia de una generación a otra, tal cambio puede «depender de mutación, de introducción en la población de genes procedentes de una población extraña o de selección natural» (Villego, 2008: 712-713). El equilibrio de la poza génica puede cambiar más por obra de la casualidad que por selección natural, en especial en poblaciones pequeñas donde el azar determina la estructura genotípica de la siguiente generación, debido no existe un número este papel «del azar en la evolución de las pequeñas poblaciones ha sido descrito por Sewall Wright con el término de desplazamiento genético o deriva genética» (Villego, 2008: 713). De esta manera la

deriva genética también llamada deriva aleatoria «revela que la selección natural no es la única fuerza que determina la evolución. La frecuencia de los genes puede cambiar por razones ajenas a sus efectos en la supervivencia y la reproducción» (Evans y Selina, 2005: 57). Los biólogos evolutivos no se ponen de acuerdo sobre el nivel de importancia de la selección natural en la evolución, aunque para la síntesis evolutiva parece ser el factor con mayor fuerza respecto a la deriva aleatoria, aunque esta última se muestra con una fuerza muy especial. «La selección natural acumulativa es el único factor que puede producir diseños complejos como el de los ojos o el de los corazones» (Evans y Selina, 2005: 58), es decir que las adaptaciones no podrían producirse por deriva aleatoria; sin embargo no todo son adaptaciones en los seres vivos, cualquier organismo presenta rasgos o características cuyo origen no tiene relación ni puede explicarse por selección natural, sino por deriva aleatoria, por ejemplo «el color blanco de los huesos no es adaptación, no tiene una finalidad particular. El color blanco de los huesos es una simple consecuencia de que estos estén hechos de calcio.» (Evans y Selina, 2005: 58). El calcio es un metal alcalinotérreo, su presencia en los huesos es adaptativo y seleccionado naturalmente por ser relativamente duro y ligero, pero no por el color blanco, nada aporta a la supervivencia el color blanco de los huesos, bien pudieron haber sido de otro color.

2.3.2. CAUSAS DEL CAMBIO EVOLUTIVO.

Antes de precisar las causas del proceso evolutivo que considera la síntesis evolutiva, merece considerar que las poblaciones en equilibrio no existen, todas están variando en algo, en alguna medida, nada está estático, de modo una población en equilibrio es una población hipotética donde no se da la evolución. Sin embargo, la genética de poblaciones y la síntesis moderna parten de poblaciones

ideales para identificar y determinar aquellos factores que podrían variar en el curso evolutivo. En 1908 un matemático inglés, Godfrey H. Hardy y el genetista alemán Wilhelm Weinberg, demostraron que las frecuencias genéticas o las proporciones de los diferentes genes en una población se mantenían constantes, o eso aparentaban, a través de las generaciones, esto se conoce hoy como la ley de Hardy- Weinberg. Ellos partiendo de la premisa de que en la mayoría de las grandes poblaciones existe una tendencia a la estabilidad genética, es decir, que la proporción de sus genes se mantienen aproximadamente en la misma proporción de una generación a otra. Si esto es así, con el tiempo los caracteres dominantes deberían continuar incrementándose, a tal punto que, en un momento dado se tendría un genotipo con caracteres dominantes, en desmedro de los caracteres recesivos, llegando a constituirse una población cada vez con caracteres puros, es decir homocigótica donde los dos alelos de los genes, codificarían un carácter dominante. Sin embargo la realidad es otra, de manera que es necesario conocer las características de una población que no evoluciona para luego entender las fuerzas que mueven el proceso evolutivo en las poblaciones.

La ley de Hardy- Weinberg se puede enunciar (Audesirk 2003: 23; Nason y Dehaan, 1980: 761; Curtis y otros, 2008: 366-369) del modo siguiente:

Una población en equilibrio o estado estacionario, permanecerá en equilibrio genético, si se cumplen las siguientes condiciones o variables:

1. No se producen mutaciones.
2. No debe haber flujo de genes entre poblaciones; es decir, no hay migración o desplazamiento de individuos con sus genes ni por

inmigración (desde otras poblaciones), tampoco por emigración (hacia otras poblaciones).

3. La población debe ser muy grande, para que puedan ser aplicables las leyes matemáticas de la probabilidad, de modo tal que resulta improbable en gran medida que el azar altere la frecuencia de los alelos en dicha población.
4. Todo apareamiento debe ser al azar, sin que ciertos genotipos se vean favorecidos para aparearse con otros genotipos específicos.
5. No debe existir selección natural, es decir no hay diferencia en el éxito reproductivo de los genotipos involucrados, de modo que todos resultan igualmente adaptables.

En tales condiciones la frecuencia de los alelos de una población, resultan inalterables sin mayores cambios en el futuro. Vista de este modo la ley de Hardy-Weinberg, resulta aparentemente contradictorio al hecho evolutivo, pero la ley se torna en una de las bases de la actual biología evolutiva y en especial de la genética de poblaciones, porque es un punto de partida para estudiar los mecanismo de la evolución, resulta útil para identificar la condiciones de ocurrencia evolutiva, pues rara vez se «llegan a cumplir las condiciones mencionadas» (Nasson y Dehaan, 1980: 762). Es decir si una o más condiciones de la población ideal, deja de cumplirse, entonces la frecuencia de los alelos puede cambiar; se produce la evolución. En las siguientes líneas se abordaran las condiciones señaladas.

De lo anteriormente citado, una determinada población permanecerá en equilibrio solo si son ajenas a las mutaciones, pero hoy sabemos, que estas son inevitables. Es sabido que las células tienen mecanismos eficientes que «protegen la

integridad de sus genes, incluso enzimas que constantemente examinan el DNA y reparan los efectos provocados por la radiación, los cambios químicos o los errores de copiado, algunos cambios en la secuencia de nucleótidos escapan [...]» (Audesirk 2003: 23), a pesar de todo los mecanismos biológicos de revisión, reparación y transcripción. Cuando estas alteraciones ocurren en células germinales o que dan origen a los gametos, existe la posibilidad que tales alteraciones sean transmitidas a la descendencia y de esta manera se introducen en la poza génica de la población.

El término mutación fue acuñado por el botánico holandés Hugo de Vries, quien estudió y redescubrió las leyes de Mendel; al igual que su predecesor, Vries experimentó en plantas en especial con una denominada vellowita, a las cuales cuando las «trasplantó y las cruzó, algunas de las plantas resultantes eran extrañas y diferían marcadamente de la planta silvestre original. [...] Para tales cambios súbitos en el carácter de un organismo, de Vries usó el término mutación» (Villego, 2008: 715).

Llamamos mutación a un cambio ocurrido en el genoma de una célula, que se transmite a su descendencia dando lugar a células hijas o a individuos que se denominan mutantes. La mutación es la fuente última de variación genética. Es aleatoria (independiente, no dirigida) de la función del gen. La mutación es un proceso que cambia la estructura genética de las poblaciones a un ritmo muy lento. (Maeda-Martínez, 2002: 120-121).

Las mutaciones son cambios en el material genético, lo cual puede tener repercusiones en el fenotipo del individuo. «Una mutación es un cambio en la secuencia de bases del DNA. Un cambio en la secuencia de bases de un gen en ocasiones producirá un cambio en el producto codificado por ese gen» (Tortora y

otros, 2007: 231). Un cambio en el genotipo a veces puede ser perjudicial e inclusive letal, si es que la célula se ve inhibida de un rasgo fenotípico que es de importancia vital; pero también ciertas mutaciones pueden ser beneficiosas. Así por ejemplo cuando se produce una mutación para el gen de determinada proteína, la proteína codificada por ese gen puede tornarse inoperativa o no cumplir con la función determinada lo cual afectaría al metabolismo celular; pero también, la mutación podría ser beneficiosa si la proteína alterada y codificada por el gen mutante, resulta con una mayor efectividad y eficacia que beneficia al metabolismo celular.

La evolución –siguiendo los presupuestos de la Síntesis moderna– tiene su base en las variaciones, es decir la fuente última de variabilidad genética lo constituyen las mutaciones, entendida como cambios en la secuencia de nucleótidos en la molécula de ADN que forman a los genes; pero las mutaciones en por sí mismas no constituyen una fuerza que dirige la evolución, sin embargo son la fuente que permite el origen de nuevos alelos, de nuevas variaciones en la población traducidos en «cambios que ocurren en las frecuencias genéticas de las poblaciones, la última fuente de cambios evolutivos es la mutación» (Nasson y Dehaan, 1980: 764), de modo que, si nunca ocurrieran mutaciones no se llevaría a cabo la evolución; la selección natural o cualquier otro mecanismo quedaría sin fundamento para explicar la aparición de especies nuevas. Sin mutaciones cada ser vivo resultaría una «copia perfecta de sus progenitores y las especies serían algo realmente fijo. Si las especies pueden cambiar con el tiempo y adaptarse a nuevos entornos es gracias a los ocasionales errores de copia» (Evans y Selina, 2005: 56). Todas las experiencias científicas reportadas, demuestran que constantemente

suelen ocurrir mutaciones, y que «los cambios en el fenotipo producidos por tales mutaciones pueden ser de valor adaptativo y contribuir a la supervivencia del organismo» (Villem, 2008: 715). Entonces las mutaciones pueden generar cambios adaptativos, sin embargo algunas de ellas «no afectan a la capacidad reproductora del organismo: No son ni perjudiciales ni beneficiosas» (Evans y Selina, 2005: 56), por tal razón se dice que en términos generales, las mutaciones no están encaminadas al logro de un objetivo, es decir, no surgen como una necesidad que reclama el medio ambiente, peor aún como formas de prevención y protección del organismo ante eventuales cambios medioambientales u otras necesidades; las mutaciones simplemente suceden y que tales cambios sean útiles, nocivos o neutros dependerá de los factores y condiciones ambientales donde el organismo no tiene ninguna forma de control. Las mutaciones son entonces una especie de energía potencial –para hablar en términos físicos–, es un potencial latente que al ser usadas por otras fuerzas, tales como «la migración y, en especial, la selección natural, que inciden en ese potencial, pueden favorecer la diseminación de una mutación entre la población, o bien eliminarla» (Audesirk 2003: 23). Vista de esta manera, las poblaciones con mayores variaciones en su genotipo o cambios en sus frecuencias genéticas –población heterocigota–, representan un mayor valor de adaptación y por lo tanto es garantía de permanencia en el tiempo para dejar descendencia. En una población «homocigota completamente no tendría sustrato genético sobre el cual pudiera actuar la selección natural» (Villem, 2008: 718), en tanto que una población que ha tenido suficientes variaciones en su genotipo y consecuente manifestación fenotípica, tiene mayores probabilidades de supervivencia porque permitiría mayores probabilidades de cambios adaptativos. En conclusión, los organismos

heterocigotos de una población tendrán mayores aptitudes y probabilidades para adaptarse, vivir y dejar descendencia que sus correspondientes congéneres homocigotos.

La siguiente condición a tenerse en cuenta sucede cuando individuos migran de una población a otra y se cruzan con otros individuos, se realiza un intercambio o transferencia de alelos desde una población a otra, a este intercambio de genes se le conoce como flujo de genes. Según Audesirk (2003: 24-25), el flujo genético puede tener dos consecuencias fundamentales:

1°. Que los alelos que confieren cierta ventaja adaptativa se extiendan entre los individuos de toda la especie. En este sentido de existir un nuevo alelo en una población X, y este alelo representa una ventaja para un organismo en cuanto permite tener mayores oportunidades de sobrevivir, el fenómeno migratorio permitiría llevar el alelo X hacia otras poblaciones de la misma especie.

2°. El flujo genético ayuda a conservar como una sola especie a los organismos que viven en regiones extensas, debido a que las continuas migraciones introducen y sacan genes constantemente de las poblaciones de modo que estadísticamente no se perciben diferencias considerables o alteraciones en la frecuencia de los alelos. Si una población se encuentra aislada, de modo que no se presenta el flujo de genes entre poblaciones de la misma especie, entonces, tal aislamiento «es un factor clave en la aparición de una nueva especie» (Audesirk 2003: 24).

En efecto, el flujo genético al producirse dentro de una población, introduce genes permitiendo el incremento de la variabilidad genética y en consecuencia varía la población. De otro lado, cuando los genes migran de un

lugar a otro, permite que poblaciones distantes presenten similitudes en su poza génica y en consecuencia se reduce las posibilidades de emergencia de nuevas especies, pero si el flujo genético se reduce entre dos poblaciones, se incrementa la posibilidad de especiación. En resumen, flujo genético y especiación guardan una relación inversamente proporcionales en el proceso evolutivo.

Otra condición que resalta la población ideal de Hardy- Weinberg es que tal población deberá ser grande de modo que las variaciones fortuitas no influyan en el fondo común genético en general, de esta manera, si algunos individuos no prosperan, su desaparición del escenario de la vida no alteraría la frecuencia general de los alelos en población grande, por que tales sucesos que suceden al azar no influirían decisivamente en la reproducción de los organismos con todos los genotipos. «En una población pequeña, sin embargo, es posible que sólo unos pocos organismos posean ciertos alelos. Los sucesos fortuitos podrían reducir e incluso eliminar estos alelos en la población, con lo cual se alteraría su constitución genética» (Audesirk 2003: 25). De modo que existe mayor probabilidad que los sucesos casuales el azar, cambien o alteren las frecuencias alélicas de una población pequeña respecto de otra población grande; este suceso se conoce como deriva genética o «desviación genética» (Nason y Dehaan (1980: 762). Si se altera la constitución genética de la población, entonces, es probable que el proceso evolutivo se presente en tales condiciones. Como ya se detalló líneas arriba, los cambios casuales en la frecuencia alélica se presenta con mayor frecuencia en poblaciones pequeñas, porque éstas «tienden a experimentar mayores porcentajes de fluctuaciones en sus frecuencias genéticas» (Nason y Dehaan, 1980: 762), y con tales fluctuaciones se reduce la variabilidad genética en la población pequeña, de tal

manera que los organismos de tal población genéticamente son parecidos con características tales en las generaciones siguientes pueden originar un grupo con características peculiares: evolucionaron.

La siguiente condición que tendría una ideal población en equilibrio es que el apareamiento dentro de dicha población siempre se realice al azar, de esta manera todas las dotaciones genéticas tendrían iguales oportunidades, entonces estadísticamente el acervo genético y la frecuencia de los alelos no quedarían alterados. Pero en la mayoría de poblaciones, «los apareamientos no ocurren realmente al azar en el sentido estadístico del término, ya que no todos los genotipos contribuyen en igual medida a la composición de la dotación genética de la siguiente generación» (Nasson y Dehaan, 1980: 762). Por cierto, algunos genotipos pueden ser fértiles, otros estériles, otros reducir las posibilidades de reproducción del organismo en edad reproductiva. Además algunos fenotipos condicionan el apareamiento al seleccionar pareja, al ser más vistosos o aceptar tal o cual tipo de polen; todo lo cual evidencia que los apareamientos estén determinados y estadísticamente favorezcan a unos genotipos. Consecuentemente toda forma de apareamiento no aleatorio si altera la frecuencia de los alelos en la población, lo cual ocasiona variabilidad.

Esta forma de apareamiento no aleatorio, Darwin lo tuvo muy en cuenta de manera especial cuando se refería a la selección sexual, donde unos individuos elijen pareja

[...] cuando los machos y las hembras de cualquier tipo de animal tienen los mismos hábitos generales de vida, pero difieren en estructura, color o adorno, estas diferencias han sido producidas principalmente por selección sexual; es decir por individuos machos que han tenido en

generaciones sucesivas alguna leve ventaja sobre otros machos, en sus armas, en sus medios de defensa o en sus encantos, que han transmitido a su descendencia masculina solamente. (Darwin, 1886: 146).

De modo que, por ejemplo, en el mundo animal la competencia entre los machos para quedarse con una pareja, favorece el apareamiento no aleatorio. «Los machos de muchas especies de aves son más grandes que las hembras, cosa que proviene sin duda de las ventajas alcanzadas por los machos más fuertes y más grandes sobre sus rivales durante gran número de generaciones» (Darwin, 1965 b: 467). En el mundo vegetal también se producen fecundaciones dirigidas o favorecidas por el color y forma de las flores, las secreciones de néctar, desarrollo de estructuras, etc. que atraen a los insectos polinizadores; de modo que «la conformación de cada parte de una especie, cualquiera que sea el objeto para que pueda servir, es la suma de muchos cambios heredados, por los que ha pasado la especie durante sus adaptaciones sucesivas [...]» (Darwin, 2009 :268) todo lo cual en gran medida ha llegado a un lugar del tiempo y del espacio gracias a que los apareamientos no fueron dejados al simple juego del azar.

Finalmente a diferencia de la población ideal de Hardy- Weinberg, donde la selección natural estaría ausente, los defensores de la teoría sintética destacan el papel importante de este mecanismo evolutivo que heredaron de Darwin. Tomemos en cuenta cierto organismo donde por mutación presenta alelos que le hacen resistente a ciertas condiciones adversas del medio, la descendencia de tal organismo tendría más probabilidades de vivir y extender su genotipo en la población del cual forma parte, es decir ha sido seleccionado naturalmente para cumplir un propósito en el proceso evolutivo de su especie.

La selección natural obra exclusivamente mediante la conservación y acumulación de variaciones que sean provechosas, en las condiciones orgánicas e inorgánicas a que cada ser viviente está sometido en todos los periodos de su vida. El resultado final es que todo ser tiende a perfeccionarse más y más, en relación con las condiciones. (Darwin, 2009: 187).

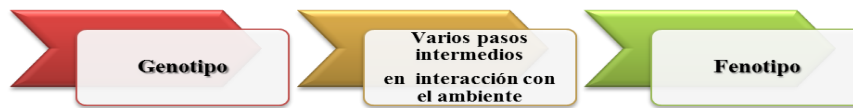
La selección natural, como vemos, no genera alteraciones ni cambios genéticos en los individuos, sino que favorece la supervivencia de aquellos con dotaciones genéticas que le permiten superar a sus congéneres en una u otra cualidad. Además queda claro vista de esta manera y desde Darwin, la selección natural obra u opera a nivel individual, en consecuencia solo algunos individuos que resulten seleccionados se reproducen y dejan descendencia; La evolución – desde la visión de la teoría sintética – se realiza a nivel poblacional, de modo que son las poblaciones las que evolucionan debido a un cambio en la frecuencia de los alelos, pero dichos cambios en algún momento aparecieron a nivel individual, los cuales poco a poco se hicieron comunes, junto a sus variaciones, genéticas en la población.

Para la teoría sintética, la selección natural no es la única fuerza o causa evolutiva, como ya se mencionó las mutaciones al propiciar una variabilidad inicial a nivel individual, aporta mucho al proceso evolutivo, otra causa lo constituye la deriva aleatoria o deriva genética, lo cual puede alterar cambiando la frecuencia de los alelos en una población, «incluso hasta dar origen a especies nuevas» (Audesirk 2003: 29), sin embargo los defensores de la síntesis evolutiva conceden importancia determinante a la selección natural. «Con todo, es la selección natural lo que da forma a la evolución de las poblaciones a medida que éstas se adaptan a un entorno cambiante» (Audesirk 2003: 29-30). De esta manera, se entiende, que la evolución significa cambios en la composición genética de una población, mas no la selección

natural; vale decir que la selección natural no actúa directamente sobre el genotipo de los individuos de una población, sino sobre el fenotipo, sobre «la estructura y comportamiento reales que exhiben los miembros de una población» (Audesirk 2003: 30), por tanto, la selección natural actúa solamente sobre las características expresadas en el fenotipo, así la unidad de selección lo constituye el fenotipo completo, la totalidad del individuo. En consecuencia la selección natural al mantener ciertas manifestaciones fenotípicas, favorece ciertos cambios o permite mantener ciertas variaciones dentro de una población. El fenotipo es la manifestación de la interacción entre el ambiente donde se establece el ser vivo, con la carga genética o genotipo que heredó.

Conforme a Ferreira (2005) el fenotipo = genotipo + ambiente. Sabemos que la diversidad genética está extendida en la naturaleza y los individuos con genotipos idénticos pueden tener fenotipos diferentes debido a interacciones con el ambiente donde viven. Así, «los gemelos monocigóticos, pueden ser diferentes en cuanto a estatura, peso y longevidad debido a diversas experiencias vitales» (Ferreira y otros, 2005: 114), de modo que los genes determinan ciertas potencialidades, ciertas cualidades y características a manifestarse, tal manifestación o realización depende del ambiente donde se desarrollan o viven. Precisamente tal manifestación es trabajo de la selección natural, proceso que «obra solamente sobre mediante la conservación y acumulación de pequeñas modificaciones heredadas, provechosas todas al ser conservado [...]» (Darwin, 2009: 157).

En consonancia con Ferreira (2005) se puede realizar el siguiente esquema:



De modo que, no debe sorprender que muchas veces, el aspecto de un organismo no refleje necesariamente su constitución genética. «Los alelos permanecen constantes salvo mutación. “A” no cambia por hallarse junto con “a” y viceversa» (Ferreira y otros, 2005: 114), de esta manera, la selección de determinado fenotipo influye de manera inevitable sobre el genotipo que representa y está presente en tal población, porque existe una relación muy estrecha entre fenotipo y genotipo; porque si tenemos una planta de cierta rosa que se encuentra en situaciones medioambientales que favorecen flores vistosas y con pétalos grandes, entonces tales rosas dejarán mayor número de descendientes, los cuales contribuirán a mantener los alelos que codifican flores vistosas con pétalos grandes, de modo que, «si la selección natural favorece un fenotipo específico, también favorecerá necesariamente el genotipo que le da origen» (Audesirk, 2003: 30). De modo que la selección natural favorece – según la visión de la Síntesis evolutiva – la reproducción de aquellos individuos que teniendo ciertos alelos dejan más descendencia que otros individuos con alelos diferentes; esto es lo que se conoce; tal como lo señala Audesirk (2003), como reproducción diferencial, en la medida que la selección natural permite la trascendencia en el tiempo de un determinado genotipo dentro de una población.

2.4. LA SOCIOBIOLOGÍA.

El neodarwinismo, sin embargo, no se queda en su explicación de la evolución de las especies con base en la selección natural, las mutaciones y el azar, con base en la competición; sino que sus presupuestos se extienden al ámbito social

de los animales llegando hasta las sociedades humanas, así nace la *sociobiología* en la segunda mitad del siglo XX. De hecho E. O. Wilson plantea una sociobiología con fuerte cimentación en la zoología y se puede considerar, hasta la fecha, que este es el límite que está tocando el darwinismo, en su afán de ampliar el concepto de selección natural a los sistemas sociales y la conducta de los animales incluida la humana. Al respecto el mismo Wilson afirma: «Después de todo, mis colegas y yo no habíamos hecho más que extender el neo-darwinismo al estudio de las conducta social y de las sociedades animales, y los principios biológicos fundamentales que utilizamos eran en su mayor parte convencionales» (Wilson, 1982: 237). Quedando enmarcada esta disciplina en los dominios de la selección natural, y su definición se precisa: «La sociobiología se define como el estudio sistemático de las bases biológicas de todas las formas de conducta social, incluida la conducta sexual y paternal, en toda clase de organismos, incluidos los humanos» (Wilson, 1982: 238). De esta manera el darwinismo se extiende, reduciendo las ciencias sociales al ámbito de la biología evolutiva, y la conducta social queda prácticamente enmarcada en un determinismo biológico prácticamente absoluto. Los sociobiólogos postulan de que tanto el comportamiento animal como el de los seres humanos no puede ser analizado satisfactoriamente solo teniendo en cuenta factores ambientales y culturales, sino que para comprender el comportamiento animal en su totalidad requiere analizar sus procesos evolutivos; dando por sentado en primer lugar a «la omnipotencia de la selección natural» (Lázaro Mari y Fernández Burgueño, 1986: 348), sin embargo existe una notable diferencia; para el neodarwinismo la unidad de selección es el individuo portadores de determinados genes que les hace aptos y susceptibles de ser seleccionados, pero para la

sociobiología, los individuos solo son meros portadores de genes en cuanto aseguran su reproducción y supervivencia. Al respecto Wilson argumenta: «Las formas más complejas del comportamiento humano están casi con toda certeza bajo el control de los poligenes (genes distribuidos por muchos *loci* cromosómicos) que a su vez producen sus efectos alternando una amplia serie de dispositivos mediadores [...]» (Wilson, 1982: 242). De modo que los genes son «los auténticos actores de la evolución y, por ello ésta debe explicarse en función de ellos y más concretamente en función de su estrategia reproductora» (Lázaro Mari y Fernández Burgueño, 1986: 348), en una suerte de dictadura de los genes, con lo cual el comportamiento animal y el humano sería un imperativo genético.

En segundo lugar, la sociobiología sostiene que «todos los comportamientos son adaptativos y tienen una base genética» (Lázaro Mari y Fernández Burgueño, 1986: 349), esta postura de la prefijación genética del comportamiento y conductas sociales es discutido ampliamente; al respecto Grassé afirma:

Si la tesis del determinismo genético inmediato de la afectividad y del pensamiento humano fuera exacta, el hombre debería tener ideas innatas y exteriorizar sentimientos innatos. Sin embargo, el desarrollo mental del niño, observado desde el nacimiento hasta la pubertad, no muestra la aparición de ninguna idea innata, de ningún sentimiento innato. (Grassé, 1980: 350).

En una opinión contraria, Wilson trata de explicar genéticamente a todas las expresiones del comportamiento humano, llegando a extremos poco creíbles y carentes de rigor demostrativo; asume que la guerra, la xenofobia, homosexualidad, etc. quedan explicadas por la carga genética heredada; respecto a la xenofobia enfatiza: «Los seres humanos están fuertemente predispuestos a responder con odio irrazonable a las amenazas exteriores y a incrementar su hostilidad lo suficiente

como para dominar la fuente de la amenaza con un margen respetablemente amplio de seguridad» (Wilson, 1980: 171-172). De otro lado y respecto a otras formas de la conducta humana, justifica: «los genetistas han encontrado evidencia de una cantidad sustancial de influencia hereditaria en el desarrollo de una serie de rasgos que afectan al comportamiento social, [...] la homosexualidad, el momento de la primera actividad heterosexual [...]» (Wilson, 1982: 242), prácticamente todo tendría un determinación genética, con lo cual los animales y propio el ser humano se reduce a su genoma, con lo cual se niega las enormes interrelaciones genotipo-ambiente o capacidad de comunicación entre los organismos con el medio circundante; hay mucho más que la dictadura de los genes, la expresión de la vida no está atada estrictamente a la secuencia de las moléculas que forman el ADN.

2.5. RECAPITULACIÓN DEL CAPÍTULO.

En la actualidad la comunidad científica concuerda en torno a la idea común de los seres vivos que hoy pueblan nuestro planeta descienden de formas vivas diferentes así como de un ancestro común, a partir de las cuales han evolucionado. Este hecho natural es la evolución biológica, se encuentra fuertemente sustentada en una variedad de observaciones y hechos experimentales que le dan valor y ninguna contradicción.

La evolución, como hecho innegable en la actualidad, es un proceso gradual y continuo que toma mucho tiempo; en tal proceso en el genoma de los individuos se activan nuevos genes capaces de darles nuevas formas y funciones a sus órganos o incluso hasta hacerlos desaparecer, todo ello con el objetivo de poder adaptarse a su medio, poder sobrevivir y en consecuencia dejar descendencia fértil.

Por mucho tiempo y en consonancia con el dogma religioso, se planteó de que las especies vivas fueron creadas y por lo tanto permanecían fijas y sin cambios a través del tiempo, es decir las especies son inmutables, a esta teoría se la denomina fijismo el cual se fundamenta en la idea creacionista, según la cual las características de las especies han permanecido fijas a partir del sexto día en que Dios las creó. La teoría del fijismo en el ámbito científico tiene como principales representantes a Carlos Linneo y Cuvier.

Contrariamente a las ideas creacionistas o fijistas, surge la propuesta evolucionista. La evolución se fundamenta en sostener que las especies se originan a partir de otras más antiguas, las mismas que sufren cambios y evolucionan hacia otras formas diferentes que guardan estrecha relación con el medio ambiente y tienen posibilidad de descendencia.

La idea de evolución aparece tempranamente en el pensamiento griego, estas ideas se deben a filósofos helenos como: Tales, Anaxímedes, Anaximandro, Parménides, Heráclito y Empédocles; estos filósofos pensaban que las cosas, incluido los seres vivos, sufrían cambios, pues concebían la idea de movimiento de la materia, ya sea formando unos cuerpos, ya otros, pero todo en constante cambio y transformación.

Posteriormente, con el hecho evolutivo innegable y del estudio de la naturaleza, surgen diferentes mecanismos para explicar la evolución de los seres vivos, tales explicaciones toman ya la forma de teorías científicas debido a que se fundan en la observación y experimentación como procesos de una metodología científica.

La explicación del cómo de la evolución, tiene en Lamarck un sólido representante que aporta con uno de los mecanismos evolutivos conocidos: la teoría evolucionista del transformismo o teoría de la herencia de los caracteres adquiridos. Lamarck, sostiene que las especies actuales y las especies desaparecidas se han formado a partir de las especies primitivas o antiguas. Lamarck, en su Filosofía Zoológica, expone la idea de las necesidades funcionales o teoría del uso y del desuso. El uso de una estructura u órgano incrementa su tamaño, así como su persistencia en el tiempo, y el desuso de ella deviene en su desaparición, los órganos que persisten tienen la característica de ser hereditarias, a esto se le conoce como herencia de los caracteres adquiridos. Lamarck toma como ejemplo a las jirafas, las cuales al principio serían animales de cuello corto; como ellas se alimentan de hojas y yemas de los árboles, una jirafa estiraría el cuello que llegaría a ser un poco más largo que aquella jirafa que solo come hierba. La descendencia de la jirafa con cuello más largo nacerían con el cuello un poco más largo y consecuentemente se alimentaría de hojas y yemas altas de los árboles, alimento propio de su hábitat –las sabanas africanas–, esto alargaría aún más el cuello, carácter que sería transmitida a la descendencia, y así sucesivamente, hasta que por fin se tendría una población de jirafas con cuello muy largo, tal como hoy las conocemos. La teoría de la herencia de los caracteres adquiridos hoy no es aceptada, debido a que las pruebas genéticas determinan que los caracteres adquiridos la descendencia no la hereda.

Las ideas Lamarck se pueden sintetizar en las siguientes proposiciones:

1. Los individuos cambian físicamente durante su vida para adaptarse al medio en el cual habitan.

2. Los individuos adquieren caracteres que no tenían sus padres. Estos cambios o caracteres adquiridos se deben al uso o desuso de sus órganos.
3. Los caracteres adquiridos se transmiten por herencia biológica a sus descendientes.
4. La sucesión de cambios adaptativos muestra una tendencia hacia la complejidad y perfección.

El transformismo o lamarkismo fue rechazado por Cuvier, quien sostiene que las diversas especies de las diferentes épocas se deben a las creaciones sucesivas que hace Dios después de grandes cataclismos y catástrofes. A esto se conoce como teoría del catastrofismo, así cada catástrofe produce la desaparición de unos tipos de seres vivos, de esto darían testimonio los fósiles de especies desaparecidas. Luego de cada catástrofe se realizaría una nueva creación y repoblación con nuevas especies de acuerdo a un plan preconcebido por Dios. Las ideas de Cuvier tampoco en la actualidad gozan de aceptación por la explicación de la formación de los fósiles.

El evolucionismo tiene en Darwin, naturalista inglés, otro representante, cuyas ideas tienen vigencia hegemónica actual. Darwin enunció otro mecanismo del hecho evolutivo: la teoría de la evolución por selección natural, pero no fue el único, sino que casi al mismo tiempo fue enunciada por Wallace, otro inglés. Darwin en su obra *El origen de las especies* mediante la selección natural, sostiene que en la actualidad existe gran variabilidad de especies debido a un origen en antecesores comunes y además que los factores de la variabilidad de las especies son: la lucha por la existencia, la adaptación, la variabilidad de los caracteres y la herencia de estos caracteres. Darwin señala que al faltar el alimento se establece una

lucha por la existencia, en la que *supervive el más apto*, esta selección lo realiza el ambiente por lo tanto se produce una *selección natural*.

Wallace, realiza estudios en la flora y fauna de la india y de la península Malaya; plantea la idea de la selección natural sin conocer las ideas de Darwin. En 1870 publicó su obra *Contribuciones a la teoría de la selección natural*. Darwin y Wallace, influenciados por la teoría de Malthus recogida en el *Ensayo sobre el principio de la población* (1798), propusieron la teoría de la selección natural. Es Darwin quien aporta más pruebas a esta teoría. Las observaciones y deducciones a las que arribó se pueden resumir del siguiente modo.

a. Observaciones:

1. Las poblaciones aumentan, en el número de sus individuos, a un ritmo enorme.
2. Las poblaciones tienden a conservar más o menos constante el número de individuos, pese al enorme ritmo con que aumentan en número.
3. Los individuos de una población no son todos iguales y muestran variaciones hereditarias.

b. Deducciones:

1. Producto de la primera y segunda observación, por permanecer más o menos constante el número potencial de individuos, entonces debe de existir una lucha por la supervivencia entre ellos.
2. Producto de la tercera observación, los individuos con variaciones favorables están en ventaja en cuanto a la lucha por la existencia y sobrevivirán y transmitirán dichas variaciones a sus descendientes. El ambiente realiza una

selección natural que favorece al individuo mejor dotado para sobrevivir y reproducirse frente a sus competidores, los cuales tienden a ser eliminados.

Darwin nunca pudo explicar cómo producían las variaciones, no pudo explicar por qué los hijos o generación descendiente tenían rasgos semejantes a la generación progenitora; esto debido a que aún no se habían descubierto los genes y los mecanismos de la herencia. Hoy sabemos que las leyes de la herencia formuladas por Mendel, donde las combinaciones de los alelos de acuerdo siguiendo un patrón de probable manifestación fenotípica, explican las dudas sobre la herencia de caracteres. Posteriormente De Vries, sostiene que las variaciones en los individuos de una población se producen por mutaciones, entendidas como cambios naturales y espontáneos en la secuencia de genes; cuya frecuencia es muy reducida y sobreviven los individuos con mutaciones favorables o selección natural de mutaciones. La transmisión de una determinada mutación a la descendencia siguiendo las leyes de la herencia, devienen en la formación de una nueva especie.

Posteriormente muchos biólogos evolutivos y científicos de diferentes disciplinas del saber humano, unieron la teoría de la selección natural con los principios de la teoría de mutaciones, las leyes de Mendel, la genética de poblaciones, etc. dando origen a Teoría sintética de la evolución, Síntesis evolutiva moderna o neodarwinismo, donde se establece que existen mutaciones favorables, desfavorables o indiferentes para hacer frente a la adaptación al ambiente externo, a la sobrevivencia y a la reproducción. Además es muy característica de esta teoría considerar a las poblaciones como unidades de la evolución, dejando claro que la evolución es una propiedad de las poblaciones que incluyen a todos los individuos de la misma especie que habitualmente viven en una región determinada. Las

variaciones de los caracteres en los individuos se originan bajo el influjo de las mutaciones, tales variaciones se amplifican en la población en virtud de las recombinaciones de los alelos portadores de tales caracteres y facilitados por la selección natural. Las proporciones de los genotipos existentes dentro de una determinada población pueden casos fortuitos o sujetos al azar, esto se conoce como deriva genética; o también puede deberse a la reproducción de un determinado genotipo sobre otro, esto favorecido por selección natural.

Actualmente el paradigma darwinista se ha extendido hasta la explicación de las bases biológicas de la conducta social, a través de la disciplina denominada sociobiología, esta basa su premisa en que gran parte de los comportamientos sociales de los animales y los seres humanos tienen una base genética, estrictamente están determinados por los genes, y los procesos evolutivos favorecen la permanencia –selección natural – de aquellas conductas que garantizan la supervivencia y éxito en dejar descendencia; en una clara alusión a los principios de la teoría darwinista para la interpretación del comportamiento animal.

El siguiente cuadro resume las teorías que tratan de explicar los mecanismos evolutivos anteriormente tratados.

LAMARCK	DARWIN-WALLACE	SÍNTESIS EVOLUTIVA
Los cambios del ambiente generan una necesidad de cambiar en los organismos.	Los cambios o variaciones tienen una base hereditaria	Los organismos cambian (fenotipo) en función de mutaciones en su genotipo.
Aparecen y se desarrollan nuevos órganos por el uso o desuso que permiten sobrevivir.	El ambiente selecciona aquellas variaciones útiles para la supervivencia y tiende a eliminar las desventajosas.	Las mutaciones que signifiquen mejor adaptación al medio son seleccionadas.
Los rasgos adquiridos se transmiten a la descendencia.	Los rasgos seleccionados suelen tener más descendencia y por lo tanto son más heredados.	Los genotipos mejor adaptados se propagan en la población y dejan mayor descendencia.
Aparecen nuevas especies	Aparecen nuevas especies	Aparecen nuevas especies

CAPÍTULO III

DARWINISMO Y OTROS MECANISMOS

EVOLUTIVOS

3.1. LA SELECCIÓN NATURAL COMO MECANISMO EVOLUTIVO.

La evolución de los seres vivos en nuestro planeta es un hecho consumado sobre lo cual hoy no existen dudas. Desde la época de los griegos – o esto es lo que parece en los registros documentados – el tema evolutivo ha sido una constante en el interés de la humanidad. Hoy sabemos que los seres vivos tenemos un pasado, una causa en otros seres con vida, no necesariamente con nuestras actuales características, así los seres humanos tenemos unos ancestros no humanos, las aves tienen unos ancestros que no son aves, no podían volar, o una palmera tiene un ancestro fotosintético que no podían mantenerse erguido sino que estaba a merced del vaivén de las aguas, en última instancia, todas las especies del planeta Tierra descienden de un antiguo ancestro común, al igual que las ramas de un gran árbol que se sostienen y brotan de un tronco único.

Nuestro universo está en constante movimiento y cambio, y precisamente la evolución biológica es un ejemplo claro de «la naturaleza cambiante del Universo, su estado de transformación permanente capaz de generar novedad, pero también la noción de origen común de las cosas y los entes» (Moya, 2010: 4). Este origen común de la vida que luego avanza en el tiempo y en el espacio es lo que constituye la evolución entendida desde la *síntesis evolutiva* (a efectos de terminología en el presente trabajo usaré el término *darwinismo* que tendrá la misma connotación) como un proceso de cambio en la constitución genética de las poblaciones a lo largo de las generaciones. Se entiende evolución «como un proceso de cambio gradual del acervo genético de las especies, regido por la actuación de la selección natural, sobre la base de la existencia de mutaciones y recombinaciones» (García Alonso, 2008: 105). Pero como quiera que los organismos viven y dependen del medio ambiente, el hecho evolutivo se entiende como el producto de la interacción entre las poblaciones y el ambiente que alberga a tales seres.

El evolucionismo entendido por Darwin contiene como elementos sustanciales al carácter gradualista y a la selección natural. Darwin concibe a la evolución como un proceso de diversificación a partir de ancestros comunes y tal proceso se realiza en un tiempo considerable dando lugar diversas ramificaciones en la descendencia; pero esto necesita un mecanismo y es aquí donde el proceso de selección natural opera, generación tras generación en las poblaciones. A tal efecto Juan Moreno (2010: 24), en referencia a la selección natural como mecanismo de cambio evolutivo, señala que tres son las premisas sobre la cual se basa este mecanismo:

- 1°. Existe variación fenotípica entre organismos de una misma población que afecta la capacidad de sobrevivir y reproducirse en un hábitat determinado.
- 2°. Tal variación es heredable; la variación genética se transmite de una generación a otra vía la reproducción sexual o asexual.
- 3°. Entre los organismo existe una inevitable competencia; pues a causa de la constante reproducción la pugna es por los recursos limitados.

La constante competencia entre los seres vivos «no significa una lucha sangrienta entre los mismos por legar descendientes a las futuras generaciones, como se ha interpretado a veces» (Moreno, 2010: 24), sino algo casi imperceptible o difuso como por ejemplo el hecho de ciertos seres vivos que «saben utilizar mejor los nutrientes obtenidos o desplazarse más rápidamente que otros, y terminan por dejar más descendientes (así la competencia puede darse entre individuos entre los que no ha existido contacto alguno)» (Moreno, 2010: 24). Con estas tres premisas se estaría garantizando que la distribución de fenotipos con sus respectivos genotipos de una población, cambien en el transcurso del tiempo y de generación en generación, cambio conocido como evolución por selección natural.

Las observaciones realizadas por Darwin le llevaron a sostener que de los individuos que nacían muchos de ellos morían en el transcurso del tiempo y solo algunos sobrevivían y dejaban descendencia. En *El Origen de las especies*, es puntual como se destacan las múltiples relaciones que establecen los seres vivos, entre ellos y con el medio físico, de tal manera que tales relaciones permiten la supervivencia de aquellos más adaptados y con variaciones o características fenotípicas que facilitan tal adaptación. A tal efecto Darwin señala:

Tengamos también presente cuán infinitamente complejas y rigurosamente adaptadas son las relaciones de todos los seres orgánicos entre sí y con condiciones físicas de la vida y, en consecuencia, qué infinitamente variadas diversidades de estructura serían útiles a cada ser en condiciones cambiantes de vida. (Darwin, 2009: 140).

Las ideas fundamentales de Darwin y Wallace en relación a cómo ocurre la evolución – y esto es lo que conocemos como mecanismo evolutivo – continúan teniendo vigencia generalizada en la comunidad científica actual, es más constituye la columna vertebral de la biología evolutiva. Entonces recordemos que los organismos engendran organismos similares; es decir existe estabilidad en el proceso de la reproducción; en la mayoría de las especies, el número de individuos que sobreviven y se reproducen en cada generación, estadísticamente es pequeño en relación al número total de nacimientos, algo sucede en la «grande y compleja batalla de la vida» (Darwin, 2009: 140). También merece recordar que en una determinada población, ocurren variaciones aleatorias a nivel de los individuos, algunas de estas variaciones son hereditarias.

¿Podemos dudar –recordando que nacen muchos más individuos de los que acaso puedan sobrevivir– que los individuos que tienen ventaja, por ligera que sea, sobre otros tendrían más probabilidades de sobrevivir y de procrearse su especie? Por el contrario, podemos estar seguros de que toda variación en el menor grado perjudicial, tiene que ser rigurosamente destruida. (Darwin, 2009: 140).

La interacción entre estas variaciones hereditarias, surgidas al azar, y las características del ambiente, determinan en grado significativo cuáles son los individuos que sobrevivirán y se reproducirán y cuáles individuos no lo harán y se perderán del gran escenario de la vida; así ciertas variaciones –hoy llamadas mutaciones a nivel genotípico– permiten que los individuos portadores, produzcan

más descendencia en relación a otros que no lo tienen. Darwin llamó a estas características ventajosas: «variaciones favorables en un espacio de tiempo dado» (Darwin, 2009: 171) y propuso que tales variaciones favorables heredadas, tienden a hacerse cada vez más comunes en la población y de una generación a otra. A este proceso Darwin y Wallace lo denominaron selección natural. «A esta conservación de las diferencias y variaciones individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales, la he llamado yo *selección natural o supervivencia de los más adecuados*» (Darwin, 2009: 140).

La vida surge sólo de la vida, y todas las especies vivas son una prolongación de sí mismas y se reproducen de generación en generación. Este hecho, demostrado a perpetuidad, ofrece sin embargo la variante de una transformación paulatina de los seres, evolutiva podría decirse, a tenor de sus actividades desarrolladas en un ambiente determinado. No es menos cierto, por otra parte, que en cada generación sobreviven y se reproducen los individuos más adaptados, mejor que los débiles o enfermizos, produciéndose una “selección natural” de los mismos. Por lo que se refiere a los seres humanos, un factor especial, la inteligencia –o si se quiere, la complicación creciente del sistema nervioso–, contribuye a seleccionar y a mejorar sus condiciones de vida en el planeta (Ginberg, 1987: 9).

De esta manera si una característica resulta favorable para los miembros de una población, dicha característica se propagará aún en el caso de que posteriormente provoque la extinción de la especie. De otro lado, la selección natural puede favorecer la *complejidad* o la *simplicidad*, y en general carece de una dirección prefijada que pueda conducir al progreso, o más aun a la perfección. Pero lo que sí parece ser cierto es que la diversidad biológica no fue formada tal y como

la conocemos hoy; sino que la misma es el corolario de un proceso de ramificación y diversificación gradual.

Así como los brotes dan origen, por crecimiento, a nuevos brotes, y éstos, si son vigorosos, se ramifican y sobrepujan por todos los lados a muchas ramas más débiles, así también, a mi parecer, ha ocurrido en el gran Árbol de la Vida, que con sus ramas muertas y rotas llena la corteza terrestre y cubre su superficie con sus hermosas ramificaciones, siempre en nueva división (Darwin, 2009: 198).

Con tiempo suficiente, la selección natural lleva a la acumulación de cambios, mediante pequeños y múltiples cambios que provocan diferencias entre grupos de organismos denominados poblaciones. La selección natural puede alterar la frecuencia de los alelos de tres maneras en función de los fenotipos favorecidos en una población, tales maneras o modos de selección hoy en el ámbito evolutivo se reconocen tres principales categorías que operan en las poblaciones a través de tiempo: selección natural direccional, selección natural estabilizante y selección natural disociadora.

La selección natural direccional, es la más frecuente y se presenta cuando las condiciones ambientales sufren alteraciones afectando a la población, también se puede hablar de selección direccional cuando una población migra de un lugar a otro con características ambientales diferentes, de tal manera que el hábitat se ve alterado. «La selección direccional desplaza la curva de frecuencias de algún carácter fenotípico en una dirección en otra, a favor de los individuos que se desvían del promedio» (Campbell y Reece, 2007: 465), es decir desplaza la composición general de una determinada población, favoreciendo los caracteres de uno de los extremos de la distribución de frecuencias, aquí lo nuevo, lo novedoso es

lo que cuenta. La selección direccional favorece a los individuos de una población que presentan ciertas características específicas, y ejerce una selección desfavorable sobre los individuos promedio y sobre aquellos situados en el otro extremo opuesto de la distribución de frecuencias. Por ejemplo sea una población original de saltamontes cuyos fenotipos para el color sean variados; cuando las condiciones ambientales cambian, como épocas prolongadas de sequía, el color verde del follaje se torna hacia el colores cercanos a marrón, por la prevalencia del color de los troncos y ramas al desaparecer las hojas verdes, entonces la especie de saltamontes podría evolucionar probablemente en dirección hacia colores cercanos al marrón o colores que imiten la corteza seca de los vegetales. Otro ejemplo sería que los «antepasados de la jirafa que tenían el cuello más largo conseguían más alimento y, por lo tanto, se reproducían más prolíficamente que sus contemporáneos de cuello corto» (Audesirk, 2003: 30). La capacidad de resistencia, que adquieren ciertas bacterias, hacia ciertos antibióticos, constituye un ejemplo típico de selección natural direccional.

La selección natural estabilizante o estabilizadora actúa en contra de las variaciones de los individuos ubicados en los extremos de una curva de frecuencias, favoreciendo al promedio de la población, es decir este modo de selección, actúa en contra de los individuos que se desvían demasiado de las características promedio de una población, lo común es lo que cuenta. «Este modo de selección reduce la variación y mantiene el *statu quo*, de un carácter fenotípico particular» (Campbell y Reece, 2007: 466). Siguiendo el ejemplo de la población hipotética de saltamontes, la selección favorecerá los extremos de la distribución, cuando la población se encuentra en un hábitat cuyo follaje tiene plantas con hojas verdes pero también hay

mucha presencia exposición de troncos, de tal manera que el color del hábitat semeja a parches, esto provocaría la disminución de saltamontes estrictamente verdes o marrones. «El peso al nacer de la mayoría de los niños está entre 3 y 4 Kg; los niños mucho más pequeños o más grandes tienen mayores tasa de mortalidad» (Campbell y Reece, 2007: 466).

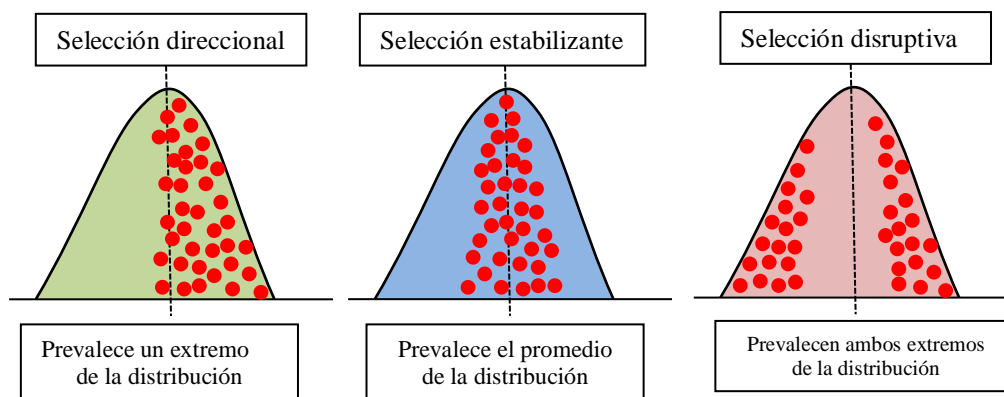
El biólogo M.K. Hecht, por ejemplo estudió, las lagartijas del género *Aristelliger* y encontró que las lagartijas pequeñas tenían dificultad para defender su territorio, pero las grandes eran presa más fácil de los búhos. Por tanto las lagartijas *Aristelliger* sufren una selección estabilizante que favorece un tamaño corporal promedio. (Audesirk, 2003: 30).

La selección natural disociadora o disruptiva, favorece la prevalencia evolutiva de individuos con características situadas en ambos extremos de una distribución, en tanto que el fenotipo promedio tiende a quedar rezagado o desaparecer; de modo que, este modo de selección «se produce cuando las condiciones ambientales favorecen a los individuos de ambos extremos de un rango fenotípico sobre los fenotipos intermedios» (Campbell y Reece, 2007: 465), de esta manera la población, con el paso del tiempo, se divide en dos grupos fenotípicamente diferentes. En el ejemplo de la población inicial de saltamontes con una variedad de colores, en un hábitat con lugares puntuales con prevalencia de hojas, por lo tanto del color verde, y otro con exposición de ramas y troncos, prevalencia del color oscuro o marrón; con el paso del tiempo prevalecerán saltamontes verdes y marrones, en tanto que los manchados quedarán en desventaja como resultado de que las variantes de ambos extremos han sido favorecidas.

[...] una población de pinzones de vientre negro comedores de semillas de Camerún presenta dos tamaños de picos claramente diferentes. Los

individuos con picos pequeños se alimentan, sobre todo, de semillas blandas, mientras que las aves con picos más grandes se especializan en romper semillas duras. Parece que las aves con picos de tamaño intermedio son poco eficaces para romper ambos tipos de semilla, y por esta razón, tienen una aptitud relativamente inferior. (Campbell y Reece, 2007: 465).

Sin embargo, independiente del modo de selección, el mecanismo evolutivo básico es el mismo: selección natural, que «favorece ciertos rasgos hereditarios mediante el éxito reproductivo diferencial» (Campbell y Reece, 2007: 466).



FUENTE PROPIA

3.2. EL PROCESO DE ESPECIACIÓN.

Tratar del origen de las especies es un tema que presenta muchas dificultades y no pocos retos, debido a que los datos y evidencias se pierden en el tiempo, –sin desmedro de las que existen como la presencia de fósiles por ejemplo– pero lo que a primera vista preocupa a los biólogos y a la humanidad a lo largo de la historia es el concepto de especie. Especie significa *apariencia* en latín, y hace

referencia a hoy se acepta, en el ámbito biológico, el concepto de especie biológica, acuñada por Mayr, como «un grupo de poblaciones naturales que se cruzan efectiva o potencialmente, aisladas de otros grupos semejantes desde el punto de vista reproductivo» (Audesirk, 2005: 42). Este concepto de especie toma muy en cuenta que la población tiene que reproducirse sexualmente – aquí una dificultad – de tal manera que sea posible preservar el genotipo de la misma. Así, «cada especie biológica es un conjunto de genotipos armónicos y bien equilibrados. Un cruzamiento reproductivo indiscriminado de todos los individuos en la naturaleza llevaría a un colapso inmediato de estos genomas armónicos» (Mayr, 2006: 224). De esta manera la especie se define en términos de presencia o ausencia de cruzamiento reproductivo, pero no se tiene en cuenta en el grado de diferenciación fenotípica de tales poblaciones; lo que se debe tener en cuenta, en el presente concepto, es que la descendencia también se fecunda; un caso particular y fuera quedaría el caso por ejemplo de un híbrido como el mulo infecundo, que resulta del cruzamiento de una yegua con un burro.

Por consiguiente existe un premio muy selectivo para la adquisición de dispositivos, actualmente denominados mecanismos aisladores, que favorezcan la reproducción con individuos coespecíficos. Esta conclusión aporta la verdadera significación de la especie. La especie habilita la protección de genotipos armoniosos y bien integrados. (Mayr, 2006: 224).

La definición de especie que estamos siguiendo tiene dificultades, como el concepto de especie biológica hace referencia al cruzamiento reproductivo entre la población, entonces «el concepto no es aplicable a organismos que no tienen reproducción sexual. En los organismos que se reproducen asexualmente (de manera uniparental), las especies se distinguen en forma discrecional basándose en

caracteres fenotípicos» (Mayr, 2006: 238). De modo que los organismos que se reproducen asexualmente necesitan otro concepto de especie, un concepto alternativo que hoy se conoce como el concepto de especie filogenética, según la cual «la especie es el grupo diagnosticable más pequeño que contiene todos los descendientes de un ancestro común» (Audesirk, 2005: 92). Si se aplicara rigurosamente este segundo concepto de especie a todas las poblaciones que se reproducen sexual y asexualmente, estaríamos ante un enorme número de especies diferentes, muchas de las cuales quedarían al margen de las actuales reconocidas por la sistemática.

El proceso de formación de nuevas especies o especiación depende de dos factores o requisitos: que dos poblaciones se encuentren aisladas de modo tal que no se permita el flujo de genes de una población a otra, y que ambas poblaciones desarrollen una divergencia genética significativa, de tal modo que se cuente con dos juegos de genomas diferentes.

1° El aislamiento de poblaciones permitiría que dos poblaciones lleguen a ser distintas del tal manera que el cruzamiento reproductivo de una con la otra se torne difícil hasta imposible, es decir que debe «haber relativamente poco flujo (migración) de genes entre ellas» (Audesirk, 2005: 42).

2° Divergencia genética, porque no basta que las poblaciones se encuentren separadas una de otra; para que se formen dos nuevas especies es necesario que ambas poblaciones adquieran diferencias genéticas lo suficientemente significativas, pues si «las poblaciones aisladas se encontrasen de nuevo, ya no podrían cruzarse ni tener descendientes vigorosos y fértiles» (Audesirk, 2005: 43).

En base a estos factores, los biólogos evolutivos han diseñado mecanismos evolutivos por selección natural, tales mecanismos se pueden agrupar en dos amplias categorías: especiación alopátrica, en la cual dos poblaciones están separadas geográficamente una de la otra, y especiación simpátrica, en la cual dos poblaciones comparten la misma región o área geográfica.

Especiación alopátrica, conocida también como especiación geográfica, puede ser el mecanismo de especiación más común para la formación de una nueva especie y «ocurre cuando partes diferentes de una población quedan separadas físicamente por una barrera infranqueable» (Audesirk, 2003: 43). Sabemos que una población grande es genética y en consecuencia fenotípicamente polimórfica, de modo que en ella convergen muchas formas, ya sea manifiesta o potencialmente, de expresión genotípica. Si la población original es separada en dos por causas geográficas y de ese modo, con el tiempo, emergen dos especies, estamos frente a una especiación alopátrica, de modo que esta ocurre cuando dos partes diferentes de una población originalmente única, quedan separadas efectiva y físicamente por barreras extrínsecas. «Esta barrera evita el intercambio de material genético entre las dos poblaciones, de forma que las nuevas mutaciones o las nuevas combinaciones de alelos no se combinan o se difunden por la población completa» (Jenkins, 1986: 710) de tal manera que el aislamiento físico impide el flujo de genes de una población a otra, lo cual influye en el desarrollo de genotipos únicos y frecuencias genotípicas diferentes porque las dos poblaciones han quedado reproductivamente separadas y de esta forma se estarían formando dos especies. Entonces este mecanismo de especiación se produce cuando «una población es dividida por una barrera física se conoce como especiación alopátrica (*allo*,

“*diferente*”; *patris*, “*patria*”)» (Purves y otros, 2009: 511). En este mecanismo de especiación, y conforme las precisiones de Evans y Selina (2005: 110-111), tomemos como ejemplo a una colonia de ratas (población original de organismos) que vive sin mayores dificultades en un valle, de modo que pueden reproducirse entre sí por ser todas miembros de una misma especie biológica; pero un día llueve demasiado, el valle se inunda y la mitad de las ratas queda atrapada en un lado del valle y la otra mitad, en el otro. Pasan muchos años, cientos y quizá miles, la geografía mantiene separadas a las dos poblaciones y cada una evoluciona de manera ligeramente distinta dando origen a dos poblaciones hijas reproductivamente aisladas.

A pesar de que muchos digan lo contrario, Darwin si propuso un mecanismo de especiación; en el origen de las especies esto se deja percibir, o cuando menos permite deducir en especial en el capítulo titulado: *Selección natural, la supervivencia de los más adecuados*, también estas ideas ya están en el *Diario del viaje de un naturalista*. En relación a la especiación alopátrica, Darwin se adelanta al considerar que el cruzamiento es muy importante para mantener individuos de la misma especie, en función de la herencia y de la selección natural y concede un lugar al aislamiento geográfico en la formación de nuevas especies.

El aislamiento también es un elemento importante en la modificación de las especies por selección natural. En un territorio cerrado o aislado, si no es muy grande, las condiciones orgánicas o inorgánicas de la vida serán generalmente casi uniformes, de modo que la selección natural tenderá a modificar de igual modo a todos los individuos que varíen de la misma especie. Además, el cruzamiento con los habitantes de los distritos vecinos estará en este caso evitado. (Darwin, 2009: 165).

Queda dicho, entonces que la especiación alotrópica (aunque no con tal nombre) estuvo presente en el pensamiento de Darwin, aún antes de escribir el *Origen de las especies*, pues veamos algunos pasajes de *El diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo* (Darwin, 2000), cuando al referirse por ejemplo a los seres orgánicos de las islas Galápagos, mostraba su admiración por aquel pequeño mundo rico en raras especies, pero que estaban separadas geográficamente del continente, «un satélite dependiente de América, de donde ha recibido algunos colonos extraviados y el carácter general de sus producciones indígenas» (Darwin, 2000: 467). En cuanto a las tortugas terrestres que habitaban tales islas dejó notar que habitaban las islas Charles y Hood son diferentes a las de la isla James, no obstante estar próximas; los espaldares de las tortugas de las dos primeras islas «son gruesos y vueltos hacia arriba, como una silla de montar española, mientras que las tortugas de la isla James se distinguen por ser más redondas, negras, y por tener un sabor más agradable después de cocidas» (Darwin, 2000: 486). La evolución de los pinzones en las Galápagos es otro ejemplo que Darwin tuvo en cuenta, pues como consecuencia del aislamiento geográfico, las especies de pinzones de las islas son diferentes a sus parientes de la consta. Esto deja claro que Darwin contempla el aislamiento geográfico como una razón importante en la generación de una nueva especie.

El otro mecanismo de especiación, vía selección natural es la especiación simpátrica entendida como aquella que tiene como escenario una sola región geográfica, donde vive una población determinada. A primera vista este mecanismo parecería contradecirse con uno de los factores de especiación: el aislamiento de las poblaciones, debido a que la población a evolucionar se encuentra habitando un

mismo lugar; sin embargo este aislamiento no solo significa aislamiento físico, sino y sobre todo, aislamiento en el flujo de genes, es decir que el flujo de genes de un grupo de organismos sea limitado respecto a otro. «Este modelo requiere la separación de una población en dos especies sin la aparición de una barrera extrínseca que separe primero la población en dos grupos aislados» (Jenkins, 1986: 710); esto es posible gracias al aislamiento ecológico y a las llamadas aberraciones cromosómicas, que impiden el flujo entre un grupo y otro de una misma población.

La separación de un reservorio genético sin aislamiento físico se denomina especiación simpátrica (*sym*; “*junto con*”). Pero si la especiación suele ser un proceso gradual, ¿cómo puede desarrollarse un aislamiento reproductivo cuando los individuos tienen frecuentes oportunidades de aparearse entre sí? Lo que se requiere es alguna forma de selección disruptiva en la que ciertos genotipos presentan una gran adaptación para uno u otro recurso [...] (Purves y otros, 2009: 513).

Tal es el caso de los pinzones de las Galápagos –otra vez considerados por Darwin–, las aves diferían mucho en función de su comportamiento y hábitos de alimentación, es decir su nicho ecológico; de tal manera que unos comen insectos, otros cascan nueces, otros vegetarianos, etc. y con el tiempo formaron especies diferentes aun compartiendo el mismo territorio, así, « [...] si la región es grande, sus diferentes distritos presentarán casi con seguridad condiciones diferentes de vida y entonces, si la misma especie sufre modificación en distintos distritos, las variedades recién formadas se cruzarán entre sí en los límites de ellos» (Darwin, 2009: 164). La especiación simpátrica es posible por medio del aislamiento ecológico, cuando una misma región presenta dos o más tipos de hábitats distintos, como por ejemplo diferentes fuentes de alimentación, lugares para anidar, disponibilidad de agua, etc., luego los diferentes miembros de una misma especie,

con el tiempo, pueden llegar a especializarse en uno u otro hábitat, y «en condiciones apropiadas, la selección natural con base en la especialización en hábitats puede provocar la separación de una sola especie original en dos especies» (Audesirk, 2003: 43). Siguiendo al mismo autor, por ejemplo, el espino americano tiene una mosca parásita, de la especie *Rhagoletis pomonella*, que deposita sus huevos en el fruto del espino, y cuando las larvas eclosionan se comen el fruto. Los estudios han demostrado que esta mosca, hace 150 años había comenzado a infestar los manzanos; «hoy en día parece ser que la *Rhagoletis* se está dividiendo en dos especies, una que se cría en las manzanas y otra que prefiere los espinos» (Audesirk, 2003: 43), pero tales moscas originarán dos especies, solo si consiguen mantener su aislamiento reproductivo, aunque no geográfico. De esta manera dentro de una población grande, «los subgrupos más recientes y más perfeccionados, por haberse separado y apoderado de muchos puestos nuevos en la economía de la naturaleza, tenderán constantemente a suplantar y destruir a los subgrupos más primitivos y menos perfeccionados» (Darwin, 2009: 186).

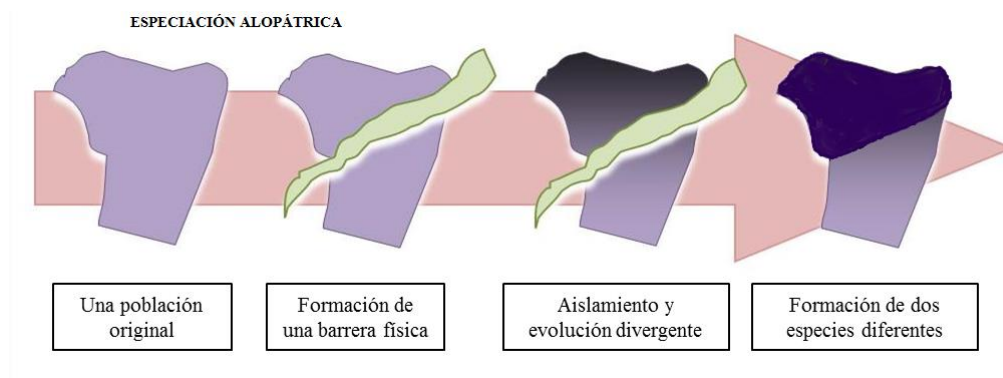
La especiación simpátrica también se ha dicho que se produce por cambios en el número de cromosomas, lo cual trae como consecuencia el aislamiento inmediato en la población, es decir que este aislamiento tiene como causa a los cambios en el número de cromosomas, detalle conocido como aberraciones cromosómicas.

[...] pero la forma más común de especiación simpátrica «es la poliploidía, la producción dentro de un individuo de juegos duplicados de cromosomas. La poliploidía puede surgir ya sea por duplicación de cromosomas en una especie única (autopoliploidía) o por la combinación de cromosomas de dos especies diferentes (alopoliploidía). (Purves y otros, 2009: 514).

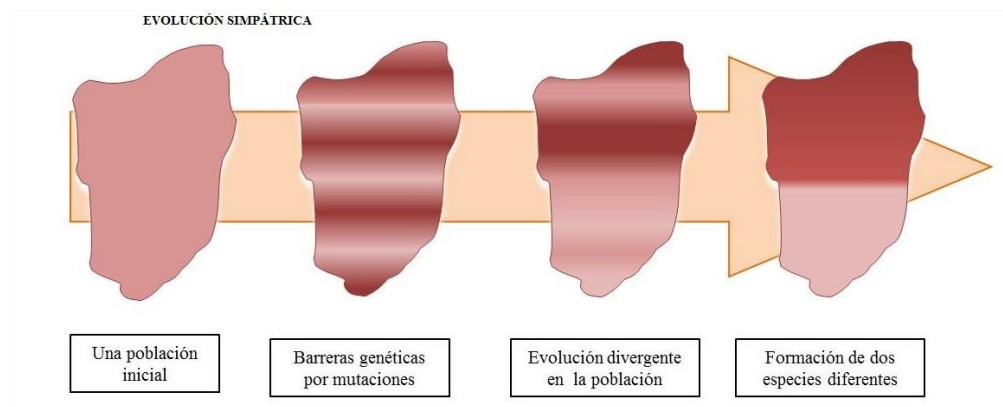
Por ejemplo en el caso de los vegetales, un mecanismo de especiación común es la adquisición de varias copias de cada cromosoma, esto es la poliploidía. Es conocido que en animales y vegetales los cromosomas se encuentran en parejas o apareados, por ello se dice que son diploides; pero a veces y «en especial en las plantas, un óvulo fecundado duplica sus cromosomas pero no se divide en dos células hijas. De esta forma, la célula resultante se torna en *tetraploide*, con cuatro copias de cada cromosoma» (Audesirk, 2003: 45), el resultado es que los vegetales tetraploides y diploides de la misma especie están aisladas reproductivamente, es decir que una planta tetraploide no puede cruzarse con otra diploide, pero si aún pueden cruzarse, la descendencia tetraploide híbrida es casi siempre estéril, esto sucede debido a que no «pueden producir gametos viables porque sus cromosomas no hacen una sinapsis correcta durante la meiosis» (Purves y otros, 2009: 514), en consecuencia la planta tetraploide no puede producir descendencia fértil al fecundarse con una planta diploide, pero puede hacerlo si se produce la autofecundación o la fecundación cruzada con otro individuo tetraploide. De modo que la «poliploidía puede determinar el completo aislamiento reproductivo en dos generaciones; una importante excepción a la regla general de que la especiación es un proceso gradual» (Purves y otros, 2009: 514).

La aloploidía se produce cuando individuos de dos especies diferentes, pero muy estrechamente emparentadas, se cruzan; estos cruzamientos suelen ser viables o fértiles debido a que cada cromosoma tiene su homólogo casi idéntico con el cual hacer sinapsis durante la meiosis. La especiación simpátrica por poliploidía ha sido importante relevante en la evolución de las plantas; «los botánicos estiman que alrededor del 70% de las especies de plantas con flor y el 95% de los helechos

son poliploides. La mayoría de ellos fueron el resultado de la hibridación entre dos especies, seguidas de autofertilización» (Purves y otros, 2009: 514). El hecho de que nuevas especies de vegetales se forme por poliploidía con mayor facilidad que en los animales, se debe a que los vegetales muchas especies de vegetales tienen mayor facilidad para autofecundarse respecto a las especies animales.



FUENTE: Propia



FUENTE: Propia

3.3. EVIDENCIAS DE LA EVOLUCIÓN.

Al tratar las pruebas que evidencian el hecho evolutivo se deberá tener en cuenta un conjunto de premisas como aquellas pruebas a favor del origen de los seres vivos a partir de un antepasado común; pruebas de la generación de una nueva

especie a partir de otras especies ancestrales; evidencias de que la selección natural u otra teoría que expliquen el hecho evolutivo, permita la adaptación y especialización de un determinado fenotipo y en general, propicie el cambio evolutivo. Darwin fue un firme defensor de que los seres vivos procedían de un ancestro común, a tal efecto señala:

La mayor parte de las razones que me han convencido de que todas las especies vivientes del mismo grupo descienden de un solo progenitor se aplican con igual fuerza a las especies más antiguas conocidas. Por ejemplo: es indudable que todos los trilobites cámbricos y silúricos desciende de algún crustáceo, que tuvo que haber vivido mucho antes de la edad cámbrica, y que probablemente difirió mucho de todos los animales conocidos [...] (Darwin, 2009: 442).

Muchas de las pruebas que ahora contamos para aceptar tal afirmación, no estaban disponibles en la época de Darwin, sin embargo algunas como los fósiles permitían deducir la ancestralidad orgánica; esto es lo que constituye una prueba de la evolución, es decir, constituyen fuentes de información cuya única explicación racional es el hecho de que la evolución ocurrió en el pasado y que continúa produciéndose en la actualidad. En medio de tales pruebas de la evolución orgánica destacan: los fósiles o el registro fósil, la anatomía y fisiología comparada, la embriología comparada, pruebas de base genética.

3.3.1. LOS FÓSILES.

La palabra fósil deriva del verbo latino *fodere* = excavar, y del sustantivo *fossile* = aquello que es excavado. Se denominan fósiles al «resto de un organismo o su actividad que, tras experimentar una serie de transformaciones, llega hasta nuestros días en un estado de conservación suficientes para permitir su estudio» (González Candelas, 2009: 43), así, los fósiles son los restos o indicios de la

existencia y actividad de seres vivientes del pasado y tales restos se conservan en la corteza terrestre, en especial en rocas sedimentarias, pudiendo haber sufrido transformaciones en su composición más o menos intensas.

La Paleontología es la ciencia que se ocupa del estudio de los fósiles (para mejor ilustración ver Anexo 07). Comúnmente se asocia con fósiles a los restos pétreos de esqueletos, conchas, caparazones, huesos de animales, así como a las impresiones carbonosas de plantas; pero los restos fósiles no son sólo aquellos provenientes de las partes duras petrificadas de los seres vivos; también se consideran como fósiles, a restos sin alterar de los seres vivos, como excrementos (coprolitos), moldes, restos de construcciones orgánicas, huellas de pisadas, impresiones de partes del cuerpo, huevos, nidos (icnofósiles) y hasta dentelladas o impresiones de los dientes hechos en esqueletos o en los troncos de los árboles; no debemos olvidar que en las últimas décadas también se descubrieron restos fósiles de microorganismos como bacterias y demás seres unicelulares.

El proceso de formación de un fósil o fosilización se produce a través de una serie de transformaciones como: destrucción de la materia orgánica, sustitución de ésta por materia mineral estable ante las nuevas condiciones ambientales, relleno de cavidades del propio organismo o generadas por él, que puede tener como resultado la formación de un fósil. Cuando un ser vivo muere o produce algún tipo de resto como consecuencia de su actividad vital, caen en sedimentos que con el paso del tiempo llegaron a formar parte de un estrato rocoso de corteza terrestre, pueden llegar a conservarse; «usualmente los esqueletos de los animales y las porciones fibrosas de las plantas se impregnaron de agua que contenían elevadas concentraciones de minerales tales como sílice o calcio, llenándose gradualmente

los espacios intercelulares de estos tejidos duros de materia mineral insoluble» (Nason y Dehaan, 1980: 772). El proceso de fosilización es selectivo, pues la probabilidad de que un organismo o alguna parte de él, resistan el paso del tiempo y se convierta en un fósil, va a depender de su composición química y de las características físicas y composición de las aguas a que esté expuesto. Por ejemplo los esqueletos internos o externos de los animales contienen una gran cantidad de materia mineral por lo tanto se conservan con más facilidad, en tanto que el tejido blando difícilmente es conservable, debido a que en condiciones normales es rápidamente atacado por bacterias descomponedoras que termina en la putrefacción del resto. Darwin estudió cuidadosamente el registro fósil, el mismo recolectó fósiles durante su viaje a bordo del Beagle: «Cuando encontré en La Plata el diente de un caballo yaciendo en unión con restos de Mastodon, Megatherium, Toxodon y otros monstruos extinguidos [...]» (Darwin, 2009: 445); en *El origen de las especies*, en especial en el capítulo X: De la imperfección de los registros geológicos y el capítulo XI: De la sucesión geológica de los seres orgánicos, explica, con ayuda de los fósiles, pruebas sólidas a favor de la evolución, aunque por cierto los fósiles no dan una explicación detallada del pasado, muestran cambios graduales de proceso evolutivo. De esta manera se establece, hasta la fecha, que el antepasado de las actuales aves fue un tipo de dinosaurio pequeño con alas y plumas: «[...] la extraña ave *Archeopteryx*, con una larga cola como de saurio, la cual lleva un par de plumas en cada articulación, y con las alas provistas de dos uñas libres» (Darwin, 2009: 439). Es probable que el *Archaepteryx* no pudiera volar por carecer de quilla en el esternón, sin embargo por la presencia de plumas es

probable que el planeo les facilitara cazar, lanzándose sobre su presa desde los árboles. Esto sería el antecedente del vuelo en las aves.

¿Por qué las plumas se han desarrollado antes que el vuelo? Muchos científicos sospechan que algunos dinosaurios eran de sangre caliente. Los animales pequeños de sangre caliente necesitan aislamiento y las plumas corporales, que no son sino escamas de reptil plumosas, podían haberlo proporcionado. Estas plumas pudieron desarrollarse luego para el planeo. (Gamlin, 1997: 45).

De esta manera, al interpretar los fósiles se hace presente parte de la historia evolutiva de los seres vivos en nuestro planeta y se muestran claras evidencias de sus cambios a lo largo del tiempo, no puede ser de otra manera la interpretación, los seres cuanto más antiguos menos se parecen a los actuales; además se demuestra en ellos, que los seres con estructuras más complejas tienen como ancestros a otros con estructuras menos complejas, esto llevaría a J. B. S. Haldane a decir «bastaría el hallazgo de un fósil genuino de un mamífero procedente del Precámbrico para que nuestra idea de la evolución sobre la Tierra se viniese abajo» (González Candelas, 2009: 45-46), pues no solamente no se encuentran evidencias que puedan contradecir el proceso evolutivo, sino que todo el cúmulo de líneas de investigación así como las pruebas y evidencias anteriormente mencionadas, no entran en contradicciones respecto al hecho evolutivo.

Los fósiles nos permiten argumentar que muchas de las especies de seres que vivieron en el pasado no perduraron hasta hoy, han desaparecido, se han extinguido sin dejar especímenes vivos. De otro lado se ha demostrado que los restos fósiles guardan estrecha relación directa, en el tiempo, con el estrato rocoso que lo contiene; así las capas de roca que se forman por acumulación de barro o arena en el fondo de los «océanos, mares, y lagos, y cada uno contiene algunos

fósiles característicos que sirven para identificar depósitos producidos al mismo tiempo en diferentes partes del mundo» (Villey, 2008: 731), esto es lo que se conoce como tiempo geológico, que concuerda con el espesor relativo de los sedimentos. De esta manera, los fósiles de especies más tardías se encuentran en estratos superiores o superficiales respecto a los fósiles de especies tempranas; además en función de la similitud en ciertas características de fósiles tardíos con especies vivas actuales, es posible establecer relaciones de parentesco entre las mismas, como prueba fehaciente del proceso evolutivo; «[...] el mismo proceso de selección natural tiende constantemente, [...], al exterminio de las formas madres y de los eslabones intermedios. En consecuencia, sólo pueden encontrarse pruebas de su pasada existencia en restos fósiles...» (Darwin, 2009: 244). De esto se podría concluir que los fósiles de los estratos superiores de la Tierra descenden de aquellas especies cuyos fósiles fueron preservados en los estratos más antiguos o inferiores.

Mirando las pruebas fósiles a favor de la evolución, algunas de las más interesantes son los reptiles con aspecto de mamíferos. Surgieron hace 300 millones de años y llegaron a ser un grupo grande y muy variado. Algunos se transformaron gradualmente en mamíferos durante la era de los dinosaurios y los fósiles encontrados forman una serie completa de reptil a mamífero, sin grandes vacíos. (Gamlin, 1997: 26).

De esta manera los restos fósiles, al mostrar cambios y transformaciones graduales en las características orgánicas, constituyen una evidencia de incalculable valor que demuestra la ocurrencia de la evolución de los seres vivos.

3.3.2. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA COMPARADA.

Otra de las pruebas de la evolución parte por considerar y comparar ciertas estructuras de órganos en animales y vegetales principalmente, lo cual demuestra

que «tienen una disposición fundamentalmente similar que varía en cierto grado entre los miembros de un filo dado» (Vilsee, 2008: 749). A estas estructuras similares se les denomina órganos homólogos, pues además de parecerse estructuralmente, en ciertos casos, son similares en la función que desempeñan. Pero también puede darse que las estructuras son completamente diferentes y la función es semejante, como el caso entre las alas de los insectos y el de las aves, en este caso no se pueden considerar como órganos homólogos a las alas de insectos y aves. El estudio de las estructuras homólogas, permiten establecer parentescos evolutivos, pues al presentar un patrón común en las estructuras, muestran que deben descender de un antepasado común.

Un ejemplo clásico constituye el estudio detallado de los huesos que forman las extremidades anteriores de ciertos vertebrados. «La pata delantera en forma de aleta de una foca, el ala de un murciélago, la extremidad anterior del caballo y el miembro superior del hombre, aunque superficialmente muy distintos y adaptados a funciones muy diferentes, son órganos homólogos» (Vilsee, 2009: 749), esto revela un origen común de tales órganos y en consecuencia de los animales en mención; además la presencia de órganos homólogos son evidencias vivientes del origen evolutivo común. Pese a la diferencia en cuanto a funciones como volar, correr, nadar, prender; las extremidades anteriores de muchos vertebrados (anexo 08) tienen el mismo conjunto de huesos, lo cual fue heredado por medio de la evolución desde un antepasado vertebrado común. Esto llevaría expresar a Darwin (2009: 569), que los miembros de una misma clase, con independencia de sus costumbres, tienen un gran parecido en su organización y estructura general, de manera que las diferentes partes y órganos son homólogos en las distintas especies

que forman la clase por cuanto tienen el mismo origen evolutivo. Diciendo esto se pregunta:

¿Qué puede haber más curioso que el que la mano del hombre, hecha para coger; la del topo, hecha para minar; la pata del caballo, la aleta de la marsopa y el ala de un murciélago, estén todas construidas según el mismo patrón y encierren huesos semejantes en las mismas posiciones? (Darwin, 2009: 569).

Hoy es innegable que la presencia de estructura homóloga son evidencias de como paulatinamente un antepasado se fue transformando en un cierto número de variedades o subespecies para luego dar lugar a una especie nueva. Hace mucho tiempo que los estudios de anatomía comparada se usan para «establecer las relaciones entre los organismos, con fundamento en la idea de que, cuanto más similares son las estructuras internas de dos especies, tanto más estrecho debe ser el parentesco entre las especies» (Audesirk, 2003: 12), es decir el punto de divergencia a partir de un antepasado común se encuentra cronológicamente en tiempos más recientes, de tal manera, por ejemplo, la foca, el ser humano, el murciélago, el gato, etc., tienen un antepasado común, a diferencia de otros vertebrados como peces y reptiles.

De otro lado, la evolución de los seres vivos, se evidencia por la presencia de ciertas estructuras vestigiales (ver anexo 09), las cuales son estructuras presentes en algunos seres vivos sin un propósito o función definida. El mismo Darwin ya se había fijado en esto, por ejemplo, «la boa constrictor tienen rudimentos de patas posteriores y de pelvis» (Darwin, 2009: 593), de igual manera «los molares de los vampiros (que se sustentan de una dieta de sangre y, por tanto no mastican sus alimentos) y los huesos pélvicos de las ballenas y de ciertas serpientes» (Audesirk, 2003, 13), constituyen estructural que parecen haber quedado como remanentes del

proceso evolutivo pues no se conoce una función en especial, al contrario muchas veces pueden extirparse sin perjuicio para el ser vivo como es el caso del apéndice en los seres humanos. Así en el cuerpo de los seres humanos hay «más de 100 órganos vestigiales entre los que están comprendidos el apéndice vermiforme, cóccix, (conjunto de vértebras caudales reunidas), muela del juicio, membrana nictitante, pelo en la superficie del cuerpo y músculos que mueven las orejas y la nariz.» (Villegas, 2008: 749); lo más probable es que las estructuras vestigiales sean consecuencia de la herencia de estructuras que los antepasados si las utilizaban, de tal manera, permite suponer que los «antiguos mamíferos de los que han evolucionado las ballenas tenían cuatro patas y un conjunto bien desarrollado de huesos pélvicos» (Audesirk, 2003, 12), además, si consideramos que los peces son los antepasados de los reptiles y mamíferos, se puede considerar que el ancestro de los mamíferos acuáticos como las ballenas, se aventuró en el mar, adaptándose hasta que tras sucesivas modificaciones vía la mutación, fijó su hábitat en el agua; así, durante la evolución de las ballenas, se perdieron las patas posteriores, hasta quedar vestigios de ellas bajo la forma de pequeños huesos por dentro del cuerpo, lo que permitió un cuerpo más aerodinámico que facilita el movimiento en el agua.

Sería imposible citar uno sólo de los animales superiores en el que una parte u otra no se encuentre en estado rudimentario. En los mamíferos, por ejemplo, los machos poseen mamas rudimentarias; en los ofidios, un lóbulos del pulmón es rudimentarios; en las aves, el *ala bastarda* (se llama ala bastarda a las tres, cuatro o cinco plumas que nacen cerca de la punta del ala de un ave, unida a una excrecencia ósea que es homóloga del dedo pulgar de algunos mamíferos) puede considerarse con seguridad como un dedo rudimentario, y en algunas especies toda el ala es tan extremadamente rudimentaria, que no puede utilizarse para volar. ¿Qué puede haber más curioso que la presencia de dientes en el

feto de las ballenas, que cuando se han desarrollado no tienen ni un diente en la boca, o los dientes, que nunca rompen las encías, en la mandíbula superior de los terneros antes de nacer? (Darwin, 1983: 563).

En conclusión, las estructuras vestigiales recuerdan aquellas partes que las especies ancestrales las tuvieron bien desarrolladas, pero que con el curso del proceso evolutivo, tales estructuras resultaron a la postre ser remanentes, inútiles o sin uso determinado en la actualidad.

De otro lado, la anatomía comparada permite establecer parentescos evolutivos al estudiar determinadas estructuras comunes entre algunos seres vivos, estas estructuras a ser consideradas son aquellas conocidas como estructuras análogas (ver anexo 10), son órganos semejantes en su morfología externa que cumplen la misma función, como las alas de los insectos y de las aves, las aletas de los peces, de las focas y cetáceos por ejemplo; no revelan un origen común cuando son estudiadas detenidamente; es decir, «ante demandas ambientales similares, especies no emparentadas pueden evolucionar independientemente hacia estructuras superficialmente semejantes» (Audesirk, 2003: 11); a este fenómeno se llama evolución convergente o convergencia adaptativa, mediante la cual seres vivos de muy distinto origen filogenético desarrollan estructuras muy parecidas en su forma y función. Darwin no fue ajeno a esto, es más sus observaciones al respecto la toman literalmente los biólogos evolutivos actuales, por ejemplo cuando llama casos extraordinarios a las analogías entre « peces muy diferentes que poseen órganos eléctricos, de insectos muy diferentes que poseen órganos luminosos, y de orquídeas y asclepiadáceas que tienen masas de polen con discos viscosos, entran en este grupo de semejanzas analógicas, [...]» (Darwin, 2009: 560). Todos estos casos, parecen ser que han sido fuertemente influenciados y condicionados por el

medio ambiente común a tales organismos, los cuales después de sufrir mutaciones, dejaron tales características a su descendencia y en el curso de muchos años se fue extendiendo en la poza génica.

La selección natural también puede hacer especies diferentes, que viven en tipos similares de medio ambiente o con modos de vida semejantes, adquieran características similares; esto se llama evolución convergente y en gran parte se debe a la influencia selectiva de un medio ambiente. Podemos observar ejemplos de evolución convergente en la extraña similitud que existe entre el ojo de un molusco y el de un vertebrado, la adquisición de alas en por lo menos cuatro grupos de animales (insectos, reptiles voladores o pterosaurios, aves y murciélagos), y la forma adaptativa en la vida acuática de apéndices similares a aletas, la cual podemos observar en la tortuga marina (reptil), el pingüino (ave) y la morsa (mamífero). (Nason y Dehaan, 1980: 763-764).

De modo que la anatomía comparada aporta evidencias estructurales del proceso evolutivo de los seres vivientes, desde mucho tiempo atrás que las semejanzas físicas han llamado la atención y se constituyen en indicadores del parentesco evolutivo entre los organismos.

3.3.3. EMBRIOLOGÍA COMPARADA.

Al observar embriones de diversos organismos, por ejemplo en vertebrados se puede evidenciar el parecido entre ellos; si esta comparación la hacemos con embriones de la misma clase – por ejemplo mamíferos – dentro de los vertebrados, o embriones de legumbres, (ver anexo 11), el parecido será aún mucho mayor. En los inicios del siglo XIX, en Europa, el embriólogo alemán Karl von Baer; al cual Darwin ya lo cita en el *Origen de las especies* (2003: 577), «observó que todos los embriones de vertebrados muestran un gran parecido entre sí en las primeras etapas de su desarrollo» (Audesirk, 2003: 13). De modo que, las etapas

embrionarias ponen de manifiesto las relaciones evolutivas entre las especies; en las etapas iniciales los embriones de los peces, tortugas, ratones, pollos y de seres humanos tienen una cola notable y hendiduras branquiales. Darwin una vez más precisa este tipo de evidencia evolutiva: «Tengo en mi poder dos embriones en alcohol, cuyos nombres he dejado de anotar, y ahora me es imposible decir a qué clase pertenecen» (Darwin, 2003: 577). La explicación posible al parecido de los embriones es que los antepasados de los vertebrados tenían genes que codificaban el desarrollo de colas y branquias, ¿acaso un ancestro acuático? Conforme a Audesirk (2003: 13-14), en el caso de los seres humanos y de las aves, como los pollos para ser específico, los genes codificadores de branquias y de la cola están activos solo durante las etapas iniciales del desarrollo embrionario, luego tales estructuras desaparecen o de lo contrario son poco aparentes en la etapa adulta; sin embargo para el caso de los peces, tales genes responsables permanecen activos durante todo el desarrollo dando como resultado la permanencia de la cola y las branquias. No cabe duda de que respecto al hecho evolutivo no hay discrepancias con Darwin, el detalle está en como él pretende explicar este hecho natural.

3.3.4. ANÁLISIS BIOQUÍMICO Y DE BASE GENÉTICA.

Actualmente el campo de estudio de la genética, la biología molecular y la bioquímica ofrecen pruebas contundentes del parentesco evolutivo de las especies que pueblan el planeta. En el capítulo II, tratamos de la genética mendeliana, en la cual se destaca que Mendel demostró la existencia de ciertos factores hereditarios responsables de las características de un organismo, es decir del fenotipo; como por ejemplo en una planta, el color de sus flores, la forma de sus semillas, tamaño del tallo, distribución de ramas e inflorescencias, etc., sin embargo nunca se pudo

determinar donde residían tales factores, como era sus estructura o mecanismo; tales respuestas llegarían de la mano de la genética en el siglo XX; tales factores son los genes que son partes o secuencias de una macromolécula llamada ADN que se ubica en el núcleo de las celular eucariotas o en el contenido citoplasmático de las procariotas. El conjunto de genes – denominado genoma – de un ser vivo contiene toda la información para la estructuración y funcionamiento de ese ser vivo, y lo que es más, tal información puede ser transmitida, vía la herencia, a la siguiente generación.

A nivel bioquímico todas las células y especies de nuestro planeta son muy semejantes, tienen el mismo lenguaje genético cuyo fundamento es la molécula de ADN como el portador de la información genética, son como dialectos de un mismo idioma, el cual es el código genético de la vida; así, todas las células utilizan «RNA, ribosomas y aproximadamente el mismo código genético para traducir esa información genética a proteínas; todas utilizan aproximadamente el mismo juego de 20 aminoácidos para construir proteínas; y todos usan ATP como portador intracelular de energía» (Audesirk, 2003: 13). Se han desarrollado técnicas para comparar los genes de seres diferentes; de tales comparaciones se obtienen semejanzas y diferencias, cuya explicación necesariamente pasa similares y diferentes grados de parentesco entre las especies materia de estudio; todo lo cual resulta en una evidencia de peso para demostrar el parentesco evolutivo de las especies que se manifiesta desde la aparición de la primera forma de vida, la ancestral célula, la protocélula o ancestral célula madre de todas las especies extintas y presentes que detentan la cualidad de seres vivientes.

Con todas estas evidencias y sus respectivos argumentos, así como otros muchos que no he considerado por no extender el presente trabajo, la ocurrencia del proceso evolutivo queda suficientemente demostrada.

3.4. DARWIN Y SU ÉPOCA.

3.4.1. DARWIN ¿HIJO DE SU TIEMPO O DE SU CLASE?

Antes de ubicarnos en el espacio-tiempo que le tocó vivir a Darwin y haciendo uso de nuestra memoria histórica pensemos en los seres humanos en los albores del poblamiento del planeta, cuando nuestros antepasados viajaban de un lado a otro cazando, pescando y recolectando frutos silvestres en grupos para proveerse del sustento; esto es lo que se conoce como pueblos nómades debido a que necesitaban trasladarse constantemente de lugar a otro para conseguir su alimento; un día aquí donde había piezas de caza o frutos y cuando terminaba buscaban otro lugar donde asentarse; así avanzaban en un territorio sin fronteras, una especie más de la naturaleza, «un componente más de la biósfera que vive, como el resto de sus componentes, en perfecta armonía con el entorno» (Sandín Domínguez, 2009-a: 136); no se pueden entonces de clasificar a estos grupos humanos como depredadores, porque usaban lo necesario para vivir sin explotar o agotar el entorno; todos se ayudaban mutuamente, y desconocían el *tuyo* y *mío*. Sin embargo esta escena semejante al Buen Salvaje de Rousseau, es discutible; un ejemplo particularmente interesante es:

La disminución brusca de los proboscidios al final del Pleistoceno medio, seguido de un momento en que son relativamente más abundantes en el global de la evidencia fósil. Esto podría ser explicado

como el resultado de una explotación dirigida hacia ese tipo de grandes mamíferos por parte de los humanos. (Estévez Escalera, 2008: 25).

Esta disminución en la fauna quedaría explicada por la presencia masiva de seres humanos que habían desarrollados estrategias y medios de caza eficientes, por tanto, existe la opinión de que nuestros ancestros tuvieron una influencia marcada sobre el ambiente y los recursos que disponían.

Posteriormente con el advenimiento de la agricultura y ganadería e primer lugar en el Cercano Oriente – la media luna fértil – y luego Egipto, nace una nueva forma de vida: el sedentarismo; los grupos humanos se asientan en un lugar y explotan las riquezas animal y vegetal, de esta manera se pasa de una forma de vida en equilibrio con la naturaleza a otra donde se rompe ese equilibrio, esto constituye «el primer síntoma de ruptura de armonía de los seres humanos con la Naturaleza se puede identificar con el establecimiento de un modo de vida sedentario, es decir, el nacimiento de las acumulaciones de población en núcleos urbanos de mayor o menor tamaño, alrededor de 10.000 años atrás» (Sandín Domínguez, 2009-a: 137). Esta matización de las sociedades humanas trajo su propia caracterización en particular nace la propiedad privada y por primera vez se hace sentir el tuyo y mío, aparecen los grupos dirigentes, los jefes y el «crecimiento de la población conduce a la adopción de un sistema económico de redistribución, una ordenación social de acuerdo con el sistema de rangos y, en definitiva, a la adopción de los criterios característicos del sistema de santuario-mercado-festival» (Alcina Franch, 1999: 35). esta nueva forma de vida, además de impulsar la propiedad privada, trajo como consecuencia una «ruptura del equilibrio en las relaciones humanas, la acumulación de bienes no esenciales y el nacimiento de la riqueza (las desigualdades) y el poder y, como consecuencia el comienzo de las guerras» (Sandín Domínguez, 2009-a:

137) no solamente entre los grupos humanos, sino entre el hombre y la naturaleza, el hombre sobre la naturaleza, de esta manera empieza nuestro triste camino que cada vez nos aleja de la naturaleza, nuestra casa común: la Tierra.

El deterioro y alejamiento definitivo de nuestra relación con la naturaleza se consuma con dos eventos que marcan nuestra llamada *civilización*, así lo describe Máximo Sandín (2009):

« [...] la Revolución científica y la Revolución industrial [...] Los descubrimientos del astrónomo Galileo o del físico inglés Isaac Newton, les hicieron pensar que el Mundo, el Universo, era como una gran máquina y que todas las cosas vivas y no vivas funcionaban como máquinas» (Sandín Domínguez, 2009-a: 138).

Recordemos a Bacon – citado por Boff (1996) en el capítulo I del presente trabajo – , quien recomendaba someter a la naturaleza, atarla hasta hacerlo nuestra esclava, semejantes recomendaciones solo demuestran un exacerbado antropocentrismo, donde lo que importa es el control y dominio de la naturaleza con el único fin de acumular riqueza y poder, con la consecuencia brecha de desigualdad y deterioro de la naturaleza, mucha razón tenía Jonas Salk (1914-1995) inventor de la vacuna para la poliomielitis cuando aseveró: «Si desaparecieran todos los insectos de la tierra, en menos de 50 años desaparecería toda la vida. Si todos los seres humanos desaparecieran de la tierra, en menos de 50 años todas las formas de vida florecerían». Pero lo más grave de todo esto es que tal tipo de relación inventada, se trata de justificar mediante leyes científicas que a pesar de inventarlas se les concede la denominación de *leyes naturales*, con lo cual se trata de probar con razones convincentes la tremenda situación de violencia creada.

Pero la consagración de esta degradación de la concepción del ser humano y de la naturaleza llegó en forma de “leyes científicas” que no

eran sino una hipócrita justificación de las terribles situaciones creadas por la ciega ambición de unas pocas personas: El expolio de la Naturaleza y la superioridad de unos hombres sobre otros eran el resultado de “leyes naturales”. Concretamente, de la “ley de la oferta y la demanda” y de la supervivencia del más apto”. (Sandín Domínguez, 2009-a: 138 – 139).

Personajes como James Denham-Steuart (Estudio de los Principios de la Economía Política, 1767), Adam Smith (La Riqueza de las Naciones, 1776), Herbert Spencer (Estática Social, 1850; Principios de Biología, 1864) y Thomas Robert Malthus (Ensayo sobre el Principio de Población, 1798), dan el marco conceptual sobre el cual se sustentan tales leyes.

Spencer sostiene que la humanidad progresa en la medida que la lucha por la existencia permite eliminar a los individuos menos inteligentes e ineptos mueren, dejando el espacio para que prevalezcan los más favorecidos e inteligentes, solamente así se entendería el progreso.

Aquellos a quienes esa creciente dificultad de ganarse la vida que conlleva el exceso de fertilidad no estimula a mejoras en la producción –esto es, a una mayor actividad mental– van directamente a su extinción y, en último término, serán suplantados por aquellos otros a los que la misma presión sí estimula [...] Y así verdaderamente y sin más explicación se verá que la muerte prematura bajo todas sus formas y cualquiera que sea su causa no puede dejar de actuar en la misma dirección. Porque como los que desaparecen prematuramente en la mayor parte de los casos suelen ser aquellos en quienes el poder de autoconservación es menor de aquí se sigue inevitablemente que los que quedan en vida y continúan la raza son los que tienen más capacidad de autoconservación son los selectos de su generación. Así que, tanto si los peligros que asechan a la existencia son del tipo de los que producen el exceso de fertilidad, como si son de cualquier otra clase, es evidente

que el incesante ejercicio de las facultades necesarias para enfrentarse a ellos, y la muerte de todos hombres que fracasan en ese enfrentamiento, aseguran un constante progreso hacia un grado más alto de habilidad, de inteligencia y autoregulación, una mejor coordinación de las acciones, una vida más completa. (Spencer, 1852: 459).

De modo que con tales aseveraciones queda claro que la expresión *supervivencia de los más aptos* fue introducida por Herbert Spencer en sus obras como *Estática Social* (1850), *Los Principios de Sociología* (1852) y *Los Principios de Biología* (1864), Darwin adoptó tal expresión en la quinta edición inglesa del *Origen de las especies*, cuando al cambiar el título del capítulo IV sobre la selección natural, ahora pasó a denominarse «Selección natural o la supervivencia de los más aptos» (Darwin, 1983: 135) o «Selección natural o la supervivencia de los más adecuados» (Darwin, 2009: 139), a cuyo respecto da la siguiente explicación:

He denominado a este principio, por el cual toda variación ligera, si es útil, se conserva, con el término de «selección natural» a fin de señalar su relación con la facultad de selección del hombre. Pero la expresión frecuentemente empleada por Mr. Herbert Spencer de «la supervivencia de las más aptos» es más exacta y, a veces, igualmente convincente. (Darwin, 1983: 116)

Es muy conocida la frase: *somos hijos de nuestro tiempo*, y es que esto es cierto; ningún ser humano puede constituirse en una isla, todos somos parte de un contexto mucho más grande, no hay lugar para no vivir bajo el influjo de la cultura, las concepciones y formas peculiares de la época que nos toca vivir; nuestras pautas, conductas y valores son moldeadas por el momento histórico imperante. Darwin no fue ajeno a ello, nacido el «12 de febrero de 1809 en una ciudad de la región central de Inglaterra, Shrewsbury, [...] murió en su casa, situada en la localidad de Dow, condado de Kent, el 19 de abril de 1882» (Ruse, 2008 :15), como

ya es posible evidenciar de los datos anteriores, la madurez científica de Darwin coincide con el reinado simbólico de Victoria I, máxima expresión de la época victoriana, periodo durante el cual el Reino Unido alcanzó la cúspide de su revolución industrial y máxima expansión como imperio británico;

Estas razones harían que en 1865, Jevons, un economista victoriano, lleno de orgullo por su nación y sabedor del dominio que imponía el imperio británico, escribiera:

Las llanuras de América del Norte y de Rusia son nuestros campos de trigo; Chicago y Odesa, nuestros graneros; Canadá y los Países Bálticos, nuestros bosques; Australasia alberga nuestras ovejas y en Argentina y en las praderas norteamericanas están nuestros rebaños de bueyes; Perú envía su plata y hasta Londres fluye el oro de Sudáfrica y Australia; los hindúes y los chinos cultivan té para nosotros, y nuestras plantaciones de café, azúcar y especias se hallan en las Indias. España y Francia son nuestros viñedos y el mediterráneo nuestro vergel; nuestros campos de algodón, que durante mucho tiempo estaban situados en el sur de los Estados Unidos se están extendiendo ahora por las regiones cálidas de la tierra [...]. Todos los rincones del Globo son nuestros tributarios voluntarios. (Canales, 1999: 38).

Esta era la visión de un imperio que sojuzgaba al mundo, una visión con ansias de poder y dominación; donde convergían los valores victorianos de orgullo, idealismo y patriotismo, valores que eran traducidos como responsables del gran éxito de la llamada superioridad británica.

Cuando Darwin regresa de su famoso viaje a bordo del Beagle, estaba convencido, en virtud de las evidencias, que los seres vivos cambiaban a lo largo del tiempo desde formas diferentes; pero lo que no tenía claro es ¿cómo los seres realizaban tal cambio? ¿Cómo evolucionaban?, hasta que cayó en sus manos el libro

de Malthus, allí se unió una teoría científica con una ideología social, así «Darwin proyectó en la naturaleza los esquemas imperantes en la sociedad burguesa victoriana de la época y especialmente el concepto de “lucha por la existencia” ampliamente desarrollado por Malthus» (Josa I Lorca, 2009: 20). Las ideas en relación a la libre competencia propio del capitalismo, la superpoblación, lucha por la existencia, la supervivencia de los más aptos o favorecidos y la consecuente desaparición de aquellos considerados débiles, que ya habían sido tenidos en consideración en la Inglaterra de la primera mitad del siglo XIX, «casi siempre para justificar las consecuencias sociales del desarrollo del capitalismo que llevó al empobrecimiento de las clases trabajadoras» (Josa I Lorca, 2009: 20); no olvidemos que Malthus— tratada en el capítulo II – explicaba y justificaba las diferencias sociales con su *ley natural*: la población aumenta en progresión geométrica, en tanto que los alimentos y medios de subsistencia lo hacían en progresión aritmética, de esta manera el tristemente célebre Malthus justificaba la miseria de muchos, haciéndoles responsables a ellos mismos «por tener un número demasiado elevado de hijos, proponiendo como medio eficaz para la lucha contra la pobreza la reducción de la natalidad» (Josa I Lorca, 2009: 20). Tal era el fundamento del cual Darwin se apoderó para convertirla en piedra angular de su teoría, una teoría social a todas luces injusta y mal fundamentada es llevada al campo de la biología para tratar de explicar las innumerables muestras de expresión de la vida.

¿Qué brillantez u originalidad existen en tomar una idea social y aplicarla a la naturaleza? Ciertamente la de concluir la construcción de la metafísica social liberal, transformándola en reglas naturalistas. Por lo tanto no fueron las ideas de Darwin las que dieron lugar a su aplicación social (lo que llaman darwinismo social): la misma teoría es

una teoría social transportada a la naturaleza (Abdalla Guerrieri, 2009: 17).

De esta manera Darwin bajo el influjo de su época, permitió la biologización de los ideales liberales victorianos. «Lo que aquí hay que dejar en claro es el hecho de que los principios de Darwin eran una aplicación a la biología de conceptos de las ciencias sociales» (Harris, 2008: 105). Y aunque muchos darwinistas pretendan decir lo contrario argumentando la distancia existente entre teorías científicas y contexto histórico, negando de esta manera una cierto *prejuicio intelectual* que de una u otra manera se hace presente en el pensamiento del ser humano. Así por ejemplo lo manifiesta Juan Moreno (2010):

Hay que decir, primero que estos prejuicios nada tienen que ver con la orientación política de los practicantes recientes o actuales del darwinismo. Wallace, codescubridor de la teoría, fue un izquierdista radical para su época. Los genetistas darwinistas Haldane y Maynard Smith fueron marxistas durante gran parte de su carrera científica. El sociobiólogo Robert Triveris colaboró con los Panteras Negras durante la década de los setenta. Podríamos seguir enumerando ejemplos de darwinistas de izquierda, pero basten estos ejemplos para señalar que el darwinismo es una teoría científica defendida por investigadores de cualquier tendencia ideológica. (Moreno, 2010: 61).

Para no entrar en discusiones, que en esta parte no tienen mayor relevancia, además no viene el caso discutir sino entablar una suerte de diálogo alturado. Por ello simplemente vamos al origen de la teoría de Darwin y es innegable que las fuentes que sirvieron de sustento han sido la economía liberal, las ideas económico-sociales de Robert Malthus y la influencia del filósofo británico Herbert Spencer; tales fuentes no hacen sino remarcar la defensa de los intereses de unos en consonancia con la burguesía victoriana cuando la era industrial estaba

despegando. De otro lado, no se puede negar a las fuentes citadas y a las cuales el propio Darwin da crédito y cita en *El origen de las especies*, se pretende negar, por ejemplo, la influencia de Spencer cuyas ideas pasaban por concebir a la evolución como el progreso inevitable del universo, los seres vivos y la sociedad humana hacia una mayor perfección pasando por la eliminación de los menos adaptados.

Además de ser un paso de lo homogéneo a lo heterogéneo, la evolución es también un paso de lo indefinido a lo definido. A la par que un progreso de lo simple a lo complejo, se verifica un progreso de lo confuso a lo ordenado, de lo indeterminado a lo determinado. En todo desarrollo o proceso evolutivo, hay no solo una multiplicación de partes heterogéneas, sino también un incremento en la claridad con que esas partes se distinguen unas de otras. (Spencer, 2003:190).

Sin embargo, en los círculos darwinistas se trata de disimular el sentido de *supervivencia de los más aptos*, se responsabiliza a Spencer por uso político inadecuado del darwinismo al «plantear un proceso evolutivo ortogenético hacia cumbres insospechadas de perfección humana, pasando, cómo no, por la etapa de la Inglaterra victoriana. En realidad, sus ideas sobre el desarrollo humano eran profundamente lamarckistas» (Moreno, 2010: 53). Resulta entonces, que la culpa ahora es de Lamarck, por lo tanto las ideas de Spencer tendría poco peso en la teoría darwinista, además para Darwin el término *supervivencia* solo se refería a:

[...] la preservación de determinadas características heredables que afectan al éxito reproductor a lo largo de la evolución. No es ser “apto” en abstracto lo que sobrevive o se preserva, según Darwin, sino determinadas características que atribuyen a mejorar las capacidades competitivas de los individuos de una población en un contexto de recurso limitados» (Moreno, 2010: 54).

De esta manera el término *apto* se hace impreciso y difícil de definir, se torna abstracto y sin mayor connotación en la teoría de Darwin. En verdad tales

aseveraciones resultan insostenibles en el marco dialógico y evolutivo de un pensamiento científico responsable y coherente. Ahora, retomando el título del presente apartado: Darwin ¿Hijo de su tiempo a de su época?, con lo cual se pretende establecer la interrogante sobre si Darwin es un representante o portavoz de su época o del estrato social al cual pertenecía dentro de la sociedad inglesa del siglo XIX. Sin ninguna duda el pensamiento individual, creencias e ideologías no necesariamente –y no tiene por qué serlo – son homogéneas como respuesta al modelo socioeconómico imperante; pero de una u otra manera la reflejan en especial desde el grupo o estrato social en el cual se encuentra inserto el individuo; unas veces aceptando y defendiendo el statu quo, en otra criticando y tratando de sacudirse abierta o deliberadamente al sistema vigente. Darwin era «un rico victoriano cuyos estudios se limitaron a la titulación de “subgraduado de teología”, y al que su desocupada vida (su única actividad “laboral” era la de prestamista) » (Sandín Domínguez, 2009-b: 100), esto le permitió pasar largo tiempo observando el trabajo de ganaderos y criadores de palomas, – además de ser un criador de estas aves, como él mismo lo dice –, dándose cuenta como mediante la preservación de aquellas características que aparecían al azar, se lograban ejemplares que los granjeros consideraban como los mejores; esta sería la manera como la naturaleza seleccionaba y preservaba a los seres vivos más adecuados o aptos. Estas ideas, como la estamos viendo, tienen un profundo anclaje en «tanto en las teorías sociales del Malthus y Spencer como en el liberalismo clásico» (Abdalla Guerrieri, 2010: 60), de modo que se puede concluir que Darwin refleja en sus escritos el sentir y el pensamiento de la clase social a la cual pertenecía, porque tal era el ambiente no

solo donde se enmarcaba toda su vida, sino allí estaba el auditorio para las teorías que desarrollaba. Vemos pues que:

Se trata, sencillamente, de una concepción del Mundo característica del sector social del que procedía y en el que se relacionaba, (y no “un producto de su época”, como se suele justificar, porque en la misma época y en el mismo país existían visiones muy diferentes de la realidad, como, sin ir más lejos, las de Wallace o Matthew). Una clase social que se caracterizaba por unos valores profundamente enraizados en la tradición calvinista, (otra revolución burguesa), según la cual ciertas personas están predestinadas por Dios a la salvación y otras a la condenación [...], un Dios tan complaciente con los ricos como implacable con los pobres, la mano invisible del mercado y la poderosa y ciega selección natural favorecen curiosamente, a los mismo, otorgándoles, de una tajada y por los mismos méritos (que se pueden sintetizar en “ir a lo suyo”), la salvación, la riqueza y el éxito biológico. (Sandín Domínguez, 2002: 25)

Tanto en el Origen de las especies como en el Origen del hombre, existen pocos párrafos que nos hablan de altruismo y cooperación, y tales afirmaciones se pierden en la inmensidad de la justificación de la lucha por la existencia y supervivencia de los más aptos o adecuados, caso contrario, la teoría darwinista entraría en contradicción y su consistencia interna en serios problemas, así lo entendería Darwin; su gran interés era conservar la deliciosa torta de la selección natural, que él mismo había preparado y por nada del mundo permitiría perderse la delicia de saborear su creación. La enorme torta con el ingrediente avasallador de la lucha por la existencia, apenas estaba salpicada –aunque imposible de negarla – por pequeñas pasas y delicadas frutillas de cooperación olvidadas; por lo que con «seguridad puede decirse es que era un determinista racial, que creía en la supervivencia del más apto y la eliminación del inepto producía el progreso

biológico y cultural y que mostraba una profunda adhesión ideológica al *laissez-faire*» (Harris, 2008: 105).

Ya estamos en el centro mismo de las ideas fundamentales del darwinismo o teoría sintética de la evolución, que se pueden listar como: lucha por la existencia, supervivencia de los más aptos o de las razas más favorecidas, los genes, mutaciones y el azar que encausa las novedades evolutivas; y todo ello bajo la dirección de la selección natural.

3.4.2. DARWIN Y FILOSOFÍA DE LA CIENCIA.

El conocimiento que llamamos científico y que es promovido desde las escuelas, tiene la particularidad de responder a una visión del hombre y de la naturaleza, la visión de la cultura occidental y del hemisferio norte. No niego que este tipo de conocimiento ha proporcionado confort y una mejora en la calidad de nuestras vidas, pero tampoco debemos ser ajenos al enorme impacto, que tal conocimiento, ha generado en la naturaleza y en el futuro incierto de toda forma de vida. Es preciso comparar las bondades y defectos de este tipo de conocimiento, es preciso mirar las bases filosóficas mismas sobre las cuales se asienta el conocimiento científico, sin olvidar que el «conocimiento, inclusive el científico, es producto histórico de la humanidad y como tal, acarrea las características de cada época y se modifica de acuerdo con la evolución cultural del ser humano» (Abdalla Guerrieri, 2009: 29). De esta manera urge revisarla teoría científica que trata de explicar el proceso evolutivo con Darwin como figura preponderante en este tema.

[...] para desentrañar el viejo paradigma que nos ha conducido a la explotación incontrolada de la naturaleza y a una situación económica y social insostenible, la elección adoptada en este caso es la de tomar como referencia *el modelo científico dominante en Occidente*, para

entender que ésta es la raíz misma del pensamiento que hay que superar (Novo, 2006: 4).

Los fundamentos o raíces filosóficas de la ciencia occidental moderna pueden rastrearse en las ideas de René Descartes y Francis Bacon, dos filósofos del siglo XVII, los cuales proporcionan al pensamiento moderno los dos pilares sobre los cuales descansa. Descartes impulsa a la filosofía y por lo tanto a la ciencia, por el camino de la razón. Francis Bacon, enrumba el pensamiento moderno por la senda de la experiencia. «Con el primero se inicia el *racionalismo* y el segundo es el *precursor* del empirismo» (Novo, 2006: 8).

El pensamiento cartesiano considera una visión matemática de la realidad, de esta manera y en función del lenguaje matemático, lo real y verdadero es el orden metódico de todo o que existe, de esta manera se considera que el pensamiento cartesiano «consigue eliminar del mundo todo lo que pudiera considerarse confuso, caótico o vivo» (Novo, 2006: 8); las cualidades de los seres, de los objetos y la naturaleza, se reducen a simples cantidades, a magnitudes cuantificables. El mundo de Descartes es homogéneo y preciso, contrariamente a la heterogeneidad y múltiples interrelaciones de la naturaleza.

Por otro lado Bacon se propone dotar a la ciencia de un método nuevo que permita «ver la realidad sin deformaciones, sometiéndola a los hechos» (Novo, 2006: 9); organiza la experimentación de tal manera que de la observación detallada de los hechos se pudieran inducir leyes generales. Esto da origen al método de las ciencias naturales y sus diversos procedimientos secuenciales: observación, formulación de hipótesis, experimentación y conclusiones o leyes generales. Nace así, el método científico de la ciencia que ha de permitir a los seres humanos

dominar la naturaleza, no olvidemos la fórmula de Bacon: «saber es poder» (Novo, 2006:10).

Cada pueblo tiene su peculiar bagaje de saberes, fruto de su interrelación con el medio donde se desarrolla; si otro saber extraño penetra violentamente o incluso simplemente pretendiendo explicar tal realidad, romperá tal interrelación y el equilibrio hombre-naturaleza. El *cordón umbilical* ser humano-Tierra, ha sido construido con paciencia y sabiduría y es propio de cada lugar, como múltiples son las realidades y contextos del mundo; toda forma de intromisión es cortar el nexo con la naturaleza, es atentar contra la vida en todas sus formas. Cada lugar tiene su propio canto a la vida, no intentemos variar las notas con notas extrañas porque acabará perdiéndose la sinfonía de la vida. La ciencia moderna «ha marginado a las culturas de la subsistencia revistiendo de neutralidad y eficiencia la imposición de su forma de conocer y manejar la naturaleza y el hombre» (Martínez Guzmán, 2001: 94). Pero además, también existen otras voces en el mundo que muestran su inconformidad con la manera tradicional de ver la naturaleza y específicamente con la teoría darwinista, sin embargo tales voces quedan silenciadas ante la abrumadora difusión; la «corriente principal de la ciencia actúa eficazmente como represora y censora para defender el paradigma darwinista» (Agudelo Murguía, 2009: 67).

Por lo tanto, una sociedad o cultura, «supuestamente justa y ciega a las diferencias no sólo es inhumana (en la medida que suprime las identidades) sino también, es una forma sutil e inconsciente, resulta sumamente discriminatoria» (Taylor, 2003: 67). Queda entendido entonces, que el llamado conocimiento científico respecto al ¿cómo del proceso evolutivo?, oriundo de las sociedades del atlántico norte, no es la única forma de conocimiento, no puede ser el hegemónico;

existen también otros saberes en otros lugares, que merecen tal consideración y reconocimiento.

La ciencia es una expresión de la creatividad humana, tanto individual como colectiva. Dado que la creatividad se expresa de muy diversas formas, yo veo la ciencia como una empresa plural, cuya referencia son las diferentes «formas de conocer». Para mí, no se limita exclusivamente a la ciencia moderna occidental, sino que incluye los sistemas de conocimiento de las diversas culturas a lo largo de la historia (Shiva, 2001: 25).

En esta era, llamada del aprendizaje y «sociedad del conocimiento» (Bauman, 2006: 161), el teoría darwinista inmersa en sus proyectos occidentales se distingue por ser burguesa, androcéntrica, no progresista sino retrógrada, no conduce al desarrollo sino al mal desarrollo, no promueve la vida porque su fin último es la muerte, es racista, sexista, esclavizante, extractiva, economicista, mercantilista, está asociada al poder neocolonial; en síntesis, se ha tornado en el peor enemigo para explicar la evolución de la vida, es más pone en peligro la existencia de los seres humanos y de la naturaleza. El darwinismo pretende explicar el mundo y la vida, desde una posición infalible; bajo su pretendida objetividad, intenta erróneamente sostener tremenda responsabilidad.

La ciencia occidental y su hija la sociedad industrial, se caracterizan exclusivamente por su carácter utilitarista; reduce los recursos de la naturaleza a bienes económicos o a recursos de desecho, y ven solo el lucro, no la vida. «El industrialismo creó un ilimitado apetito de explotación de recursos, y la ciencia moderna proporcionó la licencia ética y cognoscitiva para que dicha explotación de recursos fuera posible, aceptable y deseable» (Shiva, 1998: 23). La ciencia, en la cual se enmarca el darwinismo, alimenta la codicia humana, ésta se nutre del dolor

ajeno, y con ello del dolor de la naturaleza, y es a través de este dolor que explica la riqueza de la vida, rica en complejidad y rica en interrelaciones. La ciencia darwinista destruye la riqueza material, ética e intelectual de la naturaleza, y es que tanta bondad y sabiduría de la *Pachamama* no pueden ser entendidas si de por medio existen: competencia, lucha, azar, dinero, utilidad, lucro, esclavitud, y en general desprecio por la vida.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el pensamiento darwinista queda enmarcada en una ciencia metódica y unilateral, fría y racionalista, ajena a la realidad de las interrelaciones presentes en la naturaleza. El pensamiento de base científica que sostiene al darwinismo se funda en su corte androcéntrico, de explotación y ruptura violenta con la naturaleza. Con estas argumentaciones, no trato en modo alguno de considerar al darwinismo como un enemigo en el seno de la ciencia, sino reconocer sus múltiples capacidades y no poco esfuerzo con el cual compartimos, pero que han sido desarrollados de manera diferente y guardan especial desacuerdo con los principios de la investigación para la paz.

Por estas razones es necesaria una nueva concepción de ciencia, que empiece por respetar y mirar de manera diferente a la naturaleza y la vida en su conjunto, tanto desde las teorías, como en la aplicación del conocimiento. Esta nueva noción de ciencia se hace urgente.

3.4.3. DARWIN Y EVOLUCIÓN VIOLENTA.

Las condiciones de vida que hemos creado o nos hemos auto impuesto, están muy relacionadas con la «generalización de respuestas agresivas y violentas a tantos estímulos negativos» (Mercado Alonso, 1994: 57). En el ámbito biológico la agresividad es un factor del comportamiento animal y humano, pero tal

comportamiento agresivo aparece en el contexto de la cooperación y de la ayuda mutua, es decir se constituye en mecanismo para mejorar la adaptación. Pero contrariamente a esto, la cultura humana ha desarrollado la agresividad hasta convertirla en un comportamiento muy peligroso, tal comportamiento es la violencia. Tal concepción está fuertemente enraizada en el legado de Darwin, en el sentido de que la base de la llamada *selección natural* es la lucha por la existencia y el éxito en la vida del más fuerte o adecuado; de modo que, las especies con mayores capacidades son las que persisten en el tiempo, en tanto que las menos capacitadas desaparecen. De esto se desprende que naturalmente los más fuertes ganan y por consiguiente siempre llevan las de perder los más débiles. Debo aclarar que Darwin con el término lucha (struggle) no se refería estrictamente a la lucha donde unos, los fuertes están destinados a ganar, también lucha, en su acepción amplia, significa pugna o rivalidad, lucha en sentido figurado, pero de todas maneras hace referencia a la competencia, es sobre esta base que reposa la teoría darwinista.

Respecto a la lucha como forma de destrucción de unos y la victoria de otros, a la luz de muchas evidencias, como el Manifiesto de Sevilla de 1986, hoy sabemos que no solo es falsa sino inaplicable a cualquier contexto humano.

Científicamente es incorrecto decir que nunca se podrá suprimir la guerra porque forma parte integrante de la naturaleza humana. Las controversias sobre la naturaleza humana no probarán nunca nada, porque la cultura nos confiere la capacidad de moldear y transformar nuestra naturaleza de una generación a otra. Es cierto que los genes se transmiten en el óvulo y en el esperma, de padres a hijos, influyen en nuestra manera de actuar. Pero también es cierto que estamos influidos

por la cultura en la que crecemos, y que podemos ser responsables de nuestros actos (Martínez Guzmán, 2005: 39).

Nuestro modo de vida actual, regido por la competencia, se ha tornado en una suerte de continuas batallas personales, ganar o perder es el dilema inexorable, en la carrera conflictiva de ganar, el uso de la violencia es el medio que muchas veces tenemos más a la mano. Parece no existir alternativa, porque nuestro modo de organización así lo establece. Sin embargo contrariamente a esto se abre la posibilidad de nuestra auténtica naturaleza; es la colaboración la que nos ha conducido en el camino de la evolución, conforme lo asevera el Manifiesto de Sevilla de 1986: «Al contrario, todo indica que el bien vivir está directamente relacionado, tanto para los seres humanos como para los animales, con la capacidad de cooperar» (Martínez Guzmán, 2005: 39). La cultura de igual modo que promueve la actual situación de violencia, ofrece la posibilidad de superar la condición animal carente de razón, hacia otros estados más humanos y sublimes, donde aprendamos a convivir con los demás semejantes y el mundo, rescatando las lecciones de diversidad y equilibrio de la naturaleza, aprendiendo a compartir los recursos limitados que tenemos en nuestro medio.

3.5. ¿EXISTEN OTROS MECANISMOS DE EVOLUCIÓN?

Hemos visto que en la biología evolutiva de hoy está ampliamente llena, difundida y aceptada mayoritariamente el mecanismo de selección natural darwinista en la evolución de los seres vivos. Sin embargo existen otras propuestas referidas a mecanismos evolutivos, unos sin mayor trascendencia porque se demostró su inviabilidad o por su confrontación con la teoría dominante por selección natural, tal es el caso del mecanismo de la herencia de los caracteres adquiridos (uso y desuso) propuesto por Lamarck, y otros, aunque no rechazan el

papel de la selección natural sino dicen complementarlo, están a la sombra de la propuesta darwinista que se yergue como paradigma evolutivo. Dentro de estos últimos aparecen la deriva genética o evolución neutra, la simbiogénesis, el altruismo, etc.

La teoría de la evolución neutra defendida el genético Motoo Kimura, sostiene que a lo largo de la historia de la vida, «desde el comienzo hasta el fin, las fluctuaciones estadísticas al azar, han sido más importantes incluso que la selección darwiniana en la evolución de las especies. La evolución mediante fluctuaciones estadísticas al azar se denomina deriva genética» (J. Dyson, 1999: 25). Kimura sostiene que la deriva genética impulsa la evolución con una fuerza aún más poderosa que la selección natural.

A continuación, presentaré algunas propuestas que sugieren mecanismos evolutivos, además presentaré el cuestionamiento sobre la teoría darwinista, objetivo del presente trabajo de investigación.

3.6. TEORÍAS EMERGENTES DE LA EVOLUCIÓN

De los apartados anteriores se puede deducir que el darwinismo, en todas sus manifestaciones, como teoría evolutiva tiene dificultades argumentativas convincentes y reales para entender y explicar el hecho evolutivo; de esta manera – en palabras de Kuhn – se ha consolidado como una teoría en crisis, reacia a los cambios y terca en su interpretación; sin embargo esta inestabilidad demostrada por la teoría hegemónica sobre la evolución ha corrido el velo para dar paso a otras teorías que tratan de explicar el hecho evolutivo, tales teorías a manera de voces silenciadas en todos los niveles, van dando respuestas a los enigmas que la teoría

actual no ha podido abordarlas satisfactoriamente. Se yerguen como teorías heterodoxas por cuanto muestran su abierta disconformidad con la teoría predominante, el dogmatismo darwinista (teoría ortodoxa). Tales teorías seguramente censuradas y consideradas disidentes, extrañas o insólitas por apartarse de la teoría sustentada por no pocos seguidores y un inmenso auditorio de la comunidad científica, sin embargo tal heterodoxia, desde el giro epistemológico, haciendo eco a las otras voces, a las otras ciencias y culturas, viene a constituir en un factor enriquecedor, dinamizador y renovador del pensamiento científico y en especial del ámbito biológico, pues tienen un valor constructivo diferente, amplían los horizontes en un clima de ciencia dialógica e intercomunicativa, fortalecen la comprensión de la vida, contrariamente a caer en una especie de caos o anomia, como quieren hacernos creer los defensores del darwinismo.

En tal sentido, en este apartado tocaré algunas teorías que cuestionan o se alejan de la visión darwinista de la existencia y del proceso evolutivo, entre tales teorías se encuentran el Apoyo mutuo de Piotr Kropotkin, la teoría simbiótica de Lynn Margulis, la teoría de máximo Sandín con el papel de los virus en la evolución, teoría o la hipótesis Gaia de James Lovelock.

3.6.1. EL APOYO MUTUO

Piotr Kropotkin, geógrafo, naturalista, pensador y político ruso, se hace presente en el debate postdarwiniano sobre evolución y ética, su contribución no menos importante a otro de los grandes temas de discusión científica del periodo que va desde 1880 hasta la llamada Síntesis Darwinista ha sido tristemente olvidada o postergada por la ortodoxia predominante.

A partir de septiembre de 1890 y hasta 1902 publicó en la revista inglesa *The Nineteenth Century*, un conjunto de ensayos en respuesta a Thomas Henry Huxley, que se reunirían finalmente en su obra científica más prestigiosa; *El apoyo mutuo: un factor en la evolución*. El apoyo mutuo comenzó siendo un compendio de artículos en reacción al creciente paradigma evolucionista, donde Kropotkin percibió una línea cada vez más mecanicista o determinante de pensamiento que va desde las ideas de Rousseau, Spencer, Malthus, Darwin, hasta Huxley, Russell Wallace, Gobineau, etc. En su obra, Kropotkin no consideró que el apoyo mutuo era un punto de discrepancia con la teoría de la selección natural; en reiteradas ocasiones, subraya la importancia de la selección natural como el factor más significativo en la evolución; sin embargo lo que Kropotkin encontró inaceptable y contradictorio era el extremismo evolucionista y las brutales conclusiones que se estaban gestando, todo ello representado por T. H. Huxley en su *Manifiesto de la lucha por la existencia*. Al autor de *El apoyo mutuo*, no le gustaban las implicaciones, ni políticas, ni sociales, ni evolucionistas, por ello con la experiencia de haber dedicado varios años de reflexión a estas materias, decidió contestar a Huxley, este legitimaba el sistema capitalista a través de la *Ley del más fuerte*, como algo inherente a la naturaleza, llevando a la selección natural de Darwin hasta extremos insospechados. Considera la lucha entre individuos como el principal factor de la evolución, con lo que se pretendía justificar el capitalismo y el llamado *darwinismo social* de Spencer, implicancias que no se encuentran ni desprenden de *El origen de las especies*.

Kropotkin es de la opinión de que la existencia y bienestar individual y colectivo, tanto en el mundo animal como en la sociedad humana, están sustentados

más bien en el apoyo mutuo que en la llamada “ley de la naturaleza” o lucha por la existencia. Esta tesis que pretendía defender, contra Huxley, había sido propuesta por el geólogo ruso Kessler, sobre esta base radica el sustento de su obra y lo cita: «Ciertamente, no niego la lucha por la existencia, sino que sostengo que, el desarrollo progresivo, tanto de todo el reino animal como en especial de la humanidad, no contribuye tanto la lucha recíproca cuanto la ayuda mutua» (Kropotkin, 2005: 38), de esta manera Kropotkin, considera al apoyo mutuo como un factor más de la evolución, y aquellas especies que desarrollan una mayor sociabilidad son las que tienen más posibilidades de supervivencia:

[...] se observa, al mismo tiempo, en las mismas proporciones, o tal vez mayores, el apoyo mutuo, la ayuda mutua y la protección mutua entre los animales pertenecientes a la misma especie o, por lo menos, a la misma sociedad. La sociabilidad es tanto una ley de la naturaleza como lo es la lucha mutua. (Kropotkin, 2005: 37).

Durante su estancia en Siberia, Kropotkin observa la vida de muchos insectos como termitas, abejas, hormigas y se da cuenta de la intensa interrelación que existe al interior de estas especies, toda una vasta red cuyo fin es asegurar la supervivencia de sus miembros, así por ejemplo, los escarabajos sepultureros necesitan de materia orgánica para depositar sus huevos y garantizar la alimentación de sus larvas, por esta razón cuando encuentran cadáveres de animales, los entierran para utilizarlos posteriormente. Por lo general estos escarabajos son de vida solitaria, sin embargo «cuando alguno de ellos encuentra el cadáver de algún ratón o de un ave, que no puede enterrar, convoca a varios otros sepultureros más (se juntan a veces hasta seis) para realizar esta operación con sus fuerzas asociadas» (Kropotkin, 2005: 40), esto ya es una muestra contraria a la lucha frontal que tanto defiende Huxley y los neodarwinistas; más aún prosigue Kropotkin, de ser

necesario, los escarabajos transportan el cadáver a un lugar y suelo más conveniente y blando: «En general, el entierro se realiza de un modo sumamente meditado y sin la menor disputa con respecto a quién corresponde disfrutar del privilegio de poner sus huevos en el cadáver enterrado» (Kropotkin, 2005: 40). Ciertamente que observaba competencias entre los animales, esto es innegable; muy a menudo – narra en su obra – era testigo de adaptaciones para la lucha contra las inclemencias climáticas u otros fenómenos naturales o para defenderse de posibles predadores, sin embargo eran más las relaciones de ayuda o apoyo que las de lucha y enfrentamientos violentos, así señala la estrecha y mutua dependencia entre los carnívoros, de los rumiantes o los roedores en los múltiples y diferentes hábitats que el visitó en las regiones aledañas a los ríos Amur y Ussuri:

Por otra parte, vi yo allí, y en el Amur, numerosos casos de apoyo mutuo, especialmente en la época de la emigración de las aves y de los rumiantes, pero aún en las regiones del Amur y del Ussuri, donde la vida animal se distingue por su gran abundancia, muy raramente me ocurrió observar, a pesar de que los buscaba, casos de competencia real y de lucha entre los individuos de una misma especie de animales superiores. (Kropotkin, 2005: 39).

Tales evidencias no solamente fueron bien recibidas por los zoólogos rusos –continúa Kropotkin – sino también por los darwinistas rusos, pero no tuvo repercusión en aquellos de Europa occidental, a pesar de las evidencias la lucha por la existencia estaba más que cimentada en los países capitalistas.

Abunda, Kropotkin dando muestras de sus observaciones en insectos, como las de hormigas pertenecientes a especies y hormigueros diferentes, cuando se encuentran casualmente «se evitarán la una a la otra» (Kropotkin, 2005: 42), sin embargo cuando dos hormigas que habitan el mismo hormiguero cuando se

encuentran, hacen movimiento de sus antenas, y si una de ellas está hambrienta, la hormiga a la cual se solicitó el pedido «nunca se rehúsa; separa sus mandíbulas, y dando a su cuerpo la posición conveniente, devuelve una gota de líquido transparente, que la hormiga hambrienta sorbe» (Kropotkin, 2005: 42). En cuanto a las aves, por ejemplo cita la forma de vida de ciertas águilas, cuando una de ellas detecta un cadáver, lanza un graznido llamando a las demás, poco a poco se forma un grupo de ellas y descienden para alimentarse, colocando aún centinelas en tanto las demás se alimentan. Cita el caso de Syevertsof, quien observó que las águilas de cola blanca cuando se reúnen para cazar, lo hacen «elevándose a gran altura, si son por ejemplo alrededor de una decena, pueden observar una superficie de cerca de 50 verstas cuadradas, y, en cuanto descubren algo, en seguida, consciente e inconscientemente, avisan a sus compañeras [...]» (Kropotkin, 2005: 47), las águilas, entonces se acercan y sin llegar a mayores agresiones, comparten el alimento, con lo cual se demuestra que son aves gregarias. «La sociabilidad es el rasgo común de muchas otras aves de rapiña. El grifo halcón brasileño (Caravara), uno de los rapaces más “desvergonzados”, es, sin embargo, extraordinariamente sociable.» (Kropotkin, 2005: 48), esta particularidad fue observada y descrita por el propio Darwin. Muchas aves como golondrinas, gaviotas o patos salvajes, colocan centinelas para avistar a las aves de presa, y cuando ésta ataca, las bandadas de aves se unen para hacer huir al intruso, se zambullen en el agua, salpican agua u optan por huir, pero todo ello con la concurrencia y ayuda de los miembros de la bandada. La vida en sociedades y el apoyo mutuo también se hace evidente durante las migraciones de aves, cuando estas se reúnen por millares; algunas especies, días antes de iniciar su viaje durante el atardecer se ejercitan en vuelos preparatorios,

llegado el momento los «individuos fuertes vuelan a la cabeza de la bandada, cambiándose por turno para cumplir con esta difícil obligación» (Kropotkin, 2005: 59), así cubren vastos territorios inclusive atraviesan el mar. En cuanto a los mamíferos, asombra – asevera Kropotkin – «la enorme supremacía numérica de las especies sociales sobre aquellos pocos carnívoros que viven solitarios» (Kropotkin, 2005: 60), destaca la vida social de los rebaños de ciervos, antílopes, gacelas, búfalos, cabras, ovejas salvajes, etc. «En las latitudes más bajas de Asia y África, en esta época, los bosques son refugios de numerosas familias de elefantes, rinocerontes, hipopótamos y de innumerables sociedades de monos» (Kropotkin, 2005: 60), destaca las sociedades propias del hemisferio norte, los ciervos reunidos en innumerables rebaños, tanto como los rebaños de toros almizcleros e incontables sociedades de zorros polares, y ante tanta evidencia de interrelaciones mutuas que garantizan la vida de sus miembros, no puede menos que acotar:

¡Qué insignificante, en comparación con ella, es el número de los carnívoros! ¡Y qué erróneo, en consecuencia, el punto de vista de aquellos que hablan del mundo animal como si estuviera compuesto solamente de leones y hienas que clavan sus colmillos ensangrentados en la presa! (Kropotkin, 2005: 60).

Ante tanta evidencia, ratifica que las asociaciones y la ayuda mutua son regla de vida de los mamíferos, e inclusive esta regla de vida se extiende a los carnívoros como leones, tigres, leopardos, monos, gorilas, etc. Negar esta realidad «Es lo mismo que si afirmásemos que toda la vida de la humanidad se reduce solamente a las guerras y a las masacres.» (Kropotkin, 2005: 61).

De esta manera el principio del apoyo mutuo no constituye, por tanto, para Kropotkin, un ideal ético o una visión romántica de la vida, como tampoco una simple e insignificante anomalía que irrumpe en las rígidas exigencias de la lucha

por la vida, sino por el contrario es un hecho científicamente comprobado como factor de la evolución, paralelo y contrario al otro factor, el triste y famoso: *Struggle for life*.

Si tomamos en consideración los innumerables hechos que hablan en apoyo de esta opinión, se puede decir con seguridad que la ayuda mutua constituye tanto una ley de la vida animal como la lucha mutua. Más aún. Como factor de evolución, es decir, como condición de desarrollo en general, probablemente tiene importancia mucho mayor que la lucha mutua, porque facilita el desarrollo de las costumbres y caracteres que aseguran el sostenimiento y el desarrollo máximo de la especie junto con el máximo bienestar y goce de la vida para cada individuo, y, al mismo tiempo, con el mínimo de desgaste inútil de energías, de fuerzas. (Kropotkin, 2005: 37).

No existe duda entonces, que las interrelaciones apoyo mutuo, de cooperación entre las diferentes formas de vida son mayoritariamente superiores a las relaciones antagónicas de lucha y violencia que destruyen. En consecuencia – según el autor del *El apoyo mutuo* –, la vida social es un arma muy poderosa en la lucha por la existencia en su connotación amplia. La vida en sociedad y el apoyo mutuo confiere a los animales considerados débiles (aunque en realidad no lo son): insectos, aves, mamíferos, la posibilidad de defenderse de las inclemencias del medio, de los predadores naturales, previniendo y disminuyendo el peligro, encontrar nuevos y mejores lugares de reproducción y residencia; ello asegura en grado superior la longevidad de la especie y aumenta las posibilidades de dejar descendencia fértil; de tal modo que «la sociabilidad es la ventaja más grande en la lucha por la existencia en todas las circunstancias naturales, sean cuales fueran» (Kropotkin, 2005: 74), y la mejor evidencia de esto lo constituyen «Los vertebrados superiores, y en especial el género humano, sirven como la mejor demostración de

esta afirmación» (Kropotkin, 2005: 74). Consecuentemente los más aptos a los que refiere Darwin y los neodarwinistas, no son necesariamente los más fuertes estructuralmente, los más violentos o aquellos que logran destruir y matar a las otras especies para asegurarse un lugar en la vida, sino los más aptos son aquellos seres que desarrollan capacidades de interrelaciones mutuas: apoyo mutuo, ayuda mutua, sociabilidad, como bien lo resalta Kropotkin:

Los más aptos, los mejor dotados para la lucha con todos los elementos hostiles son, de tal modo, los animales sociales, de manera que se puede reconocer la sociabilidad como el factor principal de la evolución progresiva, tanto indirecto, porque asegura el bienestar de la especie junto con la disminución del gasto inútil de energía, como directo, porque favorece el crecimiento de las facultades intelectuales. (Kropotkin, 2005: 75).

Consecuentemente – concluye Kropotkin – el mundo animal existen evidencias innegables de que la enorme mayoría de las especies viven en sociedades, en medio de un intensa red de ayudas mutuas, de tal manera que encuentran en la sociabilidad la mejor arma para la lucha por la existencia, entendiendo, este término en la connotación y sentido amplio darwiniano, no como una lucha por los medios directos de existencia, sino como lucha contra todas las condiciones naturales desfavorables para la existencia de la especie.

3.6.2. TEORÍA SIMBIÓTICA DE LA EVOLUCIÓN

La teoría simbiótica de la evolución tiene hoy su máxima representante en la bióloga norteamericana Lynn Margulis, con el nombre de endosimbiosis seriada, quien describió el origen simbiogenético de las células eucariotas. También se conoce por el acrónimo inglés SET (Serial Endosymbiosis Theory), es decir «la teoría de la endosimbiosis serial (SET)» (Margulis, 2002: 10). Esta investigadora

del mundo microscópico, específicamente dedicada al estudio del mundo microbiológico, crítica frontalmente al neodarwinismo, aunque no al darwinismo original, por cuanto los principios versión moderna o síntesis moderna, no pueden explicar satisfactoriamente la vida microbiológica, pues los principios básicos de la Teoría Sintética o neodarwinismo solo considera al mundo macroscópico en detrimento de los seres microscópicos, los más abundantes por cierto; de tal manera los principios básicos del darwinismo en su versión sintética moderna «se limitan al estudio de los mamíferos y, cuando mucho, sirven solo para describir mutaciones intraespecíficas (o sea, variaciones en el interior de una especie) pero no la transformación de una especie en otra» (Abdalla Guerrieri, 2010:137).

Margulis nos recuerda que muchas de nuestras creencias, nuestro pensamiento respecto a la naturaleza y a como comprendemos a la realidad guardan relación con un estilo de cultura imperante, el paradigma diría Kuhn, «las sagradas reglas de nuestra cultura» (Margulis, 2002: 11), de esta manera creamos nuestra realidad y nos encapsulamos bajo este caparazón inventado, en consecuencia la interpretación de la realidad, de la naturaleza queda restringida a los parámetros que nos hemos autoimpuesto o nos lo han impuesto, así «la manera en la que miramos da forma a lo que vemos y cómo sabemos» (Margulis, 2002: 11), cualquier idea que contravenga a los parámetros establecidos es considerado subversivo porque afecta la convención establecida. Las ideas de Margulis, pertenecen a este corte incómodo, aunque no rompe totalmente con la idea de selección natural darwiniana, sin embargo el hecho de colocar a la simbiosis como fuente de variación y novedad evolutiva, la pone en un lugar incómodo, porque es incómoda la idea de ver el

mundo vivo relaciones mutuo apoyo contrariamente a la idea imperante de lucha continua por la supervivencia de los más adecuados.

La idea central de Margulis es introducir las relaciones simbióticas en el proceso evolutivo de la célula procariota a célula eucariota; entendiendo a la simbiosis como un sistema donde los miembros de «especies diferentes viven en contacto físico» (Margulis, 2002: 15), de esta manera se descubre este tipo de relaciones presente en cualquier forma de vida desde el origen hasta la actualidad. «Somos simbiosis sobre un planeta simbiótico y, si nos fijamos, podemos encontrar simbiosis por todas partes» (Margulis, 2002: 15). De esta manera el origen de nuevas especies necesitaban de simbiosis y el término simbiogénesis hace referencia al proceso que da origen a nuevas células, tejidos, órganos, individuos e inclusive nuevas especies mediante el establecimiento de relaciones simbióticas de larga duración. El propio concepto de especie, necesitaría de la presencia y convergencia de la simbiosis, de hecho «creo que la propia idea de especie requiere de simbiosis» (Margulis, 2002: 16). Esto concuerda con la dificultad de clasificar en especies a las bacterias, pues no existen mayores diferencias entre las estructuras bacterianas y además al hecho común de la transferencia horizontal de genes entre ellas, «las bacterias no se dividen en especies. Ninguna especie existía antes de que las bacterias se fusionaran para formar células más grandes que constituyeron los ancestros de las plantas y animales» (Margulis, 2002: 16).

La simbiosis – según la autora – entre bacterias con metabolismos diferentes sostenida a lo largo del tiempo, dieron lugar a las primeras células eucariotas o células nucleadas, luego de estas fusiones las células complejas

originadas darían lugar a la evolución de hongos, plantas y animales. Al respecto Margulis sostiene: «La incorporación permanente de bacterias dentro de las células animales y vegetales en forma de plastos y mitocondrias es la parte de mi teoría de la endosimbiosis serial» (Margulis, 2002: 17). De esta manera las células eucariotas tuvieron su origen como comunidades de entidades que obraban recíprocamente y que terminaron en la fusión de varios organismos procariotas; este sería la génesis de algunos orgánulos típicos de las células eucariotas; los plastos, mitocondrias, cilios y flagelos habrían tenido su origen en organismos procariotas antes de vida individual y que después de ser englobados por otro microorganismo habrían establecido una relación endosimbiótica con éste. Se postula que las mitocondrias procederían de proteobacterias alfa, como las rickettsias por ejemplo, y los plastos provendrían de cianobacterias.

Margulis para estructurar su teoría, reivindica el trabajo de otros científicos como Kostantin S. Merezhkovsky, Kozo-Polyansky y A. S.Faminstyn de Rusia, Portier de Francia e Ivan Wallin de los Estados Unidos, A.Schimper de Alemania, E. B. Wilson entre otros. Así Andreas Schimper en 1883 propuso la tesis de que la capacidad fotosintética de las células vegetales podría proceder de cianobacterias aun presentes en la naturaleza y que continúan realizando fotosíntesis, en el siglo pasado, Ivan Emmanuel Wallin (1890-1967) llegaría a la misma conclusión y sostenía que «las nuevas especies se originaban mediante simbiosis» (Margulis, 2002: 16) y en 1910 el naturalista ruso Kostantin S. Merezhovsky presentó la hipótesis según la cual el origen de las células eucariotas resultó de la fusión de varias bacterias y además diferentes, de modo que Merezhovsky fue el primer hombre de ciencia que «propuso la extravagante idea

de la simbiogénesis, según el cual algunos órganos e incluso algunos organismos, no surgían en la evolución por el gradualismo mecánico de la selección natural sino mediante asociaciones simbióticas» (Sampedro, 2007: 43), tales asociaciones a las que se refería serían entre una especie animal u otra vegetal con algún microbio.

El francés Paul Portier en 1918 postuló que las mitocondrias de las eucariotas habrían sido en su día bacterias de vida libre, ahora confinadas en el interior de estas eucariotas; Wallin también era partidario de estas ideas. Todos estos trabajos, poco valorados en su tiempo, permanecieron olvidados hasta que Margulis, apoyándose en ellos, formuló en 1967 la teoría endosimbiótica serial. Ella misma lo reconoce:

Sospechaba que estaban en lo cierto cuando planteaban la hipótesis de que las partes no nucleares de la célula, con su propia herencia peculiar, eran formas remanentes de bacterias que una vez vivieron en libertad. Me parecía obvio que había sistemas de herencia dobles con células dentro de células. Más tarde descubrí que la idea también había sido obvia para Merezkovsky. (Margulis, 2002: 37).

Queda claro, entonces que algo se sospechaba desde años atrás respecto a las asociaciones de organismos: la simbiosis, «particularmente la simbiosis microbiana, generan cambio evolutivo» (Margulis, 2003 b: 142). Por el año 1963, Margulis registró muchos artículos referidos al estudio de óvulos vegetales, en especial al citoplasma de estas células sexuales, los cuales «mostraban misteriosos genes fuera del núcleo» (Margulis 2002, 36), tales estudios hacían referencia que por lo menos «dos tipos de orgánulos – estructuras limitadas por una membrana dentro de la célula pero fuera del núcleo –, los plastos y las mitocondrias, habían afectado de forma significativa a la herencia» (Margulis, 2002: 36-37), contrariamente a la difundida genética nuclear; pero aquí no quedaba todo, sino que

además existían similitudes entre tales orgánulos celulares: plastos y mitocondrias, con microorganismos de vida libre ¡bacterias! De esta manera se gestó la teoría endosimbiótica serial entendida como un proceso en el cual células bacterianas se fusionaron a través del tiempo y en un orden o secuencia concretos, pues «la vida es químicamente tan conservadora que incluso podemos deducir el orden específico en el que se fusionaron. El término serial de la teoría endosimbiótica sería se refiere al orden de esta secuencia» (Margulis, 2002: 46). Así, en una secuencia se habrían fusionado completamente uno y otro microorganismo, cada uno con sus características peculiares fisiológicas y metabólicas en general, aportando tales características hasta dar origen a un nuevo ser, un nuevo individuo que irrumpía en el escenario de la vida. A todo este proceso de formación de un nuevo individuo mediante simbiosis se conoce como simbiogénesis, «una idea propuesta por su inventor ruso Konstantin Merezhkovsky (1855-1921), se refiere a la formación de nuevos órganos y organismos mediante fusiones simbióticas» (Margulis, 2003 a: 90-91), de esta manera la simbiogénesis se torna en un término evolutivo que hace referencia al origen de «nuevas células, nuevas especies, nuevos tejidos o nuevos órganos que se forman cuando la simbiosis se convierte en permanente. En algunos casos, uno de los miembros puede producir su propio alimento, [...], pero el otro no tiene la capacidad para ello» (Margulis y Dolan, 2009: 8).

La teoría endosimbiótica serial describe el paso o serie encadenada de hechos y de causas que llevaron desde las células procariotas – células bacterianas carentes de núcleo estructural –, hasta las células eucariotas – células con núcleo como estructura rodeados por una membrana y constituyentes de protistas y organismos pluricelulares –, mediante incorporaciones simbióticas. Margulis

describe la génesis de la célula eucariota en una serie de tres fusiones simbióticas bacterianas, mediante las cuales se originaron las células que forman a los individuos de los otros cuatro reinos: protistas, hongos, animales y plantas, de los seis reinos vivos que actualmente se consideran.

Se estima que hace 2 000 millones de años la vida en nuestro planeta la componían multitud de seres microscópicos unicelulares y anucleados, las procariontes arqueas y eubacterias diferentes adaptadas a los múltiples medios. Margulis destaca, la que debió ser una alta capacidad de adaptación de estas bacterias al cambiante e inestable medioambiente de la Tierra en aquella época. Se conocen – como también lo señala Margulis (2003 b), más de veinte metabolismos diferentes usados por las bacterias frente al único usado por los animales: el aeróbico que es usar el oxígeno como fuente de energía al oxidar los alimentos; las plantas utilizan dos modalidades de metabolismo: el aeróbico como la de los animales y fotosíntesis para producir alimentos y oxígeno usando la luz como fuente de energía. Para Margulis, las dificultades a las que se tuvieron que enfrentar las bacterias, devinieron en su capacidad metabólica para aportar soluciones a esas dificultades. Así, algunas bacterias «respiran arsénico o azufre en lugar de oxígeno» (Margulis, 2003 b: 125), otras en cambio «brillan en la oscuridad gracias a la producción de “luz fría” , fruto dela reacción entre la luciferina y la luciferasa» (Margulis, 2003 b: 125), existen otros grupos que viven en ambiente pútridos y malolientes donde «transforman los iones metálicos de las aguas en precipitados metálicos tales como óxidos de manganeso o de hierro, o incluso de oro» (Margulis, 2003 b: 125); el grupo de bacterias denominadas azuladas o verdosas tienen la capacidad de realizar fotosíntesis, pues «fotosintetizan y expelen oxígeno cuando

están expuestas a la luz, mientras que cuando se hallan en la oscuridad aspiran oxígeno como los animales y los hongos» (Margulis, 2003 b: 125); existen otras bacterias que usan la luz del sol para realizar fotosíntesis de tal manera que «o bien impiden la liberación, o bien la absorción de oxígeno» (Margulis, 2003 b: 125); otras bacterias producen metano, son las denominadas metanógenas, ellas «convierte el CO₂ y el hidrógeno en gas de los pantanos. En total ausencia de gas oxígeno y de alimento, producen metano (CH₄), exactamente el mismo gas que empleamos en nuestros quemadores de gas natural» (Margulis, 2003 b: 125); este metano producido, es usado por otro grupo de bacterias, son las metilótrofas o respiradoras de metano: «Las metilótrofas respiran metano y sacan de él la energía necesaria para medrar y crecer» (Margulis, 2003 b: 125). Otras bacterias que pululan en las profundidades de los océanos y mares, viven gracias que han logrado desarrollar «reacciones químicas en miniatura basadas en la luz, que los científicos más avezados aún no han conseguido ni explicar ni imitar» (Margulis, 2003 b: 126). Estas son algunas de las modalidades metabólicas bacterianas, lo cual demuestra una enorme gama metabólica y la «mayor reserva de diversidad evolutiva» (Margulis, 2003 b: 125). De esta manera estos microscópicos seres muestran su flexibilidad, múltiples estrategias, complejidad y aporte singular a la evolución, pero «la célula nucleada constituyó el resultado más espectacular de las maquinaciones bacterianas» (Margulis, 2003 b: 126), veamos como se explica esto desde la teoría de la endosimbiosis seriada.

En primer lugar una bacteria consumidora de azufre, que utilizaba el azufre y el calor como fuente de energía, es decir una arqueobacteria (bacteria antigua) fermentadora o termoacidófila, «quimiótrofa y anaerobia» (Oñate Ocaña,

2010: 214), se fusionó con una bacteria nadadora (del tipo espiroqueta) pasando a formar un nuevo organismo sumando sus características iniciales de forma sinérgica, es decir que la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. El resultado fue el primer eucarionte o célula eucariota, ancestro único de todos los pluricelulares. El núcleo de las células de animales, plantas y hongos sería el resultado de la unión de estas dos bacterias. Margulis lo define así:

En primer lugar, un tipo de bacteria amante del azufre y del calor, llamada arqueobacteria fermentadora (o termoacidófila), se fusionó con una bacteria nadadora. Juntos, los dos componentes integrados de la fisión se convirtieron en el nucleocitoplasma, la sustancia base de los ancestros de las células animales, vegetales y fúngicas. Este temprano protista nadador era, como sus descendientes actuales, un organismo anaerobio. Envenenado por el oxígeno, vivía en arenas y lodos donde abundaba la materia orgánica, en grietas de las rocas, en charcos y estanques donde este elemento estaba ausente o era escaso. (Margulis, 2003 a: 88).

A las características iniciales de ambas células procariotas, se le sumó una nueva morfología más compleja con una nueva y llamativa resistencia al intercambio genético horizontal, de esta manera el ADN quedó confinado en un núcleo interno separado del resto de la célula por una membrana: la primera célula nucleada, que sería una especie de quimera, tal como la nombró Radhey Gupta, quien además afirmó de que «todos los eucariotas son quimeras» (Margulis, 2003 b: 210-211), en alusión a los monstruos míticos griegos con cabeza de león, cuerpo de cabra y cola de dragón. La célula eucariota, por lo tanto estaría compuesta de partes que se pueden reconocer por su origen diverso. «Las células que hoy consideramos como parientes cercanos a las primeras eucariotas son compuestas,

tienen antecedentes tanto eubacterianos como arqueobacterianos» (Margulis, 2003 b: 212). En consecuencia el núcleo rodeado de una membrana, característica básica de las células eucariotas evolucionó como consecuencia de la fusión del ADN de la llamada quimera.

La unión entre los ADNs de la *Thermoplasma* y la *Spirochaeta*, otrora independientes, ocurrió como cualquier otro apareamiento entre bacterias: con la bien conocida transferencia de ADN de un procariota a la otra. La arqueobacteria *Thermoplasma* y la eubacteria *Spirochaeta*, al estilo típico de recombinación bacteriana, unieron sus ADNs creando un único genoma. (Margulis, 2003 b: 213-214).

La fusión íntima o endosimbiosis, donde parte o toda la estructura de una bacteria quedó dentro de otra, permitió que se formaran membranas, así el nuevo núcleo que caracterizaba al nuevo tipo de individuo, estaba rodeado por membranas y unido desde el principio al orgánulo que permitía la movilidad, es decir la anterior espiroqueta. Al respecto de este orgánulo semejante a los actuales flagelos, Margulis puntualiza:

Ésta evolucionó hasta convertirse en el undulipodio, una estructura con muchas alias: cilios, flagelos eucarióticos, colas de esperma, [...] El sistema de orgánulos (núcleo, conector nuclear, undulipodio compuesto por cinetosomas y sus tallos axonémicos) fue nombrado «cariomastigonte» (de *karyo* = semilla y *mastigont* = látigo) por quienes lo vieron por primera vez. (Margulis, 2003 b: 214).

El cariomastigonte – conforme la autora de la endosimbiosis serial – constituyó una estructura emergente (cinetosoma/centriolo-conector nuclear-núcleo), con «su bolsa membranosa en la que los dos socios bacterianos depositaron sus genes: el núcleo» (Margulis, 2003 b: 217); es decir que el núcleo se habría originado como un parte del carimastigonte , paulatinamente la estructura nuclear

rodeándose de una membrana y con los genomas adquiridos, quedó libre dentro del citoplasma dando origen a la primera célula nucleada: la célula eucariota, semejante a los protistas nadadores actuales, impulsados por flagelo, pero de respiración anaeróbica, es decir no utilizaban oxígeno como aceptor final de electrones en su metabolismo; tales aseveraciones se encuentran sustentadas por muchos estudios, como por ejemplo «en 1983 el grupo Wolfram Zillig demostró la estrecha relación que existe entre las RNA polimerasas de las arqueobacterias y la de los eucariontes, lo que implicaría que la expresión del material genético de los Eucaria tuvo su origen en las Arquea» (Lazcano Araujo, 2000: 191), esto demuestra que una inmensa mayoría de los procesos de transcripción del ADN de las células eucariotas tuvieron un origen remoto en la arqueas. Consecuentemente, el dúo asociado replicó su carga de ADN vía la mitosis dando origen a una diversidad de protistas y muchos hongos. El esquema del Anexo 12, muestra la secuencia de la simbiosis serial que propone Margulis.

Posteriormente se dio una segunda asociación simbiótica en el nuevo organismo anaeróbico, por su incapacidad de metabolizar el oxígeno, este gas resultaba una sustancia tóxica crucial para su vida, suponía un veneno, por lo que prefería vivir en ambientes anóxicos. Llegado a este nivel se produjo una nueva incorporación que dotaría a este primigenio eucarionte, la capacidad para metabolizar el oxígeno. El nuevo endosimbionte, en sus orígenes un procariota aeróbico, tal como una bacteria respiradora de oxígeno de vida libre, se convertiría paulatinamente en las actuales mitocondrias y peroxisomas típicos de las células eucariotas de los seres pluricelulares, lo cual posibilitó con éxito la proliferación de la nueva triple asociación en un medio rico en oxígeno que caracterizaba a la

atmósfera del planeta Tierra. Los animales y hongos somos el resultado de esta segunda incorporación; Margulis lo precisa del siguiente modo:

Después de que evolucionara la mitosis en los protistas nadadores, otro tipo de microbio de vida libre fue incorporado a la fusión: una bacteria que respira oxígeno. Surgieron células todavía más grandes, más complejas. El triplete complejo respirador de oxígeno (amante del calor y del ácido, nadador y respirador de oxígeno) se volvió capaz de engullir alimento en forma de partículas. (Margulis, 2002: 48).

De modo que en la segunda fase, – por llamarlo de algún modo – la simbiosis con una bacteria aerobia trajo como consecuencia un cambio en la forma de metabolismo de la asociación-individuo emergente, ahora era posible oxidar sustancias, las moléculas alimenticias eran degradadas vía el oxígeno para obtener materia prima y la energía necesaria para realizar las funciones celulares, esto sería la forma como se originaron las mitocondrias, las organelas de la célula eucariota responsables de la respiración celular. El origen de las mitocondrias por simbiosis, mejor dicho por endosimbiosis, se ha fundamentado en los « resultados obtenidos a través del uso de técnicas de DNA recombinante y el análisis de secuencias de nucleótidos. La mitocondria posee en su interior DNA, RNA y ribosomas que presentan gran homología con los de las células procariotas» (Ruiz y Santos, 1990: 12). Este tipo de seres proliferaron aprovechando el oxígeno que se había acumulado en la atmósfera, así «seres complejos y asombrosos que nadaban y respiraban oxígeno, aparecieron por primera vez sobre la Tierra quizá tan pronto como hace unos 2.000 millones de años» (Margulis, 2002: 48-19).

Siguiendo la teoría endosimbiótica serial, se dio una tercera incorporación que dio origen a las células eucariotas fotosintetizadoras y por extensión a los seres del reino vegetal; esto sucedió cuando la triple asociación: la hábil bacteria

nadadora, la arqueobacteria resistente al calor y al ácido y las recientemente adquiridas bacterias respiradoras de oxígeno, fagocitaron bacterias fotosintéticas, algunas de estas últimas se resistieron a ser digeridas y pasarían a formar parte de la asociación celular, dando origen a su vez un nuevo organismo capaz de sintetizar alimentos a partir de sustancias inorgánicas usando la energía procedente de la luz del Sol. De esta manera, con el cuarto simbiote se dio origen a los cloroplastos, las organelas de las células autótrofas en las que tiene lugar la fotosíntesis y que son características de muchas algas y de los vegetales; Margulis recrea esta fase de la teoría diciendo:

En la adquisición final de la serie generadora-de-célula-compleja, los respiradores de oxígeno engulleron, ingirieron, pero no pudieron digerir bacterias fotosintéticas de color verde brillante, [...] las bacterias verde no digeridas sobrevivieron y la fusión completa prevaleció. Con el tiempo las bacterias verdes se convirtieron en cloroplastos. Como cuarto miembro, estos productivos amantes del sol se integraron con los demás socios anteriormente independientes. Esta fusión final dio lugar a las algas verdes nadadoras. Estas antiguas algas verdes nadadoras no sólo son los ancestros de las células vegetales actuales; todos sus componentes individuales todavía están vivos y en buena forma, nadando, fermentando y respirando oxígeno. (Margulis, 2002: 49).

En la actualidad permanecen las bacterias descendientes de aquellas que debieron, por incorporación, originar las células eucariotas; así como aquellos protistas que participaron en alguna de las sucesivas incorporaciones, quizá uno de los ejemplos más notables lo constituyan las euglenas, un protista de vida libre, que tiene un largo flagelo, se mueve de un lugar a otro, es sensible a la luz, pero tiene en su citoplasma muchos cloroplastos con los cuales sintetiza su propio alimento; los cloroplastos son un tipo de plastidios. «Un claro ejemplo del origen simbiótico de

los plastidios es Euglena, cuyos plastidios provienen de simbiosis con algas verdes, ya que presentan una tercera membrana externa que no forma parte del retículo endoplasmático sino del plasmalema del simbiote original» (Gibbs, 1978: 56).

La teoría de la endosimbiosis serial de Margulis en su parte central es proponer que los genes adicionales que se encuentran en el citoplasma (exceptuamos los genes nucleares) de las células eucariotas de vegetales, animales, de hongos y otras células eucariotas no son «genes desnudos, sino más bien tienen su origen en genes bacterianos» (Margulis, 2002: 49), los cuales llegaron mediante asociaciones simbióticas y paulatinamente al quedar atrapadas en el interior del huésped, se transformaron en organelas citoplasmáticas. Esto se evidencia en la actualidad, pues existen multitud de bacterias fotosintetizadoras conocidas hoy como cianobacterias pululando en lugares húmedos, en tanto, sus descendientes los llamados los cloroplastos se encuentran en las células eucariotas de protistas, en colonias de algas y en todos los vegetales. De igual modo podríamos aseverar – en consonancia con Margulis – que las mitocondrias se encuentran emparentadas con las bacteria que usan el oxígeno (como muchas bacilos) para respirar en su metabolismo, estas formas de vida aeróbica que respiraban en nuestro planeta, prosperaron hace más de dos mil millones de años atrás, pues de la misma forma que las cianobacterias y los cloroplastos.

A partir de los organismos unicelulares eucariotas (células nucleadas), como lo afirma Margulis, habrían evolucionado los seres pluricelulares del reino de los hongos, vegetales y animales. Una célula al dividirse por mitosis no originó individuos separados sino permanecieron unidos, y estos continuaron dividiéndose hasta formar un conglomerado semejante a una colonia, semejante a las actuales

algas protistas, y esto era bueno porque aumentó la superficie de contacto con el medio circundante de manera que el intercambio de materia y energía era más viable, luego la colonia prosperaba. Margulis y Sagan lo dice del modo siguiente:

Los organismos unicelulares se dividen para formar copias de sí mismos, llamados clones. A veces los miembros de un grupo de clones no se dispersan. Este error puede convertirse en una ventaja. Las células del exterior del grupo de clones tiene más superficie expuesta al medio [...] La selección natural rechaza a los renegados que no mantienen a los miembros del clon como una unidad funcional. La conversión de clones en colonias y después en individuos pluricelulares diferenciados sucedió en cientos de linajes ancestrales. (Margulis y Sagan, 2009: 176).

De esta manera si se sigue en retrospectiva el linaje de protistas pluricelulares, hongos, vegetales y animales llegaremos a un antepasado unicelular; hoy cada célula del organismo pluricelular realiza complejas funciones metabólicas como aquella ancestral que la dio origen, y así como las organelas de una célula realizan funciones específicas que confieren permanencia al todo; los grupos especializados de células, llamados tejidos, de un organismo pluricelular realizan funciones concretas que se complementan con el trabajo de otras para mantener la vida del individuo. De esta manera la pluralidad permitió mayor eficiencia pero además una diversificación de formas y estructuras que se manifiesta en una enorme variedad de la vida pluricelular. «Mientras que los procariotas evolucionaron mucho más que los eucariotas hacia formas espectaculares de diversificación metabólica, los eucariotas evolucionaron hacia una complejidad morfológica» (Margulis y Sagan, 2009: 177).

Las ideas de Margulis se constituyen además de interesantes, en afirmaciones que mueven las bases mismas del Darwinismo como teoría

hegemónica del mecanismo evolutivo; por cuanto la simbiogénesis se opone al gradualismo evolutivo basado en mutaciones aleatorias y la lucha o competición por la supervivencia de los más aptos. «La simbiosis comprendida como fuerza evolutiva central, proporciona grandes saltos en la evolución a través de la herencia de genomas adquiridos» (Abdalla Guerrieri, 2010: 140), de modo que estas ideas rechazan el cambio evolutivo como proceso gradual, lento y continuo donde no se producen por cambios bruscos; más bien parece servir de un punto más de anclaje – en cuanto al ritmo evolutivo –, a la de la teoría del equilibrio puntuado o teoría del equilibrio interrumpido o discontinuo de Niles Eldredge y Stephen Jay Gould propuesta en 1972, vale decir que «las especies son esencialmente estables y la mayoría de los cambios ocurren sólo cuando aparecen nuevas especies» (Sampedro, 2007: 80). De otro lado, una naturaleza salvaje y competitiva defendida por el darwinismo y neodarwinismo, se torna en inadecuada, por cuanto se evidencia el trabajo conjunto entre diferentes vivos de diferentes especies, de modo que competición «es un término con significado científico limitado» (Margulis y Sagan: 2003 b, 41), inclusive las relaciones de parasitismo o depredatorias si diluyen a la luz de la teoría de Margulis, en la medida de que «con el paso del tiempo, los miembros de dos especies distintas responden a la presencia del otro, las relaciones explotadoras pueden llegar a transformarse en convivencia, hasta el punto en que ninguno de los dos organismos pueda ya existir sin el otro» (Margulis y Sagan: 2003 b, 37).

Pero, Margulis a pesar de su interesante punto de vista no rompe con la teoría darwinista, en cuanto no rechaza el papel de la selección natural en la evolución, principio fundamental del paradigma darwinista, por el contrario parece

guardar distancia del neodarwinismo o teoría sintética de la evolución; así lo manifiesta en un capítulo de *Captando genomas*, titulado: *Darwinismo sí, Neodarwinismo no*. El núcleo central de la teoría darwinista: la selección natural, permanece intacta para Margulis, en su teoría – innovadora por cierto – la selección natural «constituye un modo de expresar el concepto de que la mayor parte de la vida no logra perdurar en el tiempo. De lo que realmente se trata es de supervivencia diferencial» (Margulis y Sagan, 2003b: 32). El núcleo central del paradigma darwinista sigue vigente en Margulis, ella misma lo manifiesta, cuando asevera: «Si levantamos la mano para jurar que somos darwinistas, estamos jurando también, con idéntico fervor, que no estamos de acuerdo con sus seguidores darwinistas ni con otros evolucionistas modernos» (Margulis y Sagan, 2003b: 31). De lo que se trata es de guardar distancia con la síntesis moderna o neodarwinismo, pues la «síntesis moderna fue una ciencia inventada para unificar la idea de Darwin acerca del cambio gradual de organismos y poblaciones, con el concepto de Gregor Mendel de estasis genética» (Margulis y Sagan, 2003b: 32). De esta manera, Margulis, rescata la idea darwinista de que existen variaciones en las poblaciones de todas las especies y que solo algunos descendientes sobreviven y pueden dejar descendencia semejante a ellos, es decir, «las diferencias entre organismos son seleccionados por el medio a través de la supervivencia diferencial» (Margulis y Sagan, 2003b: 33), tal idea conlleva a aceptar la existencia de antepasados comunes y la causa o fuente de variación hereditaria sería la simbiosis, solo así tendría la naturaleza que seleccionar, de lo contrario no podría seleccionar nada. Dejando de lado a las mutaciones aleatorias, que enarbola la síntesis moderna como fuente de

novedad evolutiva; Margulis no niega la ocurrencia de mutaciones genéticas pero cuestiona su importancia o papel en el proceso evolutivo.

Opinamos que la trascendencia de la mutación aleatoria como fuente de variación hereditaria está siendo enormemente exagerada [...] Se conocen numerosas formas de inducir mutaciones, pero ninguna de ellas conduce a la aparición de nuevos organismos. (Margulis y Sagan, 2003b: 35-36).

En efecto los resultados de estudios sobre mutaciones convergen en sostener que la inmensa mayoría de mutaciones no trae cambios sustanciales en la descendencia, aún más, pueden generar ulteriores dificultades en la vida misma bajo la forma de enfermedades, deficiencias o malformaciones y la muerte. A la fecha no existen pruebas de que las mutaciones aleatorias en la naturaleza o en los laboratorios hayan dado origen a una nueva especie, por el contrario por ejemplo el biólogo y genetista Hermann Joseph Muller «demostró sobre la mosca de la fruta la capacidad mutagénica de los rayos X, el 99,9 por ciento de las mutaciones son dañinas» (Margulis y Sagan, 2003b: 6); es muy difícil en la actualidad que se reporten mutaciones espontáneas o inducidas que demuestren una novedad evolutiva o que contribuyan positivamente al cambio de una especie en otra en el proceso evolutivo; por el contrario – como lo afirma Margulis – la novedad evolutiva tiene su origen en la unión de genomas de individuos diferentes, «conjuntos enteros de genes, e incluso organismos completos con su propio genoma, son asimilados e incorporados por otros» (Margulis y Sagan, 2003b: 36). Ahora bien y ¿qué decir de los experimentos de mutaciones? Es muy conocida las experiencias de Theodosius Dobzhansky con la mosca de la fruta (*Drosophila paulistorium*), variando temperaturas se desarrollaron formas mutantes tales como por ejemplo: con alas vestigiales, alas curvas, cuerpo color amarillo o de color

negro, ojos de color naranja, de color blanco o sin ojos o patas en lugar de antenas, pero todas eran moscas; solo que las moscas criadas con calor ya no podían dejar descendencia fértil con aquellas criadas en frío, ¿era una nueva especie? pero según el propio Niles Eldredge manifestó que este suceso estaba relacionado con un parásito, como efectivamente posteriormente se descubrió que «las moscas que criaban en caliente carecían de una bacteria simbiótica intracelular que aparecía en las que lo hacían en frío. ¡Eldredge descartó este caso como una observación de especiación porque implicaba una simbiosis microbiana!» (Margulis, 2002: 18), debido a su formación en el paradigma dominante, donde la selección natural junto a las mutaciones cobran especial atención. Entonces, las mutaciones ya sean genéticas o cromosómicas, «mutaciones genéticas (puntuales), que afectan sólo a uno o a pocos nucleótidos de un gen, y mutaciones cromosómicas (o aberraciones), que afectan el número de cromosomas, o el número o la organización de los genes en los cromosomas» (Dobzhansky, 1977: 57), entendidas como alteraciones o cambios en el material hereditario, ya no serían en «último término la fuente de la variación genética que hace posible el proceso evolutivo» (Ayala, 2006: 256), en su lugar aparece la propuesta del cambio evolutivo en virtud de la herencia de un conjunto de genes adquiridos por simbiosis en la generación paternal.

Estamos frente a una propuesta teórica que resta preponderantemente el papel de la selección natural en el proceso evolutivo, no es la selección natural, con su gradual acumulación de caracteres logrados por mutaciones a lo largo de millones de años, la responsable de la diversidad, complejidad o novedad evolutiva, sino la simbiogénesis, con su intercambio de genomas, daría lugar a novedades evolutivas, a nuevas especies. Vista así las cosas, lógicamente estamos ante una

sería crisis del paradigma dominante, no solamente en su versión neodarwinista sino al mismo darwinismo, sin embargo por razones inexplicables, Margulis no quiere desligarse del cordón umbilical darwinista, en efecto dice: «Sin embargo la adquisición simbiogénica de nuevos rasgos por medio de la herencia de genomas adquiridos constituye más bien una extensión, un refinamiento y una amplificación de la idea de Darwin» (Margulis y Sagan, 2003b: 40). ¿Cuál idea? ¿La selección natural relegada a cumplir un papel selector de lo que deja el intercambio genómico? Tal situación arranca de cuajo al mecanismo darwinista del centro mismo de la teoría evolutiva. Esto requiere mayor coherencia y claridad, hay mucha contradicción entre simbiogénesis y selección natural-mutaciones, pues aceptar «apenas que la selección natural *cumple un papel* – y principalmente cuando ese papel es apenas obvio y no del mecanismo capaz de explicar la evolución – no convierte a nadie en darwinista (Abdalla Guerrieri, 2010: 142).

Para Lynn Margulis el proceso evolutivo no es una carrera, en la que los organismos que llegaban más lejos eran los que luchaban unos contra otros y usaban el engaño, la fuerza o la destrucción, sino los que entablaban relaciones simbióticas intercambiando material genético, es decir cooperaban para un fin determinado y común. Interpretó de esta manera una nueva mirada en la evolución, la de un mundo donde la vida ha evolucionado y diversificado gracias a relaciones cooperativas.

3.6.3. EVOLUCIÓN POR INTEGRACIÓN DE SISTEMAS COMPLEJOS.

El biólogo español Máximo Sandín propone una alternativa diferente para explicar la variabilidad de la especies en función de la variabilidad del material

hereditario; su propuesta dista mucho de ser una extensión del darwinismo, sale del marco teórico de la selección natural, para darnos una explicación naturalista del proceso evolutivo, tal explicación tiene un fuerte aliado en las ciencias sociales, pues partiendo de que la ciencia no es ajena a un contexto social, es decir no crece en un vacío social, considera que el conocimiento científico se gesta en un determinado contexto cultural, ideológico, sociológico y económico, de tal manera que existe una íntima relación entre ciencia y contexto social. Esta íntima relación hace que los efectos del contexto social se hagan sentir en una determinada teoría científica y viceversa, lo cual gesta un paradigma como el que sucedió con el paradigma darwinista.

Sandín afirma que lo que Darwin hizo fue aplicar a la naturaleza las reglas de convivencia social propuestas por el liberalismo – más específicamente, las ideas de Malthus y Spencer. La élite industrial y colonialista de la Europa del siglo XIX (principalmente Inglaterra), al ver su acción explotadora y deshumana justificada por argumentos naturalistas, saludó al darwinismo como verdad suprema. (Abdalla Guerrieri, 2010: 149-150).

De modo que, el contexto sociológico de la Inglaterra victoriana puso su marca en el darwinismo el cual no solo justificaba conceptos como dominancia, competencia, el más fuerte, sino que además tales conceptos los elevó al rango de términos científicos para explicar la intrincada red y evolución de la vida; el resultado es que el darwinismo se yergue como paradigma dominante y paulatinamente se ha convertido en un dogma, situación muy peligrosa en el ámbito de la biología y en sentido estricto en la explicación de la evolución de la vida en nuestro planeta.

La propuesta de Máximo Sandín en la evolución de la vida en nuestro planeta, es una suerte de germicida para el darwinismo, cuyo centro la selección natural, se ve seriamente trastocada y removida desde sus cimientos. Sabemos que actualmente las ideas de Darwin están inmersas en la Teoría Sintética de la Evolución o Síntesis Evolutiva, la cual considera a la evolución de la especie como un cambio que gradualmente se manifiesta a lo largo del tiempo como consecuencia de la sucesión de pequeñas mutaciones aleatorias las mismas que son reguladas convenientemente por la selección natural, motor del cambio y de la evolución. Sin embargo, dice Sandín, la teoría de la evolución por selección natural desconoce los mecanismos y procesos genéticos de la variación biológica, y quedan débilmente malparadas ante los hallazgos de la genética moderna:

Las complejas interacciones entre los genes como sistemas imbricados, la estabilidad de ciertos procesos complejos como sistemas cerrados, los polimorfismos genéticos, los «móviles» o transposones, los intercambios de información entre grupos de genes, las proteínas reguladoras de la expresión génica [...], hacen cada vez más improbable el enunciado general de la Teoría Sintética. (Sandín, 1995: 39).

De esta manera, el autor, nos coloca en el centro mismo los procesos moleculares de la vida, los genes no serían entidades aisladas que transmiten un carácter, es decir un gen un carácter, por el contrario están inmersos en una red de interacciones, en una interdependencia tal que sería imposible entenderlo de manera aislada. Todo lo cual hace imposible extrapolar o llevar las conclusiones de la microevolución hacia la macroevolución, es decir partiendo de la premisa de que la selección natural explica los cambios entre individuos de una población: ¿cómo explicar la ocurrencia de estos cambios a niveles mayores, a nivel de especies, o transformaciones y tendencias globales de la evolución?

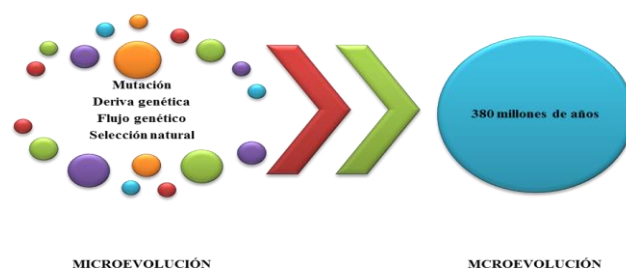
Al respecto Juan Moreno (2010), un defensor del darwinismo haciendo eco a Sean B. Carroll – uno de los propulsores de la Evo-Devo o Biología de la evolución y el desarrollo – manifiesta:

[...] “cambios morfológicos dramáticos como la transición de aletas a patas en vertebrados involucran a muchas modificaciones reguladoras del desarrollo y anatómicas que no pudieron evolucionar y no evolucionaron de forma instantánea”. Para Carroll, estas estructuras fueron esculpidas por la evolución reguladora a lo largo de millones de años. Es difícil encontrar una defensa más certera del gradualismo darwinista que estas frases de un brillante practicante de la Evo-Devo. (Moreno, 2010: 100).

En consecuencia los grandes cambios tanto a nivel de las especies como de taxones superiores, dependerían los pequeños cambios que se suceden al interior de los individuos de una población, tales cambios representados por un conjunto de genes aptos, se multiplicarían y de este modo prevalecer hasta masificarse. Desde la genética de poblaciones esto se podría explicar como un fenómeno de adaptación, la cual consistiría en la « [...] expansión progresiva de los alelos más aptos de la población. Según esto, una ligera ventaja asociada a un alelo le haría triunfar sobre los genes competidores hasta convertirlo en mayoritario en la población» (Sandín, 1995: 41). La acumulación de estos pequeños cambios a nivel de individuos de una población, a lo largo de mucho tiempo, millones de años, explicaría la enorme variación y expansión de la vida en nuestro planeta. La Síntesis evolutiva moderna considera como mecanismo evolutivos básicos a las mutaciones, migración-flujo genético, deriva genética y selección natural por excelencia, como tales mecanismos son responsables de los cambios evolutivos al interior de una población, luego pueden producir cambios evolutivos importantes a nivel macroevolutivo si se les

concede tiempo suficiente, el detalle entonces es el tiempo. El gradualismo darwinista «se basa en que la evolución morfológica se produce lentamente (por ejemplo, 9 millones de años para la evolución de las extremidades de los tetrápodos a partir de las aletas de ciertos peces), no en que todos los cambios tengan que ocurrir por micromutaciones en genes codificadores» (Moreno, 2010: 101). Este es el derrotero para extrapolar los cambios de la microevolución al hábito macroevolutivo, la primera regla a la segunda, por lo tanto y en consonancia con Moreno (2010): «la evolución reguladora a nivel de especie es suficiente para explicar los patrones a gran escala de la evolución morfológica» (Moreno, 2010: 101), de esta manera la macroevolución se constituye en un producto de los procesos microevolutivos solo si se contemplan inmensas cantidades de tiempo.

En el marco de la Síntesis evolutiva y a modo de esquema se puede considerar lo siguiente:



FUENTE PROPIA

A simple vista se puede concluir que los cambios a nivel individual paulatinamente se van extendiendo hasta generalizarse en poblaciones enteras, de tal modo que se vean comprometidas cambios serios en la organización morfológica, en el genoma de la especie y las funciones metabólicas hasta originar una nueva especie. Sin embargo, esto no es tan sencillo como parece, la realidad

muestra una naturaleza caprichosa de la vida; la enorme variabilidad de la vida en complejidad, diversidad, formas, adaptaciones, funciones metabólicas, etc. hace pensar en otras formas de evolución, que contradice el «dogma [...] de la evolución como un fenómeno mecánico, aleatorio, sin motivo y sin dirección» (Sandín, 1995: 49). La única manera de que las reordenaciones cromosómicas a nivel individual (microevolución) den lugar a un nuevo tipo de individuo es la ocurrencia de macromutaciones, más aún si va camino a un nuevo tipo de individuo, pues no solamente se necesita tiempo sino toda una secuencia ordenada en el código genético, pero además para que estos cambios se fijen en una población la única «forma posible de que se fijaran sería que estos grandes cambios genéticos ocurrieran simultáneamente en cierto número de individuos» (Sandín, 1995: 53), pero para que esto ocurra solamente como producto del azar, hay serias dificultades en términos de probabilidad. Pero admitiendo que estos cambios genéticos ocurran en tiempos similares y en individuos de una misma población, solo podría explicarse la especiación alopátrica llamada también especiación geográfica, que supone un aislamiento físico y real para favorecer la reproducción; pero resulta que aún en estas circunstancias se presenta el problema del polimorfismo, la variedad de alelos que presenta un gen. El problema se acentúa cuando se trata de la especiación simpátrica – que es la más común – donde no existen barreras físicas entre los individuos y las especies que están ocupando un área determinada. Para que suceda un cambio real, algo repentino tendría que suceder en la carga genética, no de un individuo sino en un número considerable de ellos dentro de la población, la «única explicación posible es un cambio brusco en el patrimonio genético que aisle reproductivamente a un grupo de población» (Sandín, 1995: 53), pero esto no

está contemplado en la teoría darwinista basada en la mutación como fuente de variabilidad, en la selección natural con suficiente tiempo como mecanismo que hace posible la transmisión de tal variación y en sucesos al azar que pueden modificar la frecuencia génica de una determinada población que pueda adaptarse a las peculiaridades de un determinado medio; pero vista de esta manera la selección natural como mecanismo evolutivo «queda muy devaluada como proceso creativo; su actuación es esencialmente conservadora, ya que lo que hace es adaptar más y más cada especie a su ambiente» (Sandín, 1995: 51); pero la vida se manifiesta de manera caprichosa e impredecible en sus miríadas de formas y funciones, hacen pensar en un mecanismo más interactuante que pueda permitir explicar el engranaje complejo de los diferentes elementos que hace posible la vida y su evolución; en consecuencia la selección natural:

[...] como único mecanismo de evolución sería, en una naturaleza esencialmente dinámica y cambiante, un mecanismo destructivo, puesto que su tendencia sería, sin las condiciones arbitrarias que le confiere la genética de poblaciones, llevar a las especies a una total homogeneidad, es decir a una total adaptación a su ambiente, y por tanto, absolutamente inermes ante un cambio en las condiciones ambientales. (Sandín, 1995: 51).

Esto supondría la extinción de las especies ante cualquier variación de las condiciones del medio ambiente, en consecuencia hace tiempo que la vida en la Tierra sería poco menos que probable. Estos vacíos han sido abordados por Máximo Sandín , quien cuestiona la manera cruel de interpretar y explicar el proceso evolutivo desde la perspectiva dogmática el darwinismo o teoría sintética de la evolución, según la cual la evolución se asemeja a un descomunal campo de batalla constante, donde solamente tendrían derecho a la vida los más fuertes o

aquellos que dispongan de alguna ventaja sobre los demás individuos de su especie, esto, según Sandín (1995), tiene una clara consonancia justificativa con el tipo de sociedad en la que vivimos, donde la explotación de los unos a otros es el pan de cada día, las relaciones competitivas por acrecentar el poder y el dinero se ha generalizado, en suma un paradigma social de competencia en el contexto del mercado libre, cuya expresión científica la constituye el darwinismo con la selección natural como centro o motor del proceso evolutivo donde el azar, tiempo y competencia son las armas evolutivas. Contrariamente a estos postulados, Sandín propone una evolución como fenómeno colectivo, opuesto a la concepción de un proceso individual y competitivo; una evolución como respuesta a interrelaciones entre elementos vivos e inclusive no vivos, cuya meta es mantener el equilibrio; una propuesta de esta magnitud, evidentemente dista mucho del darwinismo. Explicar cómo aparecieron las bacterias, las células eucariotas, los animales y vegetales estructurados en base a tejidos, órganos y sistemas, la aparición repentina en el registro fósil de nuevas y refinadas especies, difícilmente, por no decir imposible, ingresan en la teoría explicativa por selección natural. Son muchas e inimaginables las interrelaciones no solamente a nivel de individuos y medio ambiente, sino desde el nivel molecular mismo, pasando por biomoléculas como las proteínas para catalizar una función o la estructuración del mismo ADN y los genes.

En efecto, cada día son más los mecanismos y procesos biológicos que tienen difícil encuadre dentro de la Teoría Sintética: los elementos móviles (transposones y retrotransposones), las secuencias repetidas, las secuencias y proteínas reguladoras, los genes homeóticos ... y, especialmente, los eficaces mecanismos de control, tanto a nivel celular mediante un complejísimo sistema de proteínas que "revisan" y reparan los errores de duplicación, que controlan el correcto funcionamiento

celular y que se autorregulan entre sí, como en el desarrollo embrionario, por campos morfogenéticos que coordinan con increíble precisión el proceso espacial y temporal de la formación de tejidos y órganos, que son también capaces de corregir accidentes y de reconducir el proceso. (Sandín, 1998: 2).

De modo que la existencia de una extraordinaria interrelación desde el nivel molecular hasta el ecosistémico en todos los mecanismos que sostienen la vida y su evolución, hacen insostenible el mero hecho de que el proceso de evolución de las especies, descansa en sucesos aleatorios esporádicos por mucho tiempo que se conceda a ello, no basta el solo hecho del azar y la competencia para producir cambios sustanciales en una población que pueda devenir en una nueva especie; consecuentemente es insostenible el mecanismo por selección natural. Se hace necesaria la acumulación o presencia de nuevo material genético que pueda conllevar al surgimiento de nuevas formas y de nuevas especies; es aquí donde Sundín propone el núcleo de su teoría, la función de los virus como transportadores de información genética, al introducir secuencias complejas de genes dentro de las células existentes.

El origen mismo de la vida, según la teoría dominante, es explicada y aceptada actualmente con pocas variantes por la teoría quimiosintética o abiótica de la vida, propuesta por el ruso Alexander Oparin en 1924 y posteriormente reafirmada por el inglés Haldane en 1928; la teoría en mención parte de una Tierra recientemente formada, en proceso de enfriamiento, sin oxígeno pero con abundante hidrogeno reductor, además de un conjunto de moléculas orgánicas formadas en la atmosfera primitiva terrestre: metano, amoniaco, ácido cianhídrico, vapor de agua y dióxido de carbono, entre las más importantes, estas reaccionaron al azar pero catalizadas por la energía de los rayos, radiación solar y otras radiaciones cósmicas,

hasta formar biomoléculas, los ladrillos de la vida, que por su mayor peso molecular y acción de la gravedad terrestre, fueron a parar en los mares recién formados y aun calientes de la Tierra.

Conforme la Tierra se fue enfriando el vapor de agua proveniente sobre todo de las erupciones volcánicas se condensó y precipitó en forma de lluvias torrenciales y constantes, las que al caer iban "lavando" las partes altas disolviendo y arrastrando muchas sales minerales y algunos otros compuestos. El agua se acumuló en las partes profundas, en las que poco a poco se fueron formando los cálidos mares primitivos, que cada vez se concentraban más con productos nutritivos, debido a las constantes evaporaciones y precipitaciones que sufrían. Por ello, Oparin les dio el nombre de "sopa primigenia" o "caldo nutritivo" (Gama Fuertes, 2004: 51).

Las moléculas formadas y concentradas en el caldo nutritivo serían aminoácidos, monosacáridos, dos grasos y ciertas bases nitrogenadas, esencialmente, a partir de estos compuestos se formarían proteínas, lípidos y sobre todo ácidos nucleicos, para posteriormente formar los llamados coacervados de Oparin y finalmente las primeras células procariotas, las primeras bacterias. De aquí en adelante todo evolucionaría por selección natural. Sin embargo, como bien lo subraya Sandín (1995), se olvidan de un hecho fundamental y crucial, de haberse formado estas moléculas orgánicas «en sí no son capaces, ni siquiera unidas como proteínas, de generar vida. Es decir, de poseer información genética, pero esencialmente de autorreplicarse, extraña capacidad que solo poseen el ADN y el ARN» (Sandín, 1995: 57), estas son las moléculas responsables de la organización y transmisión de la vida en nuestro planeta. Vista así las cosas, una vez más el azar aun con el tiempo suficiente no justifica la formación siquiera de una proteína, pero, siguiendo la teoría de Sandín (1995: 58), para que una molécula de ácido nucleico

se autorreplique es necesaria la presencia de proteínas, ya sea como enzimas catalizadoras o bajo otra función, que en conjunto hacen posible la duplicación de una molécula de ácido nucleico; pero para sintetizar o elaborar proteínas es imprescindible la presencia de los ácidos nucleicos, quienes codifican y viabilizan tal proceso de síntesis, todo ello en una especie de circuito cerrado interdependiente, vale decir que «tendrían que aparecer ambos tipos de tan complejos compuestos simultáneamente» (Sandín, 1995: 58), situación muy complicada y difícilmente explicada por la selección natural y las mutaciones al azar; peor situación se presenta para el paradigma tradicional por competencia, cuando de explicar se trata la aparición de las células eucariotas, los organismos pluricelulares con sus tejidos especializados, órganos y sistemas, la súbita aparición – según el registro fósil – de seres vivos durante el periodo del Cámbrico o explosión del Cámbrico, o en general los grandes cambios morfológicos, fisiológicos y genéticos que implican cambios sustanciales en toda la estructura del organismo, cambios que implican procesos simultáneos interrelacionados y cuya ocurrencia implican a muchos individuos de una población, lo cual implica mutaciones generalizadas o macromutaciones de efecto inmediato; evidentemente esto implica otro mecanismo evolutivo, o cuando menos otro proceso de base teórica discrepante con la selección natural o específicamente con la Síntesis Moderna de la evolución; al respecto Sandín manifiesta:

[...] existe ese mecanismo; el astrónomo galés Alfred Hoyle, publico en 1982 un cuadernillo titulado *“Evolution from Space”* en el que especulaba sobre la posibilidad de que la capacidad de los virus de integrarse en los genomas de los seres vivos y permanecer en ellos en forma de “provirus”, podría ser un mecanismo de adquisición de

secuencias complejas de genes disponibles para su eventual uso, como respuesta a cambios ambientales. (Sandín, 1998: 4).

Esta sería la manera de explicar los grandes y bruscos saltos en el registro fósil, cambios que necesariamente implican modificaciones de la carga genética en los seres vivos, estamos ante una integración, en el genoma de los seres vivos, de secuencias génicas proveniente de virus; así: «La infección vírica de un numeroso grupo de organismos (animales o plantas) haría posible la aparición simultánea de las nuevas características, condición indispensable para su perpetuación (frente a la mutación de un solo individuo, ...)» (Sandín, 1995: 73). Los profundos cambios a los que hacen referencia los fósiles, guardan estrecha relación – según Sandín – a profundos y periódicos cambios medioambientales, en clara concordancia con la teoría del equilibrio puntuado de N. Eldredge y S. Jay Gould; los cambios del medioambiente por ejemplo, los cambios climáticos, por lo común se han atribuido como causantes a impactos de meteoritos, en periodos aproximados de «cada 31 ± 1 millones de años se han producido caídas de meteoritos» (Sandín, 1995: 80); las catástrofes originadas ya sea por cuerpos extraterrestres o por «algún tipo de brotes epidémicos» (Sandín, 1995: 80), guardan relación con extinciones masivas de los organismos en las diferentes edades de la Tierra, pero además, esto explica los periodos de proliferación sin cambios de las especies vivas o periodos de estasis, que involucran un periodo considerable de tiempo donde las especies permanecen estables o con pocos cambios, seguida por periodos ocasionales y puntuales, que alteran tal tranquilidad, donde surgen nuevas especies en una suerte de aparición repentina, ¿Cómo se explicaría esto? Sandín especifica: «[...] los virus transportados por los meteoritos podrían justificar, efectivamente, estas extinciones periódicas y selectivas» (Sandín, 1995: 80); lo cual explicaría no solamente los

principios de la teoría del equilibrio puntuado sino además al dilema de Haldane, quien realizando cálculos demostró que la selección natural para eliminar a los genes antiguos y dejar a los emergentes originados por mutación, deberían morir por generación más individuos que los normalmente existentes, con lo cual podría desaparecer la especie, además, ir de una especie a otra implica no solo el cambio de un gen, sino que «en base a sus criterios, el paso de una especie a otra implicaría una sustitución de, al menos, una docena de genes» (Sandín, 1997: 4). En consecuencia, si las especies tienen su origen en determinados momentos del tiempo geológico y después permanecen más o menos estables, entonces los grandes y profundos cambios en la evolución de las especies, conocida como macroevolución, no pueden ser explicados (extrapolados) desde los pequeños cambios en los individuos de una determinada población. Es necesario que la ocurrencia de una nueva especie esté relacionada a cambios considerables en la base genética, de modo que «si el cambio gradual no puede observarse en el registro fósil y no presenta el menor vestigio en especies vivas, parece razonable pensar en la posibilidad de que exista otro mecanismo de cambio» (Sandín, 1997: 5).

Estamos ante una respuesta a ciertas objeciones que el mismo Darwin reconoce en *El origen de las especies*: la estabilidad de las especies, las formas de transición o intermedias y los bruscos cambios en el registro fósil. Darwin dedica hasta tres capítulos específicos para responder a tales objeciones: Dificultades de la teoría (Capítulo VI), Objeciones diversas a la teoría de la selección natural (Capítulo VII) y De la imperfección de los registros geológicos (Capítulo X). Él mismo se pregunta «Si las especies han descendido de otras especies por suaves gradaciones, ¿por qué no encontramos en otras partes innumerables formas de

transición» (Darwin, 2009: 237), la respuesta pasa por justificar que el trabajo de la selección natural es conservar y filtrar solamente los individuos con modificaciones útiles, en consecuencia solo los seres vivos con tales modificaciones se imponen ante los otros, eliminando todas las otras formas intermedias, pues «tanto la forma madre como todas las variedades de transición habrán sido, en general, exterminadas precisamente por el mismo proceso de formación y perfeccionamiento de las nuevas formas» (Darwin, 2009: 238), quedando clara la relación existente entre extinción y selección natural, solo se preserva lo que sirve, lo útil, lo demás, simplemente se elimina en una clara alusión al utilitarismo cruel y ventajoso.

En la época de Darwin, el biólogo británico George Jackson Mivart, – el Míster Mivart que tantas veces lo cita en las últimas ediciones de *El origen de las especies* – cuestiona la inexistencia de pruebas en las etapas intermedias de una especie a otra: «Míster Mivart, además, se inclina a opinar, y algunos naturalistas están de acuerdo con él, que las especies nuevas se manifiestan “súbitamente y por modificaciones que aparecen de una vez” » (Darwin, 2009: 327). Darwin refuta estas ideas alegando una evolución lenta y gradual, pero en la cual admite que así como aparecen variaciones bruscas en las especies domésticas también se presentan en la naturaleza, aunque con menos frecuencia: «Todo el que crea en una evolución lenta y gradual, admitirá sin duda que los cambios específicos pueden haber sido tan bruscos y grandes como cualquier variación aislada de las que nos encontramos en la naturaleza» (Darwin, 2009: 327); más aún, algunas de tales variaciones a las que denomina *monstruosidades*, como los «hombres de seis dedos, los hombres puerco espines, [...]», (Darwin, 2009: 327) pueden deberse a caracteres adquiridos

anteriormente, pero que quedaron latentes hasta que en sucesivas generaciones reaparecen de manera súbita. Además, en defensa del gradualismo y la selección natural, Darwin considera la imperfección del registro fósil, en el sentido que los fósiles son solamente rasgos que nos dan la idea de la vida antigua en la Tierra, no es una especie de enciclopedia, esto lo fundamenta en la enorme extensión del planeta, en la naturaleza de los sustratos, como tierra, roca, agua, etc. y el tiempo que separa una era de otra; siguiendo la interpretación del geólogo Lyell, comenta: «considero que los registros geológicos como una historia del mundo imperfectamente conservada y escrita en un dialecto que cambia, y de esta historia poseemos solamente un volumen» (Darwin, 2009: 447), de modo que el registro fósil son muestras conservadas a manera de salpicaduras de la vida, ora de aquí, ora de allá, pruebas de una evolución lenta y sucesiva y «puede representar las formas orgánicas que están sepultadas en las formaciones consecutivas y que erróneamente parece que han sido introducidas de repente» (Darwin, 2009: 447). Pero en la actualidad se ha explorado en toda la extensión del planeta y no se han encontrado muestras de especies intermedias, todo lo contrario, las transiciones de una especie a otra, se muestran de manera brusca y diferenciada de un estrato geológico a otro; también la aparición brusca de seres vivos con organización totalmente diferente a los ancestrales, tales organismos permanecen con poca variabilidad en periodos de tiempo en «forma de fauna residual o minoritaria, para posteriormente, sufrir una explosión en número y diversidad, y convertirse en la fauna mayoritaria característica de un periodo» (Sandín, 1995: 83), todo lo cual concuerda con la teoría del *equilibrio puntuado* anteriormente considerado. Una de las muestras paleontológicas más desconcertantes al respecto es la llamada Explosión del

Cámbrico, un periodo geológico más antiguo de la era Paleozoica, en dicho periodo se dio una explosión multifacética de la vida, una enorme «expansión de invertebrados marinos» (Campos Bedolla y otros, 2003: 87), donde de pronto se produce una enorme diversidad de organización y funcionalidad, además de la súbita aparición de animales y con esto de tejidos biológicos, cada uno de los cuales con funciones y especializaciones diferentes, pero lo realmente sorprendente e inexplicable en términos evolutivos, es que en estos animales ya se encuentran representados todos los grandes tipos de organización animal, es decir, «todos los Phyla modernos de vida animal, a excepción de los briozoos, organismos marinos sésiles y coloniales, que no aparecen hasta el principio del Ordovícico» (Sandín, 1995: 68). Se han identificado en la fauna Cámbrica «espongiarios, equinodermos, poliquetos, onicóforos, aunque la mayor parte son artrópodos. Incluso el antecesor de los cordados y por tanto de los vertebrados, puede estar representado por *Pikaia*, con todo el aspecto de un cefalocordado» (Sandín, 1995: 69), además de los trilobites, invertebrados marinos característicos del Paleozoico, «con duro esqueleto externo y habitaban en los fondos marinos. Se extinguieron al finalizar la era. Sus fósiles son tan abundantes que al Paleozoico se le conoce también como la era *de los trilobites*» (Campos Bedolla y otros, 2003: 88). Toda esta enorme fauna parece descender de especie alguna, como si de pronto aparecerían en la escena de la vida terrestre. Luego del Cámbrico, siguiendo a Sandín (2009: 84), se produce una enorme extinción, sin embargo los phylum actuales quedan representados. El siguiente periodo trae una novedad; los peces, aparecen en la escena de manera brusca: «los peces aparecieron durante el Ordovícico, hace unos 445 millones de años, y dominaron los mares durante el Devónico» (Campos Bedolla y otros, 2003:

88), pero ¿cómo aparecen los peces, de dónde descienden?, se trata de «*Atraspis*, un agnato (sin mandíbula), el primer antecesor conocido de los peces. No se conocen formas transicionales» (Sandín, 2009: 84), y de esto muestra el registro fósil, aparición repentina, sin especies puente que hace pensar no en una evolución gradual y lineal, sino en otra a saltos periódicos, un equilibrio interrumpido por explosiones de cambios en la organización de la vida, orientados cada vez a una mayor complejidad. A todo esto no se puede explicar solamente con la imperfección del registro fósil; por el contrario las evidencias apuntan a que esta es la forma como las especies evolucionan, a saltos, lo cual resta considerablemente la fosilización de las formas de transacción o puente, además simplemente no se ha encontrado o no existen. Mucho se ha hurgado y explicado que las extremidades que permiten la marcha de los animales terrestres, tienen su origen en las aletas de animales acuáticos, como las aletas pectorales de los «primitivos sarcopterigios, que, como los actuales, les podrían permitir arrastrarse por el fango, el cambio tan grande y tan global en todas estas estructuras debería haber dejado restos de fósiles intermedios. Pues bien, no existen» (Sandín, 2009: 86). Sin embargo, no todo apareció en el Cámbrico, existen pruebas de que antes de este periodo existieron formas de vida superiores a la unicelular, por ejemplo, se trata de animales o mejor dicho «metazoos dejaron restos fósiles mucho antes de la explosión cámbrica. Los restos más antiguos, que se sepa hasta ahora, son unos pequeños discos hallados en las montañas Mac-Kenzie» (Sampedro, 2007: 100) en Canadá, la antigüedad de tales restos de simetría radial –según la misma fuente –, se calcula en 70 millones de años antes de la explosión cámbrica; de otro lado, en el sur de China específicamente en el Yangtsé, se han encontrado huellas de vida pluricelular,

datados en 570 millones de años, es decir, 40 millones de años antes de la explosión cámbrica, estos fósiles se trata de «unos embriones increíblemente bien preservados, y en toda una gama de fases del desarrollo temprano –hay embriones de una, dos, cuatro, ochos y dieciséis células» (Sampedro, 2007: 101), si bien no se puede saber a qué especie adulta corresponden, pero su «morfología es sin lugar a dudas la de un embrión animal» (Sampedro, 2007: 101), otro tanto sucede con la llamada fauna Ediacara (Australia) donde se reportan seres pluricelulares de cuerpo blando, en forma de arbustos, gusanos planos o también una suerte de pólipo, con una antigüedad de 580 a 560 millones de años; pero, lo que caracteriza a todos estos organismos pluricelulares o metazoos precámbricos, es que «aparecen repentinamente en el registro fósil» (Sandín, 2009: 66). ¿Cómo explicar la diferenciación de las funciones celulares para formar tejidos y órganos? ¿Cómo explicar la variabilidad del Cámbrico sin la presencia de la reproducción sexual?; esta es una seria llamada de atención a la Síntesis moderna de la evolución, enfrascada en promover «prejuicios gradualistas, de inventar escalas ascendentes sin más evidencia que las diferencias aparentes en la complejidad morfológica. Las predicciones de la teoría de la selección natural deben distinguirse nítidamente de los hechos probados» (Sampedro, 2007: 106). Lo probado es que en el periodo Carbonífero «las plantas primitivas del Devónico se diversificaron y aumentaron de tamaño [...] Aparecieron enormes selvas de helechos gigantes, coníferas y las hoy extinguidas cordaites, todas gimnospermas. También aparecieron los insectos alados, tan repentinamente como los anfibios» (Sandín, 2009: 86) aparecidos estos últimos en el Devónico, de igual manera a principios del periodo «Carbonífero aparecen los reptiles de la misma manera repentina» (Sandín, 2009: 86), continúa el

autos presentando por ejemplo la aparición repentina de reptiles; « grande y repentina fue en su aparición fue la gama de reptiles acuáticos, sobre todo la de los ictiosaurios, [...] la gran estrella de la paleontología gradualista: el *Archaeopteryx*. El origen gradual de las plumas sigue siendo difícil de explicar» (Sandín, 2009: 87-88), y el ancestral intermedio de este dinosaurio alado, jamás aparece. Si bien durante el inicio del periodo Cretácico, se dio una gran extinción que afectó grandemente a invertebrados marinos, vegetales gimnospermas y ciertas familias de dinosaurios, pero «su inicio también es el de las plantas con flores. Hace 130 m.a. ya existían angiospermas: el polen fósil llamado *Clavatipollenites*, del sureste de Inglaterra, así lo confirma» (Sandín, 2009: 89). Y esta lista de interrupciones y apariciones bruscas, continúan delatadas por el registro fósil tratados con las más modernas técnicas de localización y análisis de que es capaz la tecnología actual. «El resto de la historia son variaciones sobre el mismo tema... eso sí, con un equilibrio intermitente, separado por saltos bruscos» (Sandín, 2009: 91).

La selección natural, núcleo de la actual teoría sintética de la evolución junto con las mutaciones al azar, no puede explicar satisfactoriamente la aparición y posterior desarrollo de estructuras meticulosamente diseñadas como tejidos especializados y órganos como patas articuladas, músculos, conchas externas, esqueletos internos, el cerebro, flores de diferentes colores y formas, etc. «los distintos tipos de organización requieren de una complejidad y coordinación de mecanismos genéticos y embrionarios drásticamente superiores y diferentes a los de sus antecesores, que no pueden justificarse como adaptaciones al ambiente» (Sandín, 2009: 98), menos aún a una casualidad o al juego del azar de mutaciones, algo así como lanzar al aire cientos de células una y miles de veces, hasta que de

pronto para sorpresa, cae un gusano con todos sus tejidos y sistemas funcionando, con su reproducción sexual lista, y precisamente este es seleccionado, naturalmente con su pase a la siguiente fase. Cómo explicar el paso de unos pocos tipos de células o grupos de ellas, hasta llegar por ejemplo a los «mamíferos, con más de doscientos tipos de células diferenciadas en complicados órganos y funciones, y un cerebro tan efectivo y complejo, ha pasado de una clara gradación de niveles de complejidad» (Sandín, 2009: 103). Lo mismo puede aplicarse a las plantas, específicamente a los angiospermas, con sus hojas captando luz y como centros de elaboración de alimentos, sus vasos conductores, flores de lo más diverso así como frutos que invitan se comidos con el fin de dispersar sus semillas. De modo que la proliferación de la complejidad en los seres vivos que se «observa a lo largo del proceso evolutivo no se puede explicar como el resultado de diferentes combinaciones de un mismo material genético. Es necesaria la agregación de nuevos elementos, de nueva información» (Sandín, 2009: 104). Descendiendo de nivel de organización de la vida y en lo que Sandín nos habla de aspectos genéticos y aspectos moleculares, también nos encontramos con «la existencia de caracteres adquiridos y transmisibles que son inexplicables como producto de la selección natural» (Sandín, 2009: 126). Un caso peculiar en la teoría de Sandín, a nivel genético-celular, es la cooperación entre dos bacterias, situación ampliamente tratada por la simbiosis de Margulis, además en una suerte de neolamarkismo. El caso es que en las bacterias existen unas estructuras denominadas plásmidos, cuyas funciones pasan por permitir la resistencia a sustancias tóxicas, como los antibióticos y comportarse como vectores de muchas enfermedades en plantas y animales, lo curioso es que los plásmidos no son originados por la bacteria, «solo

pueden ser adquiridos de una bacteria a otra, aunque no se sabe si siempre ha sido así, o cuándo se adquirieron» (Sandín, 2009: 126), lo cierto es que mediante conjugación bacteriana los plásmidos son intercambiados entre bacterias inclusive de géneros diferentes, como la conjugación de información genética, de un gen resistente a la tetraciclina, que se presenta entre la *Escherichia coli* y la *Salmonella*, «se trata de una “cooperación” entre teóricas “competidoras”» (Sandín, 2009: 127), además lo curioso es que los plásmidos se comportan como los virus, pues no tienen cubierta protectora de proteínas y solamente manifiestan su actividad cuando ingresan a la célula. Otra función de los plásmidos lo constituye la transposición de genes, donde una parte del material genético, se traslada de un lugar a otro de la cadena de ADN celular. «Estos elementos, los transposones, además de llevar los genes de resistencia de los plásmidos, eran causantes de grandes reorganizaciones del material genético bacteriano, e incluso en células eucariotas» (Sandín, 2009: 128); como se observa en estas evidencias, otra vez estamos frente a los virus de Sandín y la manera como ellos entrarían en el juego del proceso evolutivo, por lo que se puede aseverar que:

[...] las características y las propiedades de los virus y su «variedad» en forma de plásmidos, así como su evidente relación con el funcionamiento del ADN de las células eucariotas, les convierten en más que probables protagonistas con un papel principal en la evolución de la vida a partir de las bacterias. (Sandín, 2009: 129).

Es de mucha importancia precisar que a la luz de la genética actual se han detectado en el genoma de distintos organismos, unas porciones variables de ADN denominados *virus endógenos*, «la “mayoría” de ellos se consideran derivados de virus exógenos que infectaron a las diversa especies animales en el pasado» (Sandín, 2009: 129), llegando a fijarse en el genoma como parte endógenas del

mismo, al infectar células germinales pudieron transmitirse y formar parte del genoma de la descendencia; muchos de estos virus actualmente están relacionados con retrovirus cuyos efectos son variados, por ejemplo elementos retrovirales como los «LINE (long inserted element) de mamíferos, encontramos pistas de mayor significación evolutiva: el tipo L-1 de éstos forma cerca del 5% del genoma humano [...] una clase de estos, la L-1.2, codifica una proteína con actividad de transcriptasa inversa» (Sandín, 2009: 130), responsable para el movimiento o transposición de múltiples tipos de retroelementos en los mamíferos y con actividades no solamente ligadas a manifestaciones patológicas sino también «con ciertas funciones importantes de complicada adquisición evolutiva, como la formación y el funcionamiento del cristalino del ojo de mamíferos» (Sandín, 2009: 130). También en la formación y funcionalidad de la placenta en las hembras de los mamíferos estarían implicados elementos retrovirales; así, en la evolución de la placenta, como órgano que alberga un cuerpo extraño para la madre y como un limitante para la proliferación de tejidos maternos, habría una causal viral, pues según «datos recientes, este fenómeno habría sido inducido por la inserción de partículas retrovirales defectivas del tipo I.A.P.» (Sandín, 2009: 131), de igual manera se han estudiado y comprobado que «antígenos de origen retroviral se expresan en las células trofoblásticas normales de la placenta humana» (Sandín, 2009: 132), células que se encargan de rodear al blastocisto y permitir su implantación en el endometrio. Esto evidencia la actividad de los retrovirus endógenos no solamente a modificar la expresión del material genético, sino también participan activamente como parte de procesos biológicos de importancia trascendental. La actividad y trascendencia de los virus expresados como virus endógenos es amplia y cada vez

es explicada por Sandín, en las múltiples facetas de la organización de la vida. En conclusión la propuesta o modelo evolutivo de este autor, lo sintetiza de la siguiente manera:

[...] el origen y evolución de la vida sería un proceso de integración de sistemas complejos que se autoorganizarían en otros sistemas de nivel mayor. Las unidades básicas serían las bacterias que cuentan con todos los procesos y mecanismos fundamentales de la vida celular, cuyos componentes parecen haberse conservado con muy pocos cambios a lo largo del proceso evolutivo. Los virus, mediante su mecanismo de integración cromosómica, serían los que, bien individualmente, bien mediante combinaciones entre ellos, introducirían las nuevas secuencias responsables del control embrionario de la aparición de nuevos tejidos y órganos, así como de la regulación de su funcionamiento. (Sandín, 1997: 21).

La interpretación, que hace Sandín, del proceso evolutivo de la vida dista muchísimo del propuesto por Darwin y el posterior neodarwinismo o teoría sintética, la evolución de la vida sería el resultado de una tendencia natural hacia la complejidad, contrariamente a procesos regidos por el azar. Además las ideas de Máximo Sandín, reflejan que las «complejas adaptaciones fisiológicas y anatómicas que se observan en la naturaleza no fueron producto de mutaciones aleatorias en un solo individuo, sino de la capacidad de comunicación entre los organismos y el medio» (Abdalla Guerrieri, 2010: 160), existen pruebas documentadas que manifiestan respuestas del ADN a la influencia del medio ambiente, sin producir mutaciones estructurales de la molécula y además son heredables, estos mecanismos moleculares que se manifiestan por sobre los genéticos se conoce como epigenética: «parte de la Genética que estudia los cambios “heredables” en la expresión génica [...] que no se deben a modificaciones en la secuencia de bases de

su DNA, sino a alteraciones químicas de DNA» (Fernández Piqueras, 2002: 25), o lo que es lo mismo, cambios fenotípicos heredables que no necesitan de cambios genotípicos. Esto suena a Lamarkismo o mejor Neolamarkismo, pero así están las cosas, así de compleja se manifiesta y prospera la vida. Es curiosa una cita tomada de Werner & Sherry (1987) y recogida por Abdalla Guerrieri (2010: 161): cuando se investigaron a pinzones, aquellas aves estudiadas por Darwin en las islas Galápagos, se reveló que las diferencia entre los picos de estas aves, se debían tanto al tipo de alimento como a las condiciones del ambiente, más no a las diferencias en el genoma.

De modo que la evolución biológica tendría una direccionalidad basada en una compleja red de relaciones, en clara contradicción con una evolución concebida en procesos azarosos sin dirección y por su aleatoriedad sería un suceso tanto fortuito como azaroso. Pero además, dado el carácter cósmico al cual hace mención con el advenimiento de los virus en meteoritos; la vida sería un fenómeno inherente al universo, constituiría un fenómeno cósmico, una etapa natural en la organización de la materia, y en nuestro planeta particularmente, una vez aparecidas las bacterias, estas recibirían información genética nueva en una suerte de transgénesis infectiva, donde los virus tienen especial función como transportadores o mensajeros de la información genética tanto a nivel horizontal como vertical.

3.6.4. HIPÓTESIS GAIA

Según la mitología griega, el origen del universo y el principio de los tiempos, tiene su origen en el primer ente o dios, Caos; luego aparecería una deidad femenina: Gea o Gaia, diosa griega originaria o ancestral que personifica a la Tierra, a la Madre Tierra o Abuela Tierra: «Ciertamente, en primer lugar, existió el

Caos. Después Gea de amplio seno, asiento seguro de todos (los inmortales que habitan la cumbre del nevado Olimpo y el tenebroso Tártaro en el fondo de la tierra de anchos caminos)» (Hesíodo, 1990: 46). Gea es la diosa de la tierra y de la fecundidad, es hija de Caos y «madre y amante incestuosa de Urano, su hijo» (Coral Cordero y Palacios Cortez, 1995: 9), antiguo dios del cielo.

Gea engendró en primer lugar al estrellado Urano, igual a sí misma, para que la cubriera por todas partes y fuera sede siempre segura para los dioses felices. También dio a luz a las grandes montañas, placenteras moradas de las diosas, las Ninfas que habitan en las montañas llenas de senderos. Ella engendró también al estéril piélago, agitado por sus hinchadas olas, sin ansiado amor. (Hesíodo, 1990: 46).

De modo que Gea o Gaia, como una divinidad creadora, era la diosa Madre, de cuyo seno maternal había nacido casi todo; sería esta diosa la que inspiró para el nombre de una teoría denominada la Hipótesis Gaia, formulada en 1969 por el químico inglés James Lovelock. La teoría dista mucho de ser un concepto o constructo místico, por el contrario, nos muestra a una Tierra como «algo más que el conjunto de todos los seres vivos de la tierra, el mar y el aire» (Lovelock, 1985: 4), un planeta donde algo especial está pasando desde hace millones de años, la hipótesis de Gaia, pone de manifiesto indiscutible la presencia de un equilibrio a nivel planetario, equilibrio resultante entre la actividad de los seres vivientes, expresado en sus procesos vitales, y el ambiente inorgánico; dando como resultado un todo integrado, una unidad de enorme complejidad interdependiente, que se autorregula, permitiendo la continuidad de la vida planetaria. Estas interrelaciones entre el mundo orgánico con el inorgánico han sido el origen mismo de la hipótesis Gaia, según la cual «la materia viviente de la Tierra y su aire, océanos y superficie forman un sistema complejo al que puede considerarse como un organismo

individual capaz de mantener las condiciones que hacen posible la vida en nuestro planeta» (Lovelock, 1985: 4). De esto se desprende, que Lovelock en modo alguno considera a la Tierra como un ser viviente y consciente, como muchos han querido interpretar a la teoría para desvirtuarla, el mismo aclara considerar a Gaia como un ser consciente, y precisa al respecto:

[...] deseo subrayar que ello no va más allá del grado de personalización que a un navío le confiere su nombre, reconocimiento a fin de cuentas de la identidad que hasta una serie de piezas de madera y metal puede ostentar cuando han sido específicamente diseñadas y ensambladas, del carácter que trasciende a la simple suma de sus partes. (Lovelock, 1985: 6).

Queda claro la noción de Gaia como un todo, una Tierra viviente inmensa en sus interrelaciones de autorregulación; de manera que la hipótesis Gaia dista mucho de considerar a la Tierra como un único organismo, como un ser de la esfera teológica, peor aún mítica; es reconocer que la vida en el planeta tiene su fundamento en procesos complejos que inciden además en el mantenimiento del medio ambiente el cual a su vez mantiene la vida, y así una suerte de bucle global.

La vida es un fenómeno a nivel planetario y la Tierra a estado viva durante al menos 3.000 millones de años. Desde mi punto de vista, el movimiento humano que pretende responsabilizarse de la Tierra viviente es hilarante, la retórica del impotente. El planeta cuida de nosotros, no nosotros de él. El arrogante imperativo moral que nos empuja a tratar de guiar a una Tierra caprichosa o de curar a nuestro planeta enfermo es una prueba de nuestra inmensa capacidad para el autoengaño. Más bien necesitamos protegernos de nosotros mismos. (Margulis, 2002: 135).

Precisamente, debemos ser capaces de superar la retórica del impotente, reconociendo lo que a todas luces lo evidencia las razones que dan vida en nuestro

planeta. James Lovelock lo evidenció así, cuando trabajando para la NASA y el Laboratorio de Retropulsión del Instituto Tecnológico de California, colabora para buscar evidencias de vida en Marte; es allí donde otros investigadores trataban de basar sus investigaciones enviando laboratorios al suelo marciano para recoger muestras para luego analizarlas y compararlas con las de la Tierra, Lovelock reflexionaba sobre «la auténtica naturaleza de la vida y sobre cómo podría reconocérsela con independencia de lugares y de formas» (Lovelock, 1985: 9) y no necesariamente enviando misiones espaciales al mismo lugar de los hechos; de esta manera se dio cuenta de que «la vida en cualquier planeta tendría que utilizar sus propios fluidos –que en la Tierra serían la atmósfera, los océanos, los lagos y los ríos– para hacer circular los elementos que necesitaba» (Margulis, 2002: 136), estos fluidos facilitarían tanto la disponibilidad de nutrientes como la posterior eliminación de desechos. En este razonamiento, descubrió que algo raro pasaba con la composición química de la atmósfera terrestre en comparación con la de Marte y Venus, pues desde una perspectiva química, la atmósfera de la Tierra era anómala, no seguía los patrones estables lo cual hace pensar en un planeta singular. La atmósfera marciana se mostraba estable, sin mayores alteraciones o variaciones desde la perspectiva química, en consecuencia era un planeta muerto; en cambio la atmósfera terrestre evidenciaba una inestabilidad química, rompía las secuencias de una reacción química, una atmósfera en continuo cambio contradiciendo al principio de la entropía, esto revelaba un planeta inusual que albergaba algo, ese algo, era la vida. En efecto, la composición química de nuestra atmósfera muestra «demasiado oxígeno en presencia de metano. Estos gases, altamente reactivos cuando están mezclados, no podrían coexistir en concentraciones tan elevadas a

menos que los niveles fueran mantenidos activamente» (Margulis, 2002: 136). Con estos considerandos, Lovelock y otros investigadores, predijo la ausencia de vida en Marte basado en consideraciones sobre la composición de su atmósfera y su estado de equilibrio químico muerto; contrariamente a la composición de la atmósfera terrestre, que se resiste desde hace muchos millones, llegar al equilibrio con lo cual hacía referencia a la disminución de la entropía.

La idea de que la energía ordenada tiende a desordenarse está contenida en el concepto de entropía. La entropía se entiende como la medida del grado de desorden, en consecuencia, si el desorden aumenta, la entropía también aumenta. La segunda ley de la termodinámica establece que en los procesos naturales la entropía siempre aumenta a la larga; es decir que «toda la energía se disipará más tarde o más temprano en forma de calor y dejará de estar disponible para la realización de trabajo útil, implica la inevitable y predestinada muerte del Universo» (Lovelock, 1985: 9). Así, por ejemplo las moléculas de un gas que se escapan de una botella pasan de un estado relativamente ordenado a un estado desordenado en un movimiento caótico, de otro lado, las estructuras organizadas se convierten con el tiempo en ruinas desorganizadas, todo tiende a la muerte, a un estado de mínima energía donde se logra el mayor grado de desorden, con lo cual las cosas se echan a perder por sí solas. «Cuando se permite que un sistema físico distribuya libremente su energía, lo hace siempre de tal forma que la entropía aumente y la energía disponible del sistema para realizar trabajo disminuya» (De La Cruz Romero, 2013: 180). En un sistema físico la entropía normalmente aumenta. Sin embargo, «cuando se suministra trabajo al sistema, como en el caso de un organismo viviente, la entropía disminuye» (De La Cruz Romero, 2013: 180). Todos los seres vivos,

considerando desde las ancestrales bacterias, hasta los seres humanos, extraen energía de su medio ambiente y lo usan para aumentar su propio grado de organización. El orden de los seres vivos puede mantenerse gracias a que la entropía de otros sistemas aumenta, de modo que los seres vivos y sus productos de desecho presentan un aumento neto en la entropía. El sistema viviente debe transformar energía para mantenerse con vida, cuando deja de hacerlo, el organismo muere, se torna inerte y tiende al desorden. La segunda ley de la termodinámica es una ley universal de la naturaleza para la que hemos encontrado excepciones, la vida es una excepción a esta ley, la atmósfera terrestre es otra excepción, la salinidad de nuestros mares se presenta otra particularidad. Estas particularidades llevaron a Lovelock postular la existencia de Gaia, pues volviendo a la composición atmosférica, descrita anteriormente, los resultados de tal composición «nos convencieron de que la única explicación factible de la atmósfera de la Tierra, altamente improbable, era su manipulación diaria desde la superficie, y que el agente manipulador era la vida misma» (Lovelock, 1985: 12), esto era la respuesta a ¿Por qué la Tierra era tan diferente? En efecto nuestro planeta se torna extraño en referencia, por ejemplo, a sus vecinos más cercanos; tal como lo demuestra la composición de sus atmósferas.

GAS	PLANETA		
	VENUS	MARTE	TIERRA
CO ₂	98%	95%	0,03%
N ₂	1,9%	2,7%	79%
O ₂	Vestigios	0,13%	21%
Ar	0,1%	2%	1%

FUENTE: Lovelock, 1985: 37

Otros autores, también confirman la composición a la cual llegó Lovelock.

GAS	PLANETA		
	VENUS	MARTE	TIERRA
CO ₂	> 98%	96%	0,03%
N ₂	1%	2,5%	78%
O ₂	0,0%	2,5%	21%
Ar	1%	1,5%	1%
H ₂ O	0,0%	0 - 0,1%	0,1%

FUENTE: Rojas Peña, 2012: 241

Sabemos que la vida aparece en la Tierra, aproximadamente hace 3500 millones de años; la «mayoría de los científicos se inclinan por suponer que la vida se formó en la Tierra producto de una serie de reacciones de material inorgánico unos 100 – 200 millones de años después de solidificarse la corteza terrestre» (Rojas Peña, 2012: 199). Desde entonces, nuestro planeta ha cambiado relativamente poco, muy en especial respecto a variables como el clima, pues las evidencias de restos fósiles demuestran que el «clima de la Tierra ha cambiado muy poco a pesar de que, casi con toda seguridad, la cantidad de calor solar que recibimos, las características de la superficie de la Tierra y la composición de su atmósfera han experimentado grandes variaciones» (Lovelock, 1985: 15). En referencia a la atmósfera terrestre, no guarda relación con lo que podría esperarse en otros planetas del sistema solar. Nuestra transparente envoltura gaseosa presenta una peculiaridad, casi un milagro, comparada con las atmósferas que cubren a los planetas vecinos, «no guarda relación con lo que cabría esperar de un equilibrio químico de régimen permanente» (Lovelock, 1985: 15). Los resultados de las investigaciones espaciales demuestran, tal como se presentan en los cuadros anteriores, que las atmósferas de Venus y Marte, están compuestas casi exclusivamente por dióxido de carbono, seguido de un mínimo porcentaje de nitrógeno; en tanto que radicalmente diferente, el gas más abundante de la piel azul que cubre nuestro planeta es el nitrógeno en el orden de un 79%, seguido del

oxígeno con un 21 %, en tanto que los valores del dióxido de carbono apenas se encuentra en un margen del 0,03 %; a estos elementos habría que considerar vestigios de otros gases como: metano, amoníaco, argón, óxidos de nitrógeno, etc. una rara mezcla que hace posible la vida, contrariamente al aumento de entropía, pues muchos de esos gases en presencia de la luz solar reaccionan con lo que se estaría logrando un estado de equilibrio químico al formarse compuestos relativamente estables.

La presencia de metano, óxido nitroso y de nitrógeno incluso en nuestra oxidante atmósfera actual representa una violación tan estrepitosa de las reglas de la química que hace pensar que la atmósfera no es un nuevo producto biológico sino, más probablemente, una construcción biológica: sino viva, algo que, como la piel de un gato, las plumas de un pájaro o el papel de un nido de avispas es una extensión de un sistema viviente diseñada para conservar las características de un determinado entorno. (Lovelock: 1985: 15).

En efecto, cualquier variación en las concentraciones de los gases atmosféricos, podría acarrear catástrofes globales, cuyas consecuencias serían desastrosas para la vida, de modo que la «atmósfera terrestre es una mezcla tan curiosa e improbable que su producción y mantenimiento no podían deberse al mero azar» (Lovelock, 1985: 58). En consecuencia en la hipótesis Gaia, el conjunto de la fisiología de los seres vivos sintetizan, utilizan y eliminan continuamente los gases necesarios para la continuidad de la propia vida, de tal manera que la Tierra es un sistema autorregulado, esto es Gaia, un todo o entidad compleja interrelacionada, formada por el «suelo, los océanos, la atmósfera y la biósfera terrestre: el conjunto constituye un sistema cibernético autoajustado por realimentación que se encarga de mantener en el planeta un entorno física y químicamente óptimo para la vida»

(Lovelock, 1985: 16), donde la vida «parece haber actuado como un termostato planetario» (Margulis, 2003 a: 62). Gaia como sistema que se conserva a sí misma, no sólo se adapta a los cambios, sino que incluso hace sus propios cambios alterando su medio ambiente siempre que sea necesario para su bienestar, a este equilibrio mediante control activo, Lovelock lo describió con el término homeostasis, aunque Margulis (2003 a) prefiere usar el término homeorrético. Así el «mantenimiento de unas condiciones hasta cierto punto constantes mediante control activo es adecuadamente descrito con el término homeostasis» (Lovelock, 1985: 16).

En este contexto, sabemos que a diferencia de Venus y Marte, nuestra atmósfera tiene 0,03 % de CO₂, esta peculiaridad se debe a la actividad reguladora de Gaia, en especial al proceso de fotosíntesis: «las bacterias, las algas y las plantas eliminan continuamente dióxido de carbono del aire por medio de la fotosíntesis e incorporan el carbono de dicho gas a estructuras tales como los arrecifes de caliza y finalmente en caparazones» (Margulis, 2003 a: 66), vale decir que gran parte del C atmosférico contenido en el CO₂, se incorporan a los seres vivos, los cuales al morir lo llevan consigo y quedan enterrados. Veamos cómo es esto, según lo detalla Lovelock.

Teniendo como premisa a la reactividad química, el oxígeno gaseoso representa el más activo, este gas responsable de la combustión, por consiguiente, es «este elemento el que establece el nivel referencial de energía química a todo lo ancho y largo del planeta, nivel que hace encender el fuego –dada una sustancia combustible – en cualquier punto de la Tierra» (Lovelock, 1985: 58), de modo que este gas mediante la respiración celular, permite que esta pueda tener los niveles

suficientes de energía para realizar con éxito todas sus funciones que garantizan la vida, esto se verifica a través del metabolismo celular, entendido como el conjunto de todas las reacciones químicas que suceden en el interior de las células de cualquier organismo, mediante esas reacciones se transforman las moléculas ya sea para proporcionar energía a la célula o para elaborar compuestos químicos necesarios; de modo general el «ritmo del metabolismo se controla por las necesidades energéticas de la célula, esto es, las células oxidan las moléculas combustibles a la misma velocidad que requieren energía» (Garrido Pertierra y otros, 2006: 18), de modo que el oxígeno es crucial para la vida de los seres aeróbicos. A diferencia de nuestros planetas vecinos, la Tierra, tal como se evidenció en muchos estudios, tiene altos niveles de oxígeno; «casi todo el oxígeno que genera la fotosíntesis de las plantas se introduce en la atmósfera para ser utilizado en esa otra actividad fundamental de la vida, la respiración, en un lapso relativamente corto» (Lovelock, 1985: 59); este proceso – la respiración – evidencia que es un limitante para el aumento de los volúmenes de oxígeno hasta los valores actuales, entonces y de acuerdo con Lovelock (1985) ¿De qué manera el oxígeno se ha ido acumulando en la atmósfera terrestre, hasta alcanzar los niveles actuales? Es evidente que la primera respuesta corresponde afirmar que el oxígeno se formó como consecuencia de la fotosíntesis de plantas, algas y bacterias fotosintéticas; otra fuente es la fotólisis que sufren las moléculas de vapor de agua en las capas superiores de la atmósfera; la reacción de fotólisis atmosférica se realiza teniendo como catalizadores o bien a la luz solar o la radiación ultravioleta, el agua se descompone con la consecuente «formación de O_2 y H_2 . Mientras que el H_2 seguía en gran parte escapándose al espacio exterior, el oxígeno, más denso (de mayor

masa molecular) y altamente reactivo, oxidó al metano y al amoníaco» (Figueruelo Alejano y Marino Dávila, 2004: 6). Esta sería la manera como se explica la transición de una atmósfera primitiva reductora a la forma oxidante actual; los fotones de la luz al interactuar con las moléculas de agua la rompen hasta obtener hidrógeno y oxígeno, los átomos de «hidrógeno se escapan al espacio, pero los de oxígeno no pueden. El resultado final de la preferencia de escape del hidrógeno es la oxidación de la atmósfera que deja» (Sagan y Shklovskii, 2003: 239), en consecuencia los átomos de oxígeno se unen de dos en dos formando moléculas de oxígeno, o de tres en tres para formar moléculas de ozono. Sin embargo los niveles de oxígeno a pesar de verse incrementado por el proceso de fotólisis, no sería suficiente para alcanzar el volumen de oxígeno actual; es necesario otro proceso que garantice el reciclaje y regulación constante de oxígeno atmosférico; Lovelock denomina a este tercer mecanismo que Gaia utiliza para reciclar oxígeno: enterramiento de carbono.

Las rocas sedimentarias contienen una pequeña proporción del carbono que los vegetales habían fijado en la materia orgánica de sus tejidos. Aproximadamente el 0,1 por ciento del carbono fijado anualmente es enterrado en los restos vegetales que, procedentes de las masas terrestres, terminan en los cursos fluviales o en los mares. Cada átomo de carbono que de tal forma es atraído del ciclo fotosíntesis-respiración significa una molécula más de oxígeno en el aire. Si no fuera por este proceso, el oxígeno desaparecería gradualmente de la atmósfera al ir reaccionando con las sustancias reductoras que la climatología, los terremotos y los volcanes hacen llegar a la superficie. (Lovelock, 1985: 59).

Pero no solamente las plantas estarían enterrando carbono, sabemos que anteriores a ellas existían formas de vida microscópica, y muchas de ellas

realizaban fotosíntesis; en efecto, las «bacterias fotosintéticas han estado enterrando carbono y liberando oxígeno residual durante millones de años antes de la aparición de las plantas y de los animales» (Margulis, 2003a: 267). De otro lado, microorganismos anaerobios como las «bacterias metanógenas y algunas transformadoras del azufre que no toleran el oxígeno libre, intervienen en la regulación gaiana de los gases atmosféricos desde el principio» (Margulis, 2003a: 267). Consecuentemente los microorganismos, las primeras formas de vida que aparecieron en nuestro planeta son actores fundamentales y están de hecho en el centro mismo del fenómeno denominado Gaia. Ahora que tenemos las fuentes que explican el origen de del oxígeno molecular en la atmósfera, necesario es precisar lo extraño de este gas en el aire, no solamente por la forma como fue aumentando y conservando su volumen, sino porque al ser un elemento extremadamente reactivo, se torna muy peligroso, es decir tienen un alto potencial químico; la atmósfera actual, «cuyo nivel de oxígeno es del 21 por ciento, se halla en el límite superior del intervalo seguro para la vida» (Lovelock, 1985: 60). Si este nivel aumentaría en una pequeña proporción las posibilidades de incendios aumentarían peligrosamente, estaríamos frente a un desastre latente, una potencial bomba. Con el porcentaje de oxígeno actual «21% los incendios no prenden cuando el contenido de humedad es superior al 15%. Cuando el contenido de oxígeno asciende al 25%, hasta los brotes empapados y la hierba de una pluvisilvia se inflamarían» (Lovelock, 1985: 60). De manera que el nivel óptimo de oxígeno para la vida se mantiene, garantizando su continuidad, a través de millones de años, en límites donde la entrada y salida se compensan mutuamente, así «el nivel de oxígeno está en un punto donde el riesgo y el beneficio se equilibran confortablemente» (Lovelock, 1985: 61).

Sabemos que el oxígeno es un gas presto a reaccionar con muchas sustancias químicas presentes en la atmósfera, el metano (CH_4) es uno de ellos. Este compuesto químico en las minas se le conoce como gas grisú, también como gas de los pantanos, es muy peligroso ya que al reaccionar con el oxígeno es fácilmente inflamable y explosivo. Desde hace años se conoce que este gas, se forma en el estómago de rumiantes, animales poligástricos por los varios compartimientos que tiene el estómago, como vacas, ovejas, cabras, etc.; el metano se produce en sus estómagos en grandes cantidades como subproducto de la degradación de la celulosa presente en su comida, el metano se elimina por la boca cuando eructan pasando después hacia el aire; es decir, que como subproductos de la digestión de estos animales «se van a obtener gases como el metano (CH_4) y el anhídrido carbónico (CO_2) que son expulsados en los eructos o bien traspasan la pared ruminal y se incorporan a la sangre para posteriormente eliminarse por vía pulmonar» (Caravaca Rodríguez y otros, 2005: 274); pero en la naturaleza el mayor porcentaje de metano se forma como producto final de la putrefacción anaeróbica de las plantas y otros sustratos por parte de bacterias fermentativas: «Sabemos actualmente que el origen de la facción capital de este gas es la fermentación bacteriana de los fangos y sedimentos depositados en lechos marinos, ciénagas, terrenos anegados y estuarios fluviales» (Lovelock, 1985: 61), estos lugares son depósitos donde se han realizado el enterramiento de carbono y aquí se da la mayor producción de metano, en cantidades enorme «por lo menos 1 000 millones de toneladas anuales» (Lovelock, 1985: 61), pero ¿qué importancia o función tiene tal cantidad de metano producido? Pues bien, una parte del metano asciende en la atmósfera hasta la «estratósfera antes de que la oxidación lo convierta en dióxido de

carbónico y vapor de agua; es la fuente principal de éste en las capas altas de la atmósfera. El agua termina por disociarse en oxígeno, que desciende, e hidrógeno que escapa al espacio» (Lovelock, 1985: 62), este proceso incrementa los niveles de oxígeno atmosférico, como ya se precisó anteriormente. Otra fracción del metano es atacado por el oxígeno en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual significa «la utilización de enormes cantidades de oxígeno, del orden de 2 000 megatoneladas anuales» (Lovelock, 1985: 62), en una serie de reacciones lentas pero continuas, de no suceder estas reacciones entre el metano y el oxígeno, los niveles de oxígeno se incrementarían peligrosamente poniendo en peligro muchas formas de vida, así, «la concentración de oxígeno crecería en 1 por ciento en 12 000 años, cantidad excesiva para tan pequeño lapso de tiempo: un cambio peligroso y, en la escala temporal geológica, demasiado rápido» (Lovelock, 1985: 62). Esta es la manera como Gaia mediante el metano producido, controla los volúmenes de oxígeno dentro de niveles adecuados, este equilibrio se mantiene gracias a la «ganancia consustancial al enterramiento de carbono, por una parte, y la pérdida que supone la reoxidación de los materiales reducidos procedentes de las profundidades de la Tierra, por otra» (Lovelock, 1985: 62), estamos frente a un mecanismo de *control activo* de Gaia – como lo precisa Lovelock – donde la concentración óptima del oxígeno atmosférico que supone la vida, está interrelacionado a procesos como la producción natural del metano y al enterramiento de carbono. Esto evidencia la capital importancia que supone el trabajo invisible para el ojo humano, que realizan millones de microorganismos anaerobios en los «malolientes barro de los lechos marinos, lagos y estanques» (Lovelock, 1985: 64), sin lo cual jamás se producirían suficientes volúmenes de metano con el consecuente aumento de concentración del oxígeno

hasta proporciones excesivas que facilitarían incendios desproporcionados haciendo imposible la vida, en especial la pluricelular.

Otro gas presente en la atmósfera terrestre es el óxido nitroso (N_2O), que a pesar de encontrarse en bajas concentraciones, cumple primero una función reguladora de los niveles de oxígeno, porque al formarse lleva consigo en su molécula un átomo de oxígeno; por lo tanto, podría actuar «como contrapeso del metano. Es por lo menos verosímil que la producción de uno y otro sean complementarias; ambas podrían ser reguladores rápidos de la concentración de oxígeno» (Lovelock, 1985: 64), es decir mantener la cantidad de oxígeno suficiente y necesario por unidad de volumen, cantidad que permita la continuidad de la vida. Otra función del óxido nitroso, es el que se verifica en la estratósfera, donde se «descompone entre otras cosas, en óxido nítrico: Se ha señalado a este compuesto como responsable de una acción catalíticamente destructiva sobre la capa de ozono» (Lovelock, 1985: 64), esta situación a primera vista alarmante, tiene una explicación en términos de Gaia; no es que la naturaleza se agreda a sí misma, al propiciar la destrucción en parte de la capa protectora de ozono que filtra los rayos ultravioletas, sino que mantiene a este gas en volúmenes óptimos; pues es conocida la acción de la radiación ultravioleta tanto en niveles altos como bajos; si la capa de ozono fuera muy densa, la radiación ultravioleta llegaría en niveles muy bajos impidiendo su acción catalizadora en la formación de vitamina D en los seres humanos: «la vitamina D se forma en la piel a resultas de la acción ejercida sobre ella por los rayos ultravioletas. Si una radiación ultravioleta excesiva puede favorecer el cáncer de piel, su debilitamiento produciría raquitismo con toda seguridad» (Lovelock, 1985: 65). Si bien la acción del óxido nitroso producido por los microorganismos,

no se manifiesta de manera directa, sin embargo su importancia radica en regular y mantener, a través de la capa de ozona, los niveles necesarios de la radiación ultravioleta para la vida, de esta manera Gaia regula la filtración de rayos ultravioletas a través de la capa de ozona, lo cual implica producción de óxido nítrico en niveles adecuados.

Además de un clima benévolo es necesario que otros parámetros medioambientales, también se encuentren en niveles adecuados, uno de ellos es el pH o potencial de hidrógeno, que es una escala para medir el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. El responsable de mantener los niveles adecuados de acidez ambiental es el amoníaco (NH_3), este compuesto naturalmente es producido por «ciertas bacterias y algunas algas que son capaces de ‘fijar’ el nitrógeno atmosférico, formando compuestos como NH_3 , sin recurrir a presiones y temperaturas elevadas» (Barrow, 1975: 575), sino con el auxilio de enzimas, que naturalmente catalizan estas reacciones en el interior de dichos microorganismos. Actualmente «la biósfera produce hasta 1 000 megatoneladas de amoníaco cada año, cantidad cercana a la necesaria para neutralizar los fuertes ácidos sulfúrico y nítrico derivados de la oxidación natural de compuestos sulfurosos y nitrogenados» (Lovelock, 1985: 28), así, el amoníaco producido por los microorganismos es el «necesario para mantener alrededor de 8 el pH de la lluvia, cifra óptima para la vida. De faltar el amoníaco, este pH caería hasta un valor de 3, acidez comparable a la del vinagre» (Lovelock, 1985: 65), esto evidencia, una vez más la íntima relación entre los seres vivos y el mundo no vivo, ambos se influyen mutuamente para mantener las condiciones necesarias que permitan el florecimiento de la vida en nuestro planeta.

El nitrógeno, un gas estable y el más abundante de la atmósfera (79% del volumen total), está presente en la «atmósfera a causa de la acción de las bacterias desnitrificantes y de otros procesos biológicos» (Lovelock, 1985: 65); este gas tiene variadas funciones que redundan tremendamente en la vida; una función está relacionado con mantener la densidad atmosférica, lo cual se traduce en la presión atmosférica entendida como la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie terrestre, esta presión permite mantener la forma y movimiento de los seres vivos, así como permitir sus funciones vitales, por ejemplo en animales con respiración pulmonar, durante la inspiración «los pulmones producen una presión menor que la atmosférica, de aquí que el aire a presión atmosférica se ve forzado a penetrar en ellos» (Cromer, 2007: 159), llevando el tan necesario oxígeno para ser distribuido a las células corporales. También el nitrógeno por su baja reactividad es el «más adecuado para diluir el oxígeno del aire» (Lovelock, 1985: 66) y de esta manera atenuar teniendo a buen resguardo al oxígeno dada su extremada reactividad. El siguiente papel que realiza el nitrógeno en la atmósfera es restar su presencia en los iones nitrato presentes en el mar, con lo cual disminuye la concentración de sales en el mar, «si la totalidad del nitrógeno estuviera en los mares como ión nitrato, el siempre delicado problema de mantener la salinidad lo bastante baja para permitir la vida, empeoraría» (Lovelock, 1985: 66); si la salinidad del medio supera a 0,8 molar, la membrana celular quedaría destruida; de tal modo que si «todo el nitrato estuviera en los mares como ión nitrato, la molaridad pasaría de 0,6 a 0,8: ello significaría la incompatibilidad del agua marina con casi todas las formas conocidas de vida» (Lovelock, 1985: 66), sin embargo esto se evita porque constantemente se está liberando nitrógeno desde los mares y la superficie hacia la atmósfera gracias a

la intervención de procesos biológicos, donde fundamentalmente están implicados muchos microorganismos.

La diversidad taxonómica de las bacterias desnitrificantes es muy grande, ya que entre los microorganismos que llevan a cabo la desnitrificación se encuentran organotrofos (*Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Agrobacterium*,...), quimiolitotrofos (*Thiobacillus*, *Thiomicrospira*, *Nitrosomonas*), diazotrofos (*Rhizobium*, *Azospirillum*), fototrofos (*Rhodopseudomonas*), arqueobacterias (*Halobacterium*), y otros. La mayoría pueden reducir NO_3^- a N_2 , pero algunas bacterias carecen de una o varias de las enzimas que participan en el proceso global, por lo que solo pueden llevar a cabo la reducción a partir de NO_2^- o solo pueden llegar a alguno de los productos intermedios. (Castillo Rodríguez y otros, 2005: 182).

Otro de los gases atmosféricos que mantiene sus niveles constantes desde hace eones es el dióxido de carbono (CO_2), es la fuente natural que proporciona carbono a los organismos fotosintéticos; así como una sustancia que se elimina durante el proceso de respiración de muchos seres vivos. «Para la mayoría de los geoquímicos, el contenido atmosférico de CO_2 (0,03 por ciento) se mantiene constante a corto plazo gracias a sencillas reacciones con el agua del mar» (Lovelock, 1985: 68), además y de acuerdo con Lovelock, CO_2 queda almacenado bajo la forma de carbonatos en las valvas o conchas de muchos seres marinos, los cuales al morir dejan caer su protección calcárea que se depositan en el fondo marino formándose «conglomerados de rocas calcáreas o cretáceas impidiéndose así el estancamiento del CO_2 en las capas superficiales del mar» (Lovelock, 1985: 68), de modo que en la regulación de los niveles de este gas se encuentra un eslabón vivo. Es preciso señalar que este gas junto a otros impide que nuestro planeta se enfríe, al retener la radiación infrarroja – responsable del calor – procedente del sol

en el proceso llamado efecto invernadero. El autor de la hipótesis Gaia, indica que durante los últimos tres eones y medio la radiación solar ha aumentado en un 30 %, lo cual indica que anterior a este tiempo llegaba menos calor a la Tierra imposibilitando toda a forma de vida debido a la bajísimas temperaturas en un planeta helado, sin embargo, sabemos que esto no fue así, a pesar de los bajos niveles de radiación solar, la temperatura en promedio se ha mantenido óptima para la vida debido a que «algunos gases, como el dióxido de carbono y el amoníaco absorben la radiación térmica infrarroja que desprende la superficie de la Tierra y retrasan su escape al espacio: son los equivalentes gaseosos de la ropa de abrigo» (Lovelock, 1985: 22), que permiten mantener caliente a nuestro planeta posibilitando la vida.

Finalmente y para tocar los gases principales –por decirlo de alguna manera – se encuentra el vapor de agua, el cual llega a la atmósfera como producto de la traspiración de los seres vivos y como resultado de la evaporación del agua superficial por efecto del calor del Sol. El agua pura, libre de sales en forma de vapor de agua, cuando se condensa se precipita como lluvias para alimentar a las plantas y demás seres vivos, restituye los niveles de agua dulce, pero además «tiene las propiedades de un gas invernadero e interactúa intensamente con la biósfera» (Lovelock, 1985: 69), no olvidemos que el agua es fundamental y decisiva para la vida, nuestro mundo se debe al agua, ella forma parte de la composición química celular y sus valores son decisivos para la continuidad de la vida, pues «supone entre el 80 y el 90 por ciento del peso total de las células y por lo tanto es siempre el principal nutriente esencial, en términos cuantitativos» (Stanier y otros, 1992: 24), de allí la importancia su reciclaje permanente en nuestro planeta.

Lo anteriormente considerado, evidencia una interrelación e interdependencia entre la composición y niveles de sustancias que forman nuestra atmósfera, con el mundo vivo, muchos ciclos biogeoquímicos se ven explicados de esta manera «las incompatibilidades de los ciclos biológicos y el equilibrio inorgánico son más aparentes que reales» (Lovelock, 1985: 69). Quizá el siguiente párrafo ilustre parte de esta interdependencia de la vida con la atmósfera:

[...] la atmosfera es una capa protectora que hace posible la vida en la Tierra y la protege del ambiente hostil del espacio exterior. La atmósfera es la fuente de dióxido de carbono para la fotosíntesis de las plantas y de oxígeno para la respiración. Proporciona el nitrógeno que las bacterias fijadoras de nitrógeno y las plantas productoras de amoníaco emplean para producir el nitrógeno enlazado químicamente, que es un componente esencial de las moléculas de los seres vivos. Como parte básica del ciclo hidrológico, la atmósfera transporta el agua de los océanos a la tierra, actuando así como un condensador en una inmensa destilería alimentada por la energía solar» (Manahan, 2007: 356).

Otro de los fluidos de nuestro planeta es el agua, especialmente destaca el agua de mares y océanos en función del volumen que representan, casi tres cuartas partes del total de la superficie planetaria; vista desde el espacio «la Tierra se ve como un enorme depósito de océanos y mares: el Planeta Azul. El 71% de la superficie terrestre está cubierta de agua» (Blaschke, 2007: 121), lo cual le hace muy diferente a sus vecinos Venus y Marte, carentes ambos de este líquido importante. Los océanos son el hábitat natural de miles de especies vivas que desde hace millones de años permite su desarrollo y evolución. «En el océano existe una gran riqueza de biodiversidad como consecuencia de millones de años de historia. Todos los filum descritos actualmente excepto uno, están presentes en el océano,

mientras que solo la mitad se encuentran representados en la tierra» (Duarte Quezada y otros, 2006: 27), de modo que los seres vivos marinos son mucho más diversos que en razón de los filum representados que los terrestres, ello hace suponer la enorme importancia del agua en el mantenimiento de la vida. Pero además del ser el lugar de muchísimas especies y la belleza que representa el mar para nuestro planeta, los mares y océanos son «piezas maestras de la máquina de vapor planetaria que transporta la energía radiante del Sol en movimientos del aire y del agua, los cuales a su vez distribuyen esta energía por todos los rincones del mundo» (Lovelock, 1985: 70), además en las inmensas masas de agua se disuelven grandes volúmenes de gases que intervienen en la regulación del aire.

Una de las inquietantes cuestiones referentes al mar es la cuestión de la cantidad de sal presente en él, pues como sabemos el agua de los mares es salada, a diferencia del agua de ríos y lagos. La concentración actual de sal en los océanos y mares es justo la adecuada para la vida de plantas, animales y seres marinos de otros reinos; a diferencia de los ambientes terrestres, «el mar tiende a homogenizar su constitución [...] La salinidad, por ejemplo, no siempre alcanza las treinta y cinco partes por mil» (Barrientos Llosa, 2003: 73), muchos otros autores coinciden, al igual que Lovelock (1985), con estos datos de salinidad, por ejemplo Emilio Menéndez nos dice:

El agua de mar contiene de promedio unos 34 gramos de sal por litro, la mayor parte de la cual, son iones de cloro y de sodio que cuando cristalizan dan lugar a cloruro sódico, pero también hay otros iones que se pueden combinar formando otras sales, en particular cloruros de magnesio y potasio. (Menéndez Pérez, 2008: 18).

Cualquier variación que implique aumento significativo de la salinidad, resultaría desastrosa para la vida marina. Es parte del metabolismo de los

pobladores del mar, evitar que con gran esfuerzo que la sal se acumule en sus órganos, tejidos y pueda envenenar en general a sus células; de modo que, si la concentración salina del mar se incrementaría, eliminar la sal de los tejidos vivos sería un enorme problema y en consecuencia morirían muchas formas de vida. Pero aquí sucede algo inusual; sabemos que los ríos de la Tierra están disolviendo continuamente las sales de los suelos por los que fluyen y las transportan en grandes cantidades hacia los mares; de modo que el «lavado continental y las irrupciones de magma a través del suelo oceánico explican fácilmente el actual nivel de salinidad de los mares» (Lovelock, 1985: 69), de este modo el mar es salado: Sin embargo partiendo del razonamiento de que si dejamos un vaso con agua salada al calor del sol u otra fuente térmica, se observa que conforme pasan los días, el agua contenida en el vaso se torna más salada debido a la evaporación del agua, ocasionando la mayor concentración o saturación de sales en el seno del líquido; entonces si de manera análoga esto sucede por millones de años con el mar ¿Por qué el agua del mar no es más salado? al contrario los niveles de salinidad, en promedio, se mantienen alrededor de «3,4 por ciento de sales inorgánicas por kilogramo de peso» (Lovelock, 1985: 73). La respuesta nos la da el mismo Lovelock: «Entreviando a Gaia, yo contestaría: porque desde el comienzo de la vida, la salinidad de los océanos ha estado bajo control biológico» (Lovelock, 1985: 75). De modo que existe algo que va eliminando los excedentes de sal que van llegando a los mares, en ese algo estarían presentes criaturas vivientes. Uno de los mecanismos para eliminar el exceso de sal marina se produce cuando bahías y brazos de mar poco profundos quedan aislados; aquí el calor del sol evapora el agua, quedando por su mayor densidad, lechos salinos que con el tiempo son recubiertos por polvo, arcilla

u otro material, con el tiempo la cubierta se torna impenetrable quedando sellada como sal fósil; de este modo, si la «evaporación se prolonga lo necesario, las sales cristalizan en grandes depósitos, que los procesos geológicos se encargarán eventualmente de cubrir y enterrar. Estos grandes mantos de sal aparecen bajo las plataformas continentales» (Lovelock, 1985: 76), aunque también los depósitos salinos aparecen en la superficie como consecuencia del aislamiento y corrimiento de las aguas marinas. Esta sería una forma como durante millones de años, los mares y océanos se liberan del exceso de sal y mantienen la concentración salina en niveles óptimos para la vida. ¿Pero dónde está la vida en todo esto? Lovelock, sugiere que la remoción de sales del tipo cloruros y sulfatos se verifica en las evaporaciones del agua en bahías de poca profundidad, brazos de mar aislados o lagos interiores; precisamente en estos últimos lugares tiene lugar la presencia de seres vivos; los grandes arrecifes de coral, en especial los arrecifes de barrera y atolones, estas formaciones son obra de la acción conjunta de millones de organismos: los corales; es la expresión de «la cooperación durante eones de unas criaturas sumamente sencillas» (Lovelock, 1985: 80), pero que sin embargo unidas pueden lograr enormes estructuras, como estas lagunas salobres donde además de constituirse en hábitat de muchas criaturas de mar, se estaría eliminando la sal de las aguas, al concentrar en un punto de mar el exceso de sales en tales lagunas de evaporación construida por corales.

Vale la pena, conforme lo indica Lovelock, resaltar el papel de la diatomeas, protistas unicelulares microscópicos de ambientes acuáticos que «depositan sílice en sus paredes celulares [...] Las paredes impregnadas de sílice tienen patrones morfológicos muy particulares, únicos para cada especie» (Sadava,

2009: 599); el sílice o dióxido de silicio, conocido también como ópalo, presente en el esqueleto de las diatomeas vivas, reciclan silicio hacia el fondo marino cuando estas mueren.

Las diatomeas que asimilan la sílice florecen en los mares pero no, obviamente, en los lagos saturados de sal; sus cortas vidas transcurren en las aguas superficiales. Al morir, se hunden hasta el lecho oceánico, donde se apilan sus esqueletos opalinos, añadiendo a las rocas sedimentarias unos 300 millones de toneladas de sílice al año. (Lovelock, 1985: 78).

Esta es la manera como estos diminutos seres contribuyen a la eliminación de silicio en las aguas superficiales, vale decir son reguladoras de silicio marino, en una clara intervención en la «pronunciada separación del equilibrio químico» (Lovelock, 1985: 75) marino particularmente en la referente a la concentración de silicio. Además también merece mencionar a los cocolitóforos, algas microscópicas, protistas recubiertos por estructuras calcáreas en particular carbonato de calcio, tales estructuras protectoras se denomina cocolito, que son «placas o discos calcáreos microscópicos, a menudo ovales, comúnmente ornamentados y con un diseño complejo, que son piezas de protección» (Diccionario Oxford-Complutense, 2004 a: 151). Pues bien, Cuando los cocolitóforos y las diatomeas, cumplen su ciclo de vida, una vez muertas, sus «partes bandas se disuelven y sus intrincados esqueletos o conchas se hunden hasta el fondo del mar» (Lovelock, 1985: 79), así, miles y miles de estructuras duras, se precipitan al fondo originando, con el tiempo, enormes cantidades de sedimentos de carbonatos y silicatos. «Este diluvio de organismos muertos no es tanto cortejo fúnebre cuanto cinta transportadora construida por Gaia para trasladar sustancias de la zona de producción, situada en niveles superficiales, a las áreas de almacenamiento» (Lovelock, 1985: 79) ubicadas

en el lecho marino; semejante transporte permite eliminar el exceso de sales de carbono y silicio. Aunque en términos concretos, faltan investigaciones al respecto del control de salinidad marina, lo anteriormente mencionado da muchas luces como los seres vivos están inmersos en el mantenimiento del equilibrio con el ambiente, y de cuyo equilibrio depende la vida misma; parece ser una suerte de círculo de retroalimentación cuyos mecanismos más intrínsecos aún está por develarse:

Es probable que, si las sales sedimentan, ello sea porque son arrastradas por la lluvia de detritos animales y vegetales del mismo modo que las partículas de polvo flotantes de la atmósfera son arrastradas al suelo por la lluvia ordinaria. Pudiera haber especies de protistas (u otros organismos marinos de concha dura) particularmente sensibles al nivel de salinidad que murieran tan pronto éste sobrepasara tan siquiera ligeramente la normalidad. Al hundirse sus caparazones, arrastrarían con ellos cierta cantidad de sales, devolviendo la normalidad a las aguas superficiales. (Lovelock, 1985: 79-80).

Con el propósito de conocer más la actividad gaiana, Lovelock, partió desde Gales del Sur, en 1971 hacia la Antártida a bordo del velero de investigación Shackleton. Con la ayuda de sus colegas científicos y la firme inquietud de investigar y realizar estudios geológicos, Lovelock en especial estaba movido por el interés de estudiar el equilibrio del azufre en términos del balance mundial, es decir tratar el ciclo del azufre considerando a una sustancia desconocida, pero potencialmente significativa en dicho ciclo biogeoquímico, el dimetil sulfuro ($\text{CH}_3\text{-S-CH}_3$). Esta inquietud se desarrolló debido al inquietante desequilibrio del azufre en términos mundiales, las cifras no cuadraban, algo había de raro, por algún mecanismo desconocido se eliminaba azufre desde el mar. «Sumando las cantidades derivadas del arrastre climatológico de minerales azufrados, el azufre extraído del

suelo por las plantas, y el introducido en la atmósfera como consecuencia del quemado de combustibles fósiles» (Lovelock, 1985: 82), había una considerable discrepancia de cientos de megatoneladas por año. Al tomar muestras del agua de mar, se detectó que la fuente principal de dimetil sulfuro no era el mar abierto, sino las aguas cercanas a la costa, donde prolifera la vida. Luego, la fuente principal de dimetil sulfuro respecto al mar sería lo siguiente:

[..] no está en el mar abierto, sino en las aguas costeras, ricas en fitoplancton. Los organismos verdes marinos, inclusive las algas, extraen el azufre de los iones sulfatos presentes en el agua de mar. Cuando este gas se libera a la atmósfera, estimula la formación de núcleos de condensación para el vapor de agua, lo que a su vez eleva la concentración nubosa. (Otero, 2001: 43).

Es en las aguas cercanas a la costa, donde se encontró la mayor producción de dimetil sulfuro, debido a que es aquí donde «prolifera algas que, con eficacia asombrosa, extraen el azufre de los iones sulfato presentes en el agua del mar y lo convierten en dimetil sulfuro. Una de estas algas es la *Polysiphonia fastigiata*, un pequeño organismo rojizo [...]» (Lovelock, 1985: 83), que produce concentraciones elevadas del compuesto metilado, y esta sería la forma como se elimina el azufre y respondería al porcentaje aún no explicado para alcanzar el equilibrio en el volumen mundial, es decir: «La metilación biológica del azufre sería el modo que Gaia tiene de asegurar un equilibrio adecuado entre el azufre marino y el terrestre» (Lovelock, 1985: 84), de no ser así, la concentración de azufre en el mar llegaría a niveles que afectarían enormemente la continuidad de los seres vivos. De este modo, la metilación biológica de ciertas sustancias, es un mecanismo desarrollado por ciertos microorganismos para eliminar elementos peligrosos o venenosos; muchas bacterias que habitan en el lodo del fondo marino,

también tienen esta habilidad: «los elementos tóxicos como el mercurio, el plomo y el arsénico son convertidos en sus formas metiladas volátiles, gases que ascienden a través del agua del mar impregnándolo todo, incluyendo los peces» (Lovelock, 1985: 84), que debido a su baja concentración no reviste mayor daño para los seres vivos, además y de hecho las formas metiladas mucho más volátiles, son mucho menos tóxicas que los elementos químicos, porque al diluirse en el agua disminuye la concentración y en consecuencia es menos peligroso que el respectivo elemento sea este azufre, mercurio, plomo, arsénico, etc.

Muchas algas marinas tienen la habilidad de extraer yodo del mar, un elemento fundamental para el ser humano: «El yodo es un elemento esencial en la dieta humana. La glándula tiroides produce tiroxina, una hormona que contiene yodo y responsable de la regulación del crecimiento» (Muñoz Camacho y Grau Ríos, 2013: 318). Estas algas, en especial las de la familia de las laminariáceas, como lo precisa Lovelock, «son fuente imponderable de yoduro de metilo, que se descompone liberando yodo, la sustancia esencial para la vida» (Jacorzynski, 2004: 122); de manera que el yoduro de metilo producido en grandes cantidades constituye en vehículo que permite devolver azufre desde el mar a la superficie terrestre, bajo la forma metilada y como gas, gracias a este proceso el posible devolver yodo a los ecosistemas terrestres, sin el cual «la glándula tiroides no puede producir las hormonas reguladoras del metabolismo, y sin ellas la mayoría de los animales terminarían por enfermar o morir» (Lovelock, 1985: 85).

Con seguridad la lista de interacciones en Gaia se incrementarán, la interacción entre los organismos con el medio donde viven pasa por la regulación medioambiental, lo cual se expresa en un equilibrio y sobrevive desde hace

millones de años, lo cual borra la evidencia, una vez más, de que las especies están en continua lucha y se adaptan al medio; en definitiva «Gaia es la serie de ecosistemas en interacción que componen un enorme ecosistema único en la superficie de la Tierra. Punto final» (Margulis, 2002: 142-143); y esto es Gaia, el único y gran ecosistema de la Tierra, es la evidencia real de la cooperación natural global.

3.7. RECAPITULACIÓN DEL CAPÍTULO.

La evolución biológica, no cabe duda en la actualidad, es un hecho consumado, ningún entendido puede discutir que el proceso evolutivo como tal es parte de nuestro planeta y que llevó a la vida desde su existencia ancestral hasta lo que hoy conocemos en sus más diversas formas y variaciones, en un estallido maravilloso de variedades poblando los más recónditos lugares del planeta, todo lo cual han devenido en lo que llamamos biodiversidad.

Sin embargo una cosa es el hecho evolutivo, y otra la teoría que trata de explicar el cómo se produce la evolución biológica. Una de estas teorías, la más extendida, aceptada, defendida y tenida como hegemónica es la evolución por selección natural, teoría propuesta por primera vez hace 158 años por Charles Darwin (1859); actualmente la selección natural es el concepto central de la teoría de la evolución biológica. Evolución y selección natural son dos conceptos totalmente diferentes, no son sinónimos, ni tampoco necesariamente a priori deben permanecer juntos. La evolución es un hecho y proceso natural de transformación de las especies, un conjunto de cambios producidos en sucesivas generaciones que permiten multiplicar y diversificar la vida en nuestro planeta. El proceso evolutivo

queda de manifiesto por la existencia del registro fósil, los órganos y funciones tanto comunes como vestigiales entre seres de diferentes especies, la similitud en la etapa embrionaria de especies con ancestros comunes, la base molecular tanto de estructuras celulares, tejidos y órganos como la base molecular responsable de la herencia con el ADN y ARN.

La selección natural es una teoría, un mecanismo que trata de explicar cómo se produce la evolución de los seres vivos, de modo que como teoría científica, la selección natural está sujeta a observaciones, aportes, críticas y posible refutación. El centro de la teoría de la selección natural es la reproducción diferencial de unas variantes genéticamente con mayores aptitudes respecto de otras, solo viven los más aptos, los más capaces, los más fuertes, aquellos que pueden destruir a otros y quedarse con la subsistencia, de esta manera Darwin y los neodarwinistas conceden un lugar privilegiado a la competencia y lucha como única condición para existir. Los débiles o los menos capacitados no tendrían oportunidad de dejar descendencia.

Para que la selección natural opere es necesario ciertas condiciones: en primer término deberá existir variación fenotípica entre los individuos de una población, es decir, los distintos individuos de una población difieren en sus caracteres observables, lo cual se denomina fenotipo; de modo que presentan diferencias en su morfología, fisiología y/o conducta; segundo: eficacia biológica diferencial la cual está asociada a la variación; es decir que ciertos fenotipos están asociados a una mayor descendencia y/o una mayor supervivencia debido a que son más aptos que otros en la lucha por la vida; finalmente la herencia de la variación, que requiere que la variación fenotípica se deba, al menos en parte, a una variación

genética subyacente que permita la transmisión de los fenotipos seleccionados a la siguiente generación. Si en una población de organismos se dan estas condiciones, entonces se produce necesariamente un cambio en la composición genética de la población, en consecuencia se produce la evolución para lo cual es necesario que las especies pasen por el tamiz de la selección natural.

De esta manera el darwinismo, considera tres ejes fundamentales para que se verifique la evolución, a saber: variación, selección natural y adaptación.

Anteriormente ya hablamos del primer eje, la variación, al respecto Darwin – como es sabido –, nunca supo determinar cuáles eran los fundamentos de la variabilidad de las especies; pero independientemente de cual sea el origen, Darwin se dio cuenta de la existencia de una enorme variabilidad innata dentro de las poblaciones naturales. Estos cambios – considera el darwinismo – no responde a una tendencia o causa establecida, no es de carácter dirigido o programado; es continua y además de tipo individual, porque los cambios o variaciones se es compartida por sus congéneres; por último, las variaciones deberán se heredables en una secuencia estable y permanente que garanticen la persistencia de los nuevos cambios mediante una reproducción diferencial: la reproducción de los más adecuados. Sin embargo con el tiempo, está última aseveración, fue cambiando – como veremos en el próximo capítulo – Darwin fue concediendo mayor presencia a la herencia de caracteres adquiridos, propuestos por Lamarck, como respuesta al uso y al desuso, las necesidades que agobiaban al organismo y la influencia directa del medio ambiente.

Selección: Darwin traslada las teorías socioeconómicas de Adam Smith y Thomas Malthus al campo de la biología, y establece el núcleo de su teoría; la

competencia y la lucha por la existencia son los principales actores en la evolución de las especies. Interpretando a Malthus, considera que la capacidad de reproducción de las especies supera con creces los recursos existentes, en consecuencia, se presenta un estado de competencia continua entre los individuos de una misma especie. Aquellos individuos que por sus características guardan mejor sintonía con las características circundantes del momento, resultan con mayor ventaja competitiva respecto a los demás, finalmente estos individuos mejor dotados, mejor conformados y/o más adecuados, son los que sobreviven y se reproducen con mayor frecuencia. Esta competencia continúa y adaptativa, que funciona a manera de tamiz, es lo que Darwin denomina selección natural; no olvidemos que Herbert Spencer en el ámbito de la sociología, lo definió como la supervivencia del más adecuado.

Adaptación: la población y no el individuo, es la que se adapta y evoluciona. Los cambios en el entorno y las competencia continúa actúan como un colador o un tamiz natural (selección natural) por el que solamente pasan los individuos mejor adaptados, los demás, los menor adaptados, los débiles están condenados a la muerte y al olvido. De esta manera los individuos más aptos, heredan sus características a sus descendientes, los cuales se vuelven con el tiempo cada vez más numerosos, hasta que tales características terminan por imponerse en la población, y en consecuencia aparece una nueva especie. Por lo anteriormente descrito, queda claro que la adaptación es un proceso poblacional; la selección lenta y continua sobre ciertas variedades dentro de las poblaciones (selección natural) es la responsable de la evolución de las especies, como proceso de cambio gradual y permanente. Aquellos individuos que tienen características más adecuadas para el

medio, sobreviven y se reproducen más, gracias a la selección natural. Al final las formas se remplazan poblacionalmente y la evolución se produce sólo por adaptación continua.

En consecuencia, el darwinismo propone una adaptación poblacional de naturaleza externa, una supervivencia diferencial, como el mecanismo responsable y capaz de generar toda la biodiversidad del planeta, una sucesión de adaptaciones elegidas por selección natural, de manera gradual y no direccional, al azar; donde solo influyen las condiciones ambientales, sin existir tendencias o restricciones internas

Consecuentemente la selección natural es concebida como un proceso pertinente a los seres vivos que favorece su variación, multiplicación y transmisión de la herencia, teniendo como resultados intrínsecos de esta dinámica evolutiva la producción de órganos, la aparición de estructuras, características y conductas diseñadas para asegurar la supervivencia y la reproducción de las especies, logrando de esta manera su presencia en el tiempo. La selección natural puede ser resumida como una serie de eventos caóticos afortunados, como procesos ciegos y mecánicos que se repiten a lo largo de millones de años y que por casualidad aparecen invenciones espectaculares que si encajan con las condiciones ambientales del momento, el ser tiene éxito y derecho en la escena de la vida.

Para Darwin el proceso de especiación más común sería la especiación alopátrica, es decir, para la formación de dos especies, es necesario que en algún momento una especie ancestral de pronto quede dividida en dos grupos por una barrera física que bien podría ser un río, una montaña, una isla separada del continente por el mar, etc. en tales circunstancias y con el paso del tiempo, poco a

poco cada grupo por separado formarían una nueva especie que si volvería a convivir y al cruzarse no dejarían descendencia fértil. Al contrario vía la competición prevalecerían en desmedro de otras especies. Sea como cual sea el modelo de especiación darwiniano, queda claro que el núcleo de la explicación pasa por la supervivencia de los más aptos, esta es la visión darwinista, una visión de un británico burgués victoriano, sus ideales responden a los ideales del su grupo social, no olvidemos que en ese entonces Inglaterra era una nación que extendía sus dominios en ultramar, conquistando, arrebatando y violando los derechos de los habitantes originarios a los cuales conquistaba y hacía prevalecer su cultura y modos de vida. Esta forma de sociedad colonialista influyó de hecho en el pensamiento de Darwin lo cual queda de manifiesto en la teoría de la selección natural, teoría basada en la lucha por sobrevivir, los seres y las especies luchan por un lugar en el ambiente, por alimento, por pareja; pero no solo luchan sino que al mismo tiempo se entabla una competencia asociado al egoísmo; los seres que luchan y compiten buscan dejar descendencia de tal modo que sus genes prevalezcan y dejen fuera a otros en la carrera por la vida; de esta manera solamente sobreviven los más aptos, los más adecuados y fuertes; queda justificada la violencia como algo natural en la vida, se naturalizan la lucha, competencia, egoísmo y en definitiva la violencia. Estos son los ingredientes de la ciencia darwinista, como vemos tienen su fuente inspiradora en principios sociales donde Hobbes, Malthus, Spencer, Adam Smith y la sociedad inglesa de ese entonces juegan un papel preponderante.

Pero como el proceso del conocimiento y explicación de los fenómenos naturales es dinámico, existen otras propuestas alternativas orientadas a dar luces a las causas de la evolución, así tenemos:

Kropotkin sospechó que había algo más que la competencia individual, lucha por la supervivencia y supervivencia del más apto en el proceso evolutivo. Darwin, Huxley y los seguidores de la teoría sintética de la evolución, hacen de la competición y selección natural el bastión de su teoría, sin embargo –dice Kropotkin – existen otras realidades tanto o más importantes y más abundantes basadas en lazos de interrelación tan fuertes que impulsan la supervivencia y el fenómeno evolutivo, a tales relaciones las llamó el apoyo mutuo, entendida como la acción por la cual dos o más seres vivos trabajan juntos en favor de un beneficio común, es decir, a efectos del presente estudio, se trata la cooperación en favor de un beneficio común, esto aumenta las posibilidades de supervivencia y transmisión de descendencia, con lo cual se demuestra que la cooperación es natural. Si bien Kropotkin no niega la lucha y selección natural darwinista, considera que los dos factores: apoyo y lucha mutua se encuentran en una suerte de complementariedad, sin embargo, considera más importante al principio el apoyo mutuo, puesto que garantiza la supervivencia de más individuos por más tiempo. Además Huxley y sus seguidores habrían distorsionado deliberadamente las ideas de Darwin con el fin de justificar, con la selección natural, las desigualdades sociales existentes; es decir, la selección natural sería la expresión de las relaciones sociales y materiales dominantes en la Inglaterra del siglo XIX, en una clara alusión al darwinismo social.

La endosimbiosis serial de Lynn Margulis, explica el origen de la célula eucariota como resultado de la integración de al menos tres formas de bacterias, dan cuenta de la importancia crucial de los procesos cooperativos en las formas básicas de la vida. Esto se sucede a lo largo de todos los seres pluricelulares, tal como lo sostiene Margulis, así, tendría más sentido considerar a una mosca, un peral o un caballo como una comunidad de bacterias; una comunidad de células interdependientes que se ayudan mutuamente. Luego, si el éxito de las estructuras celulares eucariotas es mayor que aquellas que la precedieron, entonces ¿qué importancia natural tiene la competición? En verdad no veo tal relevancia, puesto que queda de lado la lucha por la supervivencia del más apto y las mutaciones al azar, para dar paso a organismos unidos por simbiosis y que además resultaron de la combinación de genomas de bacterias, lo cual deviene en novedad evolutiva. Ahora, ¿cuál es el papel de la selección natural?; teniendo en cuenta a Margulis, la selección natural no tienen sentido, aunque la autora no deslinda, sin embargo es de mucha mayor importancia en la evolución la integración simbiótica, que la competencia y selección natural.

De otro lado, Máximo Sandín propone, el papel de los virus en la evolución con entes portadores de información genética, que al infectar células traerían novedad evolutiva, lo cual puede ser transferida a la generación posterior y con ello fuente de cambios. Tal propuesta se basa en la existencia de secuencias de genómicas de origen viral y también bacterial en las células de seres eucarióticos. La estructura que mantiene a la vida es compleja, donde átomos, moléculas y macromoléculas establecen interrelaciones insospechadas para echar a andar la maquinaria de la vida. Para Sandín el origen y evolución de la vida no sería la

selección natural y mutaciones al azar, sino un proceso de integración de sistemas complejos, en esencia la integración de virus (con su carga genética) en genomas ya existentes. Estos genomas existentes estarían representados por las bacterias, las cuales, siguiendo a Margulis, dieron origen a las células nucleadas a través de procesos simbióticos; una vez esto, los virus al integrarse darían forma definitiva a las células eucariotas con sus funciones metabólicas características que se mantienen inalterables a lo largo de millones de años. Los virus tienen la capacidad de *infectar* organismos y transmitir horizontalmente su material genético, es esta característica que permitió introducir nuevas secuencias genéticas responsables de características tan peculiares en los organismos pluricelulares, como el control embrionario punto de partida de tejidos, órganos y la enorme funcionalidad e interrelación entre ellos. En general la evolución no se habría llevado en función de la adaptación al ambiente mediante pequeñas mutaciones al azar y la selección de organismos con características ventajosas, sino como resultado de la alteración de la estructura del organismo que implica reorganización del genoma, de modo tal que la evolución no puede ser gradual sino que está en sintonía –según Sandín– con modificaciones bruscas y sucesos interrelacionados que permiten la aparición de nuevas organizaciones vivas. Nuevamente la pregunta ¿Cuál es el papel de la selección natural? Es un concepto vacío asevera Sandín, porque realmente prosperan los organismos que resultan de la integración y a niveles insospechados como la fusión y reordenamiento de material genético, de modo tal que la simple adaptación al medio no tiene sentido, menos la competición y mutaciones al azar.

Finalmente la hipótesis Gaia de Lovelock, considera que las actuales condiciones de nuestro planeta tierra no son el simple resultado de interacciones

físico-químicas, sino que son resultado de la constante e intrincada interrelación del conjunto de seres vivos o biósfera con el medio ambiente. Nuestro planeta tiene características muy singulares que la hacen diferente de los otros planetas del sistema solar; así, la atmósfera terrestre contiene niveles de oxígeno muy superiores al de los demás, este gas es mantenido por la vida misma: bacterias y plantas liberan oxígeno como parte de su metabolismo, pero este mismo oxígeno mantiene la vida de organismos aeróbicos como los animales, también algunos seres unicelulares y las mismas plantas. Esta premisa, considera el autor de Gaia, hace ver que toda la vida en la tierra interacciona, coopera y tiene capacidad de mantener su entorno, en condiciones tales que sean posible la continuidad de la vida. Si alguna alteración medioambiental amenaza este equilibrio, la propia vida buscará mecanismos para contrarrestar estos desajustes, esta función se asemeja a un termostato, dispositivo que regula la temperatura de manera automática al interior de una casa u otro lugar. Por estas razones el conjunto vivo de la tierra – Gaia – es un sistema homeostático en cuanto mantiene niveles de equilibrio que permiten la supervivencia. Así por ejemplo los niveles de sal en el mar, se mantienen casi constantes por millones de años, cualquier alteración en estos niveles resultaría catastrófico no solamente para los habitantes de los mares, sino para todos aquellos seres que basan su existencia en los productos del mar. Al respecto ¿cómo se mantienen estos niveles salinos?; la respuesta de Gaia es formar depósitos de sal en lugares aledaños a costa e islas para luego ser enterrados como depósitos impermeables, otra vía es que la sal forma iones y el ión calcio forma parte de los caparzones y valvas que protegen el cuerpo blando de millones de seres marinos, otros iones salinos se depositarían en el fondo y resultan inocuos en la saturación de la aguas.

Cada ser vivo, cada ser inerte, cada fenómeno, forma parte de un todo y cumple una función, la unidad de este sistema o superestructura a nivel global es Gaia, e inmersa en esta red de interrelaciones y mutua dependencia se encuentra el hecho evolutivo.

CAPÍTULO IV

**EVOLUCIÓN POR COOPERACIÓN NATURAL Y GIRO
EPISTEMOLÓGICO**

4.1. LA COOPERACIÓN EN LA EVOLUCIÓN.

La palabra cooperación hunde sus raíces etimológicas en el latín *cooperatio* que según la academia de la Lengua española significa: *Acción y efecto de cooperar*, se entiende esto como una acción simultánea donde dos o más agentes obran juntos y producen un mismo e idéntico efecto. El verbo cooperar se refiere a la acción de «ayudar para realizar un fin común» (Oroz, 2005: 180). Llevado al campo de la biología es: «Relación entre distintos organismos que, pese a poder vivir bien separados, ven mejorado su desarrollo en ella» (Barla Galván, 2001: 68).

Otra definición de cooperación que se enmarca en la biología, es la que nos trae el diccionario Oxford de biología.

Asociación entre dos o más miembro de una misma especie (asociación intraespecífica) o de especies diferentes (asociación interespecífica), en la que todos los miembros se benefician. Ejemplo de cooperación interespecífica es la relación existente entre las hormigas y los pulgones:

los pulgones obtienen protección en las colonias de las hormigas, y las hormigas se alimentan con las secreciones de los pulgones. La cooperación interespecífica es una relación menos intensa que el mutualismo. (Oxford, 2004: 162).

La definición anterior separa las relaciones de cooperación de otras relaciones que como el mutualismo, parasitismo, simbiosis, etc. deberían ir juntas en un solo término, por ello, desde el presente trabajo se ha optado por reunir todas las interrelaciones que se dan en nuestro planeta y sustentan la vida y la evolución, bajo el nombre de cooperación natural.

Cuando los seres humanos explicamos la naturaleza, el mundo o el universo lo hacemos en lenguaje humano, no tenemos escapatoria. Lo importante es que o bien el significado de nuestro discurso se encuentre libre de términos que involucren una voluntad humana consciente; o bien, tales términos sean precisados, de tal manera que no se queden en la esfera antropocéntrica, sino se aventuren hacia realidades diferentes, con lo cual el significado – considero – se enriquece. Esto es lo que precisamente sucede con el término cooperación, relacionado directamente a una acción consciente, y resulta muy difícil extrapolarlo al ámbito natural animado y peor aún al inanimado.

La filosofía para paz, nos presenta una paz originaria, que como un diamante, manifiesta su brillo a través de diferentes caras: solidaridad, cariño, acuerdos, alianzas, altruismo, cooperación, armonía, etc. Es sobre esta base que adopto a la cooperación como manifestación de la paz en la existencia, mucho antes que el hombre, como una alternativa a la competencia y lucha que propone el darwinismo en la evolución de las especies.

Y es cierto, debemos liberarnos de los antropomorfismos, cuando tratamos de explicar hechos o fenómenos en niveles de organización mayores: la naturaleza, la Tierra o el universo en su conjunto, porque de lo contrario estaríamos trasladando nuestros aciertos y dificultades para explicar otras realidades; con lo cual solamente miramos con ojos humanos y la riqueza de tales realidades se pierden: «El intelecto, del que los seres humanos nos sentimos tan orgullosos, solo tantea el dorso de las cosas, no su verdad. Se nos ha hecho creer que la verdad era la referencia adecuada a las cosas» (Martínez Guzmán, 2000: 60), sin embargo hemos sido los seres humanos quienes hemos inventado maneras para designar a las cosas y solo damos por verdaderas cuando tales designaciones coinciden con nuestras maneras de pensar para tal fin; así olvidamos que las metáforas que hemos construido para designar las cosas o fenómenos, dejan de lado y olvidan otras formas de existencia y de relación.

Foucault, propone tomar el discurso humano en acción, desde la perspectiva arqueológica del saber; al respecto se referencia:

[...] frente a la historia de las ideas hay que excavar lo que en una época dada es decible, para ver también a quien se ha excluido (al enfermo, al loco, más tarde al prisionero), para explicitar la episteme que ha privilegiado unos saberes y ha rechazado otros, analizar las discontinuidades históricas entre las epistemes, estudiar la práctica discursiva que crea determinados objetos y no otros. Todo ello liberando al discurso de sus sujeciones antropológicas. (Martínez Guzmán, 2000: 61).

Luego, el término cooperación merece sacudirse de esas sujeciones antropológicas, a efectos del presente estudio de investigación.

El presente estudio enmarca a la cooperación como natural y hace referencia a todo el conjunto de interrelaciones que se establecen naturalmente (e independiente de la voluntad humana) entre los seres vivos de una misma especie, de especies diferentes, y entre estos y el medio ambiente (mundo inanimado). Esta conceptualización trata de concebir la cooperación a partir del todo real, es un enfoque holístico, debido a que el proceso evolutivo no depende en exclusiva de la lucha y competencia, donde los más fuertes o mejor adaptados tienen derecho a la vida. En este sentido la cooperación natural hace referencia a aquellas realidades colaborativas, a la red de interrelaciones que permiten a los seres orgánicos obtener los resultados más favorables y viables para sortear los conflictos que dificultan la evolución como novedad biológica; es una respuesta, una estrategia natural en la complejidad de la vida que discurre a lo largo del tiempo y del espacio, bajo la forma de múltiples realidades y experiencias cooperativas naturales involucradas en el proceso evolutivo.

En consecuencia la cooperación, si bien hace referencia a un obrar conscientemente y juntamente con otro u otros seres humanos para la consecución de un fin común; pero desde la perspectiva de la presente investigación y en el marco de la Filosofía para la paz, se torna en «metáforas que se han vuelto gastadas y sin fuerza sensible, monedas que han perdido su troquelado y no son ahora consideradas como monedas, sino como de metal» (Nietzsche, 1980 : 10) ; metal que necesita ser refundido y remodelado para mostrar nuevas caras y nuevos valores.

Cooperación natural es obrar conjuntamente, es *ir juntos*, es acción simultánea de muchos agentes (seres, fenómenos, materia, energía) que trabajan u

obran juntos, es interrelación que suma esfuerzos, que comparten materia, energía y procesos para lograr un fin común: la evolución. Luego y en un sentido amplio, la cooperación natural, se yergue como antítesis de la selección natural y en consecuencia descarta a la competición, lucha por la existencia y a los sucesos aleatorios o fortuitos como fundamentos evolutivos.

La idea de una naturaleza agresiva y violenta, concebida por los seres humanos, se ha extendido y prevalecido a lo largo de los siglos, imponiéndose en cuanto modelo interpretativo de la naturaleza y la sociedad se hayan diseñado. En esta concepción no existe un lugar para los más débiles o aquellos considerados desfavorecidos, solo los más fuertes, los mejores dotados, los más adecuados y aptos prevalecen en la lucha por la vida. Sentencias como: la ley del más fuerte o la ley de la selva, son consideradas como naturales y ante las cuales nada se puede hacer solo aceptarlas como designio del destino, pero «el funesto día del destino» (Homero, 1965: 178), a la luz de la realidad, hoy se torna en ideas trasnochadas, las evidencias delatan que esta aparente lucha sin cuartel, es sólo una pequeña manifestación de la complejidad interconectada en la dinámica de la vida.

A través de sus observaciones, Charles Darwin intuyó – además de comprobarlo in situ – que el altruismo y ayuda mutua, había jugado un papel fundamental en la evolución de las especies, pero no supo encajarlo en el marco de su teoría de la selección natural, pese a reconocerlo y aún presentarlo en *El origen de las especies*, muchas citas así lo delatan. Darwin era consciente de que ese tipo de relación entre individuos y entre especies, representaban una seria amenaza para su teoría, porque un análisis somero delata una terrible contradicción, puesto que todas las formas de cooperación se contradicen con cualquier forma de

competencia, lucha y relaciones egoístas, de modo que la supervivencia de un individuo o grupo colaborador se vería seriamente afectada en un mundo insolidario, donde la ley es borrar del mapa a cuanto intruso ose meter sus narices en el lugar que no le corresponde; ¿y qué es lo que le corresponde?, desde la perspectiva darwinista, simplemente la muerte.

Pero veamos lo que el mismo Darwin, a fuerza de no poder ocultar la realidad, escribió cuando después de tratar de la relación entre los insectos y las flores, trata de la relación entre los animales y los frutos:

Un razonamiento semejante puede aplicarse a los frutos: todo el mundo admitirá que una fresa o cereza madura es tan agradable a la vista como al paladar, que el fruto tan llamativamente coloreado del evónimo y los rojos frutos del acebo son cosas hermosas; pero esta belleza sirve sólo de guía a las aves y los mamíferos para que el fruto pueda ser devorado y las semillas diseminadas por los excrementos (Darwin, 2009: 275).

De modo que los frutos sirven de alimento a las aves y mamíferos, que en caso contrario peligra su existencia, de igual modo, la continuidad de las plantas con frutos depende de que estos liberen sus semillas en el tracto digestivo de dichos animales y permitan su dispersión. Así que ojo, la cita anterior procede del capítulo VI: *Dificultades de la teoría*. Para Darwin era una pesadilla encontrar en la naturaleza manifestaciones de altruismo, cooperación o interrelación; al final lo explicaba como una forma egoísta de lograr mayor éxito para sobrevivir, algo así como un truco que se inventó la selección natural para tener éxito en la lucha por la vida.

Otra de las observaciones de Darwin fueron las relaciones de ayuda mutua o cooperación que se manifestaban entre muchos insectos, a tales relaciones simplemente las llamó instintos: «[...] los instintos más maravillosos con los que

estamos familiarizados, es decir, los de la abeja común y los de muchas hormigas, no han podido adquirirse tal vez por la costumbre» (Darwin, 1983: 317). La explicación a estas relaciones era el instinto adquirido, el cual era tamizado, conservado y acumulado constantemente por la selección natural hasta «cualquier grado que fuese provechoso» (Darwin, 2009: 335). En este afán Darwin observaría la relación de cooperación entre las hormigas y los pulgones: «Uno de los ejemplos más notables de que tengo noticia, de un animal que aparentemente realiza un acto para el solo bien de otro, es el de los pulgones» (Darwin, 2009: 336). Las hormigas, una de ellas, por ejemplo la «hormiga morena (*Lassius brunneus*)» (Brüchner y Romanes, 2007: 104), vive con los beneficios de los pulgones a quienes cuida y alimenta en la misma colonia; en una suerte hermoso rebaño de vacas lecheras han elegido a los «áfidos o pulgones, cuyo grueso abdomen secreta gota a gota una sustancia azucarada, muy buscada por las hormigas» (Brüchner y Romanes, 2007: 103), cuando la hormiga desea alimentarse «acaricia al pulgón con sus finas antenas hasta que suelta algunas gotitas del líquido codiciado» (Brüchner y Romanes, 2007: 104). Tanto interés suscito esta relación en Darwin, que alejó todas las hormigas de un grupo de pulgones por el lapso de varias horas; luego los observó incluso con una lupa y al darse cuenta que no excretaban, el mismo intentó reemplazar la caricia de las hormigas: «[...] entonces les hice cosquillas y golpeé con un pelo, del mismo modo, hasta donde me fue posible, que lo hacen las hormigas con sus antenas; pero ninguno excretaba» (Darwin, 2009: 336). Darwin no tuvo otra alternativa que traer de regreso a las hormigas, y tan pronto los pulgones sentían las antenas «levantaban inmediatamente el abdomen y excretaban una límpida gota de dulce jugo que era devorado ansiosamente por la hormiga» (Darwin, 2009: 336). Lo que Darwin no

sabía era que solo la hormiga hacía eso, además la relación era y es esta: la hormiga se alimenta con la dulce secreción del pulgón y este a cambio recibe protección y alimento fresco de hojas y raíces que le proporciona la hormiga.

¿Podrían haber evolucionado con éxito las hormigas sin los pulgones o viceversa? Seguramente que no. Esto es cooperación pura que se manifiesta a raudales en la naturaleza; rompamos esas relaciones y estaremos frente a la destrucción de gran parte de la vida.

La existencia de cooperación ha sido documentada en todos los niveles de vida, desde las moléculas hasta los grupos de personas (algunas de tales evidencias han sido consideradas anteriormente, otras pruebas determinantes se presentarán más adelante). Entre los primates antropomorfos – nuestros parientes más cercanos como chimpancés, orangutanes, bonobos y gorilas –, con quienes actualmente formamos la familia de los homínidos; se presentan muchos ejemplos de cooperación y una de sus variantes como el altruismo; por ejemplo cuando los chimpancés cazan de manera cooperativa, el cuidado parental mediante la cual muchas hembras de primates «permanecen cerca unas de otras con las crías en una especie de guardería comunitaria para protegerlos de riesgos» (Pozas Terrados, 2011: 440), también la distribución de alimentos y muchas prácticas de organización social compleja y benéfica para el grupo, lo cual implica «cooperación, formación de alianzas, manipulación social y engaño» (Pozas Terrados, 2011: 439). En el reino vegetal las interrelaciones no se hacen esperar, plantas pequeñas se protegen de la radiación directa del sol y conviven a la sombra de grandes árboles, otras, como las orquídeas solo pueden vivir subidas a lo alto de las ramas de un frondoso árbol, solo así pueden llegar a la luz y la humedad del aire.

Sin embargo, no podemos negar que entre los homínidos, como en otras familias de animales, se manifiestan conductas agresivas, lo cual es una característica del comportamiento como manifestación de una emoción « [...] que presenta una clara base neural y genética. Por lo tanto, para entender el porqué de la agresividad humana –y, por consiguiente, de la violencia que se puede derivar de ella– tenemos que hablar también de evolución» (Sánchez y otros, 2014: 215), y precisamente esto estamos tratando, la evolución o es un proceso de violencia, lucha, pugna o competencia, que concede superioridad o ventaja al más apto; o la evolución es una intrincada red de procesos cooperativos, que si bien no tiene el grado perfecto de excelencia, –pues nada perfecto existe en el universo– sin embargo se muestra como una realidad natural. Así, en los animales es común la práctica de la depredación contra miembros de otras especies, con el único fin de proveerse de alimento, pero se «produce de manera fría, utilitaria, indiferente, sin sentir ninguna animosidad» (Sánchez y otros, 2014: 131), todo lo cual dista mucho de una conducta violenta o destructora adrede o deliberada intencionalidad por el puro gusto de matar; por el contrario la práctica depredatoria responde a un instinto primario de alimentación, y el fin es meramente de supervivencia.

Entonces se evidencia que en el proceso evolutivo desde sus albores está presente un conjunto de mutuas interrelaciones, las cuales se tornan permanentes y determinan el rumbo evolutivo, esto es, lo que he denominado cooperación natural; sin embargo las relaciones de cooperación no corresponde a una cabal conformidad con la significancia del término, la cooperación no corresponde con una realidad donde todo es mutua ayuda, por el contrario la relaciones de cooperación en el proceso evolutivo conviven con relaciones contradictorias interactivas, vale decir, la

evolución está salpicada de conflictos, los mismos que también se encuentran presentes desde el origen mismo de la vida.

4.1.1. EL MAYOR CONFLICTO

Los conflictos son connaturales a la existencia, esto significa que nunca terminan, están siempre presentes en nuestras vidas, en la de todos los seres vivos, en el medio ambiente y el universo. Los conflictos no se resuelven, los conflictos se transforman en oportunidades para avanzar, son una suerte de puente para pasar de una condición “a” a otra condición “b”; de esta manera los conflictos se constituyen en circunstancias de tiempo y lugar que permiten evolucionar. Es más, me atrevo a decir, que los conflictos son requisitos para la evolución, las interrelaciones entre seres vivos y entre estos y el medio ambiente es el conflicto más grande que persiste a lo largo del tiempo y que devienen en evolución. La vida y la evolución de ella, es el mayor conflicto en nuestro planeta.

Seguramente cuesta aceptar esta terminología; cooperación y conflicto en el ámbito evolutivo; las razones de esto pasa por nuestra forma o formas en las que hemos aprendido a abordar el conflicto. Nuestra cultura y las estructuras mentales que derivan de ella, nos muestran el lado negativo de los conflictos y en consecuencia los medios para transformar dichos conflictos, son medios violentos; aquí se encuentran la base que ha derivado en entender al proceso evolutivo como sucesos donde están inmersos la violencia, competición y selección del más apto, del más fuerte.

Esto ha sido así no sólo porque socialmente hemos aprendido a abordar nuestros conflictos violentamente, sino, también, a raíz del estilo de vida que se promueve y que dificulta encontrar el tiempo y la energía

necesaria para impulsar nuevas formas de transformación pacífica de las situaciones conflictivas. (París Albert, 2009: 22).

En esta perspectiva, Darwin y los defensores de la Síntesis evolutiva caracterizan al conflicto como lucha y competencia, de la cual solamente quedan o son preservadas las razas más favorecidas, los más fuertes, en la lucha por la vida. Esto es el problema, la manera no solamente como concebimos al conflicto, sino como pensamos y diseñamos los medios para su regulación, en este sentido, el conflicto como «contraposición de intereses y/o percepciones, está siempre presente en todas las sociedades y actividades humanas [...] el carácter positivo o negativo de los conflictos no depende de sí mismos, sino más bien de los medios que son usados cuando los abordamos» (Muñoz, 2001: 28).

Nuestra cultura asocia el conflicto a la violencia, es decir; el conflicto necesariamente debe terminar en violencia o lucha para que tal conflicto desaparezca; esto es un error; violencia y conflicto son dos conceptos diferentes. «El conflicto es un fenómeno que se produce de manera natural y no tiene por qué ser negativo. Posee potencialidades positivas y cuando surge puede ayudarnos a fortalecer dimensiones en la relación que no había aflorado anteriormente» (Pérez Serrano y Pérez de Guzmán, 2011: 21). De esta manera la ocurrencia de violencia o lucha están asociados a la transformación negativa del conflicto. «Estas nociones son evidentes cuando nos damos cuenta de que la violencia lleva a una concepción negativa de los conflictos» (París Albert, 2009: 24); esta forma de tratar el conflicto solo lleva a la degradación de las relaciones, a eliminar el proceso constructivo inherente al conflicto, se hace necesaria una nueva visión; una perspectiva positiva del conflicto, mediante la cual si aceptamos que el «conflicto es indispensable para el crecimiento humano, hemos de concretar una visión creativa del conflicto que

concuera con la comprensión de la paz» (Lederach, 2000: 59). En el ámbito evolutivo, la concepción negativa del conflicto, llevaría necesariamente a minar no solamente la convivencia entre seres vivos, sino a poner en peligro su misma existencia. Esta perspectiva del conflicto, que no fue ajena a Darwin en la época victoriana, tampoco para sus seguidores, se presenta porque «vivimos en una cultura que ensalza la competitividad y la violencia» (Pérez Serrano y Pérez de Guzmán, 2011: 21). Contrariamente a esto, el conflicto en la naturaleza se torna en formas de interacción, donde si bien es cierto, hay ruptura de relaciones, sin embargo la naturaleza busca salvar creativamente tales dificultades para dar continuidad a la vida, no olvidemos que la vida en nuestro planeta y el entorno tienen la tendencia hacia el equilibrio, – conforme lo demuestra Lovelock (1985) – esto garantiza la continuidad de la vida y el proceso evolutivo; de esta manera, el conflicto en la naturaleza, se torna en una oportunidad de evolución. Es cierto que desde hace millones de años la vida está en constante conflicto, los minúsculos seres unicelulares como los seres más complejos (hongos, vegetales y animales), pugnan por conseguir alimento, un espacio donde desarrollarse, agua, luz para la fotosíntesis, etc. pero todas estas aparentes contradicciones solo han permitido crear nuevas formas de relación que han permitido a su vez una mayor proliferación de nuevas formas, de nuevas especies.

De otro lado, la violencia es «un fenómeno social, de carácter global [...] es una acción realizada contra el modo natural de proceder. No es innata, sino aprendida a través de los procesos de socialización» (Pérez Serrano y Pérez de Guzmán, 2011: 21), luego, la violencia al ser aprendida y permanecer en nuestras

formas de actuar, puede parecernos inevitable, cuando en realidad y naturalmente no es cierto. Miremos el siguiente comentario:

[...] las bases biológicas de la agresividad que se concretan en violencia destructora aparecen relativizadas por las referencias contextuales. Será, por eso, fundamental preguntarse a qué mecanismos sociales, a qué *cultura* de la violencia y de la paz, cabe atribuir más posibilidades de cooperación interna y externa. (Etxeberria, 2000: 156).

La cita anterior propone dos disyuntivas: la violencia puede generar cooperación interna y violencia externa; en tanto que grupos cohesionados (paz al interior del grupo) extenderán relaciones de cooperación, esto desde una perspectiva de «generalización a otros ámbitos de lo que se aprende en uno» (Etxeberria, 2000: 155), pero desde una perspectiva inspirada en un «factor estratégico y el modelo de diferenciación» (Etxeberria, 2000: 155), los grupos cooperativos pueden permanecer como tales, por cuanto la paz interna se garantiza mejor cuando hay un enemigo exterior. Al respecto nuestra propuesta se mantiene en aseverar que nuestras manifestaciones y relaciones sociales se corresponden a nuestro contexto y cultura; en consecuencia, si la violencia deriva de la socialización, entonces es un acto aprendido y para realizarlo, requiere de intencionalidad; esto es lo que se evidencia en el hombre; pero, que si bien aún existe reticencias en generalizarlo a los demás seres vivos, nadie puede evitarlo, como resulta evidente en los chimpancés, los cuales defienden su territorio frente a otros grupos lanzando objetos contundentes, muchas veces hiriendo y atentando inclusive contra la vida de los rivales; sin embargo muchas investigaciones afirman que tal comportamiento en los chimpancés son aprendidos, es decir no es consecuencia genética sino tiene un origen cultural, porque son «caracteres conductuales que se transmiten, no a través de sus genes, sino mediante el

aprendizaje. Uno de ellos es el lanzar piedras y palos con el propósito de ahuyentar a los intrusos» (Arca, 2012: 185), la misma fuente precisa que mientras en un grupo de chimpancés se observaba estas conductas violentas, otros grupos de la misma región no presentaban tal conducta, lo que refuerza la teoría de que tales conductas son producto del aprendizaje; pues «solo entre los chimpancés de una de las dos comunidades de Mahale no se observó que hubiera lanzamiento de objetos» (Arca, 2012: 186). De esta manera podemos afirmar que la violencia es aprendida de modo que puede ser modificada. Pero ¿cómo se explica el conflicto por alimento, territorio, pareja o algún elemento para sobrevivir?; un gato mata al ratón, las plantas trepadoras escalan árboles y se aprovechan de su savia, muchos microorganismos son parásitos de seres más grandes: Pues bien, aquí aparece una interacción natural que explica esta aparente violencia: la agresividad. «La agresividad es un impulso natural, una energía o fuerza interior que nos ayuda a hacer frente a los desafíos de la vida. Se entiende como elemento positivo inherente a la supervivencia» (Pérez Serrano y Pérez de Guzmán, 2011: 21), esto es lo que impulsa a un perro lanzarse tras un conejo –y preciso un conejo – para calmar su hambre y seguir viviendo, después de ello pueden pasar mil conejos, pero el perro ya está satisfecho, no desencadena una matanza, es decir no deviene en un hecho de violencia, y así ha sido a lo largo de toda la historia evolutiva.

Entonces ¿por qué la evolución está interpretada en clave de violencia? Lo que sucede es que los hechos violentos además de su naturaleza brutal y sensacionalista ha recibido el apoyo de la doctrina individualista y egoísta, que enaltece al individuo frente a otros a quienes mira como competidores y en consecuencia deben ser vencidos, de este modo Hobbes interpreta que “el hombre

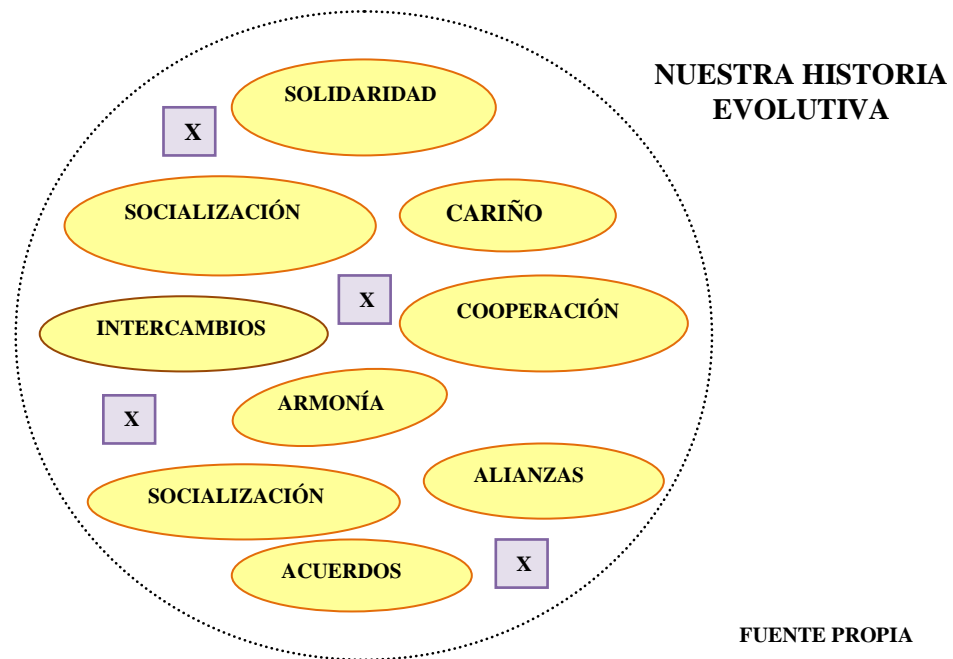
es lobo para el hombre”; además contribuyó de manera determinante a esta falsación del proceso evolutivo, la teoría darwinista, que justifica el éxito de los individuos y grupos más fuertes, despiadados y egoístas, esto podría entenderse que tiene repercusión en Karl Marx quien sostiene que “el motor de la historia es la lucha de clases”. Sin embargo en una carta dirigida a Engels el 18 de junio de 1862, Marx escribe:

Es remarcable ver cómo Darwin reconoce en los animales y las plantas su propia sociedad inglesa, con su división del trabajo, su competencia, sus aperturas de nuevos mercados, sus invenciones y su malthusiana lucha por la vida. Es el *bellum omnium contra omnes* de Hobbes, y recuerda a Hegel en la *Fenomenología*, donde la sociedad civil interviene en tanto que “reino animal del Espíritu”, mientras que en Darwin, es el reino animal el que interviene en tanto que sociedad civil. (Tort, 2004: 211).

Entonces el motor de la historia a que se refiere Marx para interpretar la dinámica social, difiere del pensamiento de Charles Darwin, quien en su selección natural eliminadora, no habría hecho, sino aplicar a la naturaleza un esquema interpretativo nacido de la despiadada dinámica observada en el seno de la sociedad inglesa de la época victoriana con el fin de concluir la naturaleza de la competencia y eliminación en la evolución de la vida. Darwin justifica entonces, la violencia, la competición desleal y las guerras como forma de imponer nuevos modelos y con ello la solución de los conflictos. No olvidemos el contexto social y de época a la cual representa Darwin; un contexto egoísta, individualista, competitivo y de dominio a los otros y otras, unos sufren para que otros gocen, el imperio británico alcanzó la cúspide de su revolución industrial y dominio colonial; un entorno donde prima la «gran tradición individualista inglesa de “Voy a hacerlo como me parece

adecuado, y tú o las consecuencias podéis iros al diablo” [...]» (Jay Gould, 2012: 162); quizá es mejor escucharlo del mismo Thomas Henry Huxley, el autotitulado «Bulldog de Darwin, por su destacada defensa de las ideas de éste» (García Gonzales, 2010: 151); cuando en 1888 escribía a uno de sus amigos: «Dada las circunstancias de la época, la guerra ha sido mi actividad y mi deber» (Jay Gould, 2012: 162). Este es el contexto, donde merece «recordar que, a diferencia de la respuesta cooperativa, la competición pone el énfasis en los intereses individuales a fin de cada persona logre «lo propio», sin tener en cuenta lo que afecta a los y las demás» (París Albert, 2009: 64).

Ahora bien si lo violento no es lo representativo en la Historia de la evolución de las especies ¿es la paz? La respuesta es sí, las experiencias y estancias que se utilizan para regular pacíficamente los conflictos, son mayoritarios, de esto tenemos muchos ejemplos en el ámbito antropológico: solidaridad, cooperación, cariño, socialización, pactos, alianzas, tratados de paz, acuerdos, negociaciones, armonía con la naturaleza, etc. Todas estas acciones son y han sido cotidianas, no causan mayor sensación o irrupción en el escenario social, de allí que la paz tenga un carácter silencioso pero abundante en múltiples y pequeñas gestiones de conflictos, cuya sumatoria se consolida en una característica dominante.



En la historia del proceso evolutivo, los conflictos se regulan y transforman de manera mayoritaria con hechos y experiencias pacíficas, los mecanismos violentos (X) son minoritarios. Esto nos lleva a replantear el mecanismo evolutivo y reescribirla desde una perspectiva más realista; al mismo tiempo, es necesario crear más espacios de diálogo y apertura al interior de la Biología, con el ánimo de reorientar aquellas teorías que consideran a la violencia como el motor responsable del dinamismo de la vida, hacen a pesar de no ser numerosos. Queda por realizar el llamado *empoderamiento pacifista* en el ámbito de la biología evolutiva, en la medida que los métodos pacíficos para el tratamiento de los conflictos naturales muestran una mayor correlación con la realidad y naturaleza de la existencia, de esta manera por muy insignificantes que parezcan los hechos de paz, ellos constituyen en gestores del engrandecimiento y proliferación de la vida. De este modo y a la luz de la realidad y naturaleza de la vida, la cooperación se

constituye en un hecho pacífico que se encuentra en la base misma de la evolución; la cooperación es el mecanismo natural que transforma los conflictos surgidos en el escenario de la vida que permite llevarla hacia niveles de mayor diversidad y complejidad; el conflicto en la vida «es como el agua, se necesita para vivir y también para el progreso: Pero cuando hay demasiada agua en un lugar equivocado, hay que construir puentes y canales para evitar la catástrofe» (Pérez Serrano y Pérez de Guzmán, 2011: 19), ahora bien, tales puentes y canales necesarios e indispensables para evitar una catástrofe y desaparición de la vida, es lo que he llamado cooperación natural, la cual se funda en una perspectiva positiva de los conflictos existentes en la naturaleza. Se entiende a la cooperación como la «respuesta contraria a la competición» (París Albert, 2009: 62), que pone los intereses comunes antes que el provecho individual; una respuesta más exitosa para transformar los conflictos de la vida, en oportunidades de trascendencia y multiplicidad de ella, de esta manera la cooperación se constituye en «la respuesta más propicia a la transformación de los conflictos por medios pacíficos» (París Albert, 2009: 63) y naturales; los caminos de la vida, son caminos de conflictos, debido a ellos y desde ellos, a lo largo de millones de años, los seres vivos tienen éxito y diversidad en nuestro planeta. Sin embargo, los seres humanos hemos interpretado, de modo diferente, hemos optado por la perspectiva negativa del conflicto, con base en la lucha y competición; esto es lo que Darwin propone y defiende, interpretar el dinamismo de la vida «mediante el uso de poderes destructivos basados en la actitud de la amenaza y competición» (París Albert, 2009: 74). El siguiente cuadro permite resumir la visión del conflicto y el medio,

propuesto para su transformación; queda claro que nuestra propuesta nace de la concepción positiva del conflicto.

CONCEPCIÓN DEL CONFLICTO	MEDIOS DE TRANSFORMACIÓN	CONSECUENCIAS
Visión negativa	Violentos: lucha, competición	Dstrucción. Solo viven los más fuertes. Nuestro mundo estaría poblado solamente por los más aptos.
Visión positiva	Pacíficos: cooperación	Evolución. Todos los seres son necesarios e interdependientes para garantizar la continuidad de la vida. La biodiversidad es característica del planeta.

FUENTE PROPIA

La cooperación natural así como la paz, «puede ser sentida, percibida, y pensada desde múltiples puntos, espacios y ámbitos» (Muñoz, 2001: 21); en efecto todas las fuentes bibliográficas, estudios y autores, reconocen y documentan la existencia de relaciones cooperativas a los largo de la evolución biológica, sin embargo, las consideran como casos aislados y que no presentan mayor trascendencia e influencia en el dinamismo evolutivo; así se reconocen relaciones altruistas, gregarismo, relaciones parentales, sociedades, colonias, simbiosis, etc. como casos especiales que existen a la sombra de la competencia, lucha y violencia, que se constituyen en los medios para transformar los conflictos naturales. Una clara perspectiva violentológica en la interpretación de la evolución de la vida, lo cual «no está exenta de una cierta disonancia cognoscitiva a veces cercana a la esquizofrenia. Puesto que se desea, se busca, se valora más la paz, pero sin embargo se piensa en claves de violencia» (Muñoz, 2001: 22), este proceso corrupto – como lo precisa Muñoz (2001) –, de la mano de una cultura cómplice, finalmente promueve a la violencia competitiva en el mecanismo natural evolutivo. A

continuación se presentan los principales conflictos que he identificado en los seres vivientes y el medioambiente, así como su transformación natural que han devenido en formas de cooperación natural.

CONFLICTOS EVOLUTIVOS	COOPERACIÓN NATURAL
Conflictos intraespecies (al interior de la especie).	Cooperación intraespecies (elimina tensiones y promueve mejores vínculos al interior de la especie).
Conflictos interespecies (entre individuos de especies diferentes).	Cooperación interespecies (simbiosis).
Conflictos transespecies (especies-medioambiente), ambientales o globales. Trans= más allá de, al otro lado de	Cooperación integral, integradora, o cooperación Gaia (fríamente se la llama, para ciertos casos, adaptación). Las relaciones de cooperación se intensifican en el tiempo y el espacio lo cual genera la evolución.

FUENTE PROPIA

La naturaleza ha inventado un medio para transformar los conflictos de la vida, un medio de naturaleza pacifista; la cooperación natural, y el resultado de transmutar los conflictos vía la cooperación natural, es la evolución. La vida es caprichosa e inquieta, genera conflictos inevitablemente, pero la naturaleza, busca maneras de cambiar esos conflictos o discordias, intensificando las redes de interconexión, vía la cooperación, solo así prolifera y evoluciona la vida en más y variadas especies como resultado de estas relaciones cooperativas en la naturaleza, donde es evidente que ninguna población crezcan o prosperen solas, lo real es todo lo contrario.

Si aceptamos que esta convivencia influye en la forma en que crece cada una de las especies que encontramos en la comunidad multiespecífica, entonces aceptamos que las interacciones son un determinante fundamental del funcionamiento y de la composición de una comunidad. (Aguiar, 2006: 49).

En consecuencia las interrelaciones cooperativas permiten no solamente el éxito evolutivo de las especies, sino también, tales interacciones hacen referencia al mantenimiento del equilibrio u homeostasis en nuestro planeta, la coexistencia cooperativa, a pesar de existencia natural de conflictos, permite a las especies una interacción entre ellas y con el medio en un espacio y tiempo determinados.

Los conflictos intraespecies, – la llamada competencia intraespecífica en el lenguaje de la biología actual – se refieren a los conflictos que se suscitan entre los individuos de una población (misma especie), donde la pugna es por la disponibilidad de recursos: territorio, agua, luz, o por conservar el liderazgo, una pareja reproductiva, etc. así por ejemplo los «cachorros de perros, de cerdos, etc. compiten entre sí para amamantarse» (Erazo Parga y Cárdenas Romero, 2013: 74), o cuando la agresividad lleva a enfrentarse a los machos por lograr una pareja, o los «leones matan a las crías de machos diferentes para dominar el grupo. Los ciervos machos, pelean entre ellos con sus astas para ganar la hembra con la cual se aparearán. Muchas especies de plantas también compiten para obtener la luz solar, creciendo en altura» (Erazo Parga y Cárdenas Romero, 2013: 75). Frente a estos conflictos la naturaleza, desde hace millones de años, ha salido airosa; los cachorros de animales llegan a la edad adulta – si bien no todos – y dispersan su especie, los animales machos dejan descendencia para lo cual la naturaleza invento el sexo y la reproducción sexual, se dispersan las semillas y esporas de aquellos vegetales que buscaban luz; en suma la especie progresa, evoluciona trayendo novedades al escenario de la vida. Estas manifestaciones constituyen la cooperación intraespecies por la cual se obtiene mejor y optimizan alimentos y otros recursos, establecen mejor en un determinado territorio, mejora en la reproducción y cuidado de la

descendencia, se forman familias y sociedades. En el siguiente cuadro se resumen estas ideas.

CONFLICTOS INTRAESPECIES	COOPERACIÓN INTRAESPECIES
<p>Conflictos entre dos individuos por:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Recursos del medio ambiente: un espacio determinado, nutrientes del suelo, agua, luz. -Reproducirse: pugna por una pareja reproductiva. -Liderazgo o dominancia social: un individuo de la población se impone en el grupo. 	<p>Los individuos de una población cooperan para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obtener alimentos. - Mejorar la caza. - Defenderse con mayor efectividad frente a depredadores de la especie. - Reproducirse: al interior del grupo es más fácil encontrar pareja por cercanía con el sexo opuesto. - Proteger y cuidar a la crías. - Formar sociedades y otras formas de asociación.

FUENTE PROPIA

Los conflictos interespecies se refieren a los que se presentan entre individuos de especies diferentes, es decir aquellos conflictos que «surgen en una comunidad biótica entre los individuos de especies diferentes» (Erazo Parga y Cárdenas Romero, 2013: 74), la pugna es por territorio, alimentos, luz, agua, protección, etc. A este tipo de conflicto la biología y en particular la ecología ortodoxa la denominan «competencia interespecífica» (Gaxiola y Armesto, 2012: 30). Como se evidencia, la biología actual reconoce estos conflictos y su transformación desde una perspectiva competitiva-violentológica y los engloba sesgadamente en un tipo de relaciones, denominada relaciones interespecíficas, donde la cooperación es solo un tipo más de relación tanto al interior de una especie como entre individuos de especies diferentes. Las relaciones interespecíficas, según Romero Cabello (2007), son aquellas «relaciones entre los organismos de diferentes especies, las relaciones interespecíficas se clasifican en positivas y negativas» (Romero Cabello, 2007: 7), de esta manera y según el mismo autor, la depredación

es positiva para el depredador y negativa para la presa; el mutualismo es positivo para ambos individuos relacionados; el comensalismo es positivo para el comensal y para el huésped resulta neutro; en el parasitismo la relación es positiva para el parásito y negativa para el huésped que resulta dañado; en la antibiosis, «relación interespecífica en la que un pequeño microorganismo produce, libera o genera una sustancia, producto o elemento que inhibe la vida de otros organismos» (Romero Cabello, 2007: 7-8), resulta positivo para uno y negativo para el otro, que resulta muerto. Como se evidencia en el paradigma biológico actual, siempre se reconoce el papel de la competencia y la lucha, unos resultan favorecidos en tanto otros resultan vencidos, todo lo cual contradice la realidad, la cual muestra que todas las relaciones tienen un solo objetivo: la preservación de la vida y su evolución constante.

Corresponde a esta categoría la simbiosis, término acuñado por el alemán H. A. de Bary en 1879, para referirse a un tipo de vida entre dos organismos diferentes. «La expresión organismos diferentes, pronto significó miembros de especies diferentes» (Margulis, 2003 a: 162), paulatinamente el término se concibió de maneras diferentes pero teniendo en cuenta las ventajas o desventajas que significa para los simbioses: «La simbiosis se aplica a dos tipos diferentes de organismos que viven juntos. [...] Los tres tipos principales de simbiosis – el comensalismo, el mutualismo y el parasitismo – se diferencian en función del perjuicio o beneficio causado al hospedador» (Ingraham y Ingraham, 1998: 334-335), la definición progresa al considerar a «todo tipo de vida en común entre dos organismos que ocupan un mismo lugar en contacto cercano» (Sarmiento y otros,

2001: 93); lo cual sugiere no solamente una vida en común, sino también que la interrelación es positiva para los organismos involucrados:

Simbiosis literalmente significa ‘vida en unión’, y corresponde a las interrelaciones positivas que presentan organismos de diferente especie. Asociación de organismos de distinta especie, de la cual ambos obtienen ciertos beneficios. Se presenta en ecosistemas muy maduros y evolucionados, y con gran nivel de autorregulación. Procesos similares a la simbiosis comprenden el mutualismo, el comensalismo, la predación, la competencia y el parasitismo (Fraume Restrepo, 2006: 289).

Sarmiento y otros (2001: 93-94) recuerdan que las asociaciones simbióticas o de vida en común, se representan a través de la combinación de símbolos matemáticos entre los simbioses: “ + ” significa ventaja o ganancia para el simbiote, el símbolo “ - ” hace alusión a la desventaja o pérdida para el simbiote y el cero “0” hace referencia a una relación neutra que no afecta ni beneficia en nada al simbiote o simbioses; también en relación al tiempo, la relación simbiótica puede ser de forma obligada o permanente y de forma facultativa o momentánea. Veamos la clasificación y la relación de pérdida o ganancia que los autores señalan:

Existen varios tipos de simbiosis, a saber:

- ++: Mutualismo: los dos ganan siempre.
- ++: Protocooperación: los dos ganan mientras están en contacto.
- +0: Comensalismo: uno gana y el otro no se afecta en contacto permanente.
- +0: Inquilinismo: uno gana y el otro no se afecta mientras están en contacto.
- + - : Parasitismo: el uno gana y el otro pierde en una relación de contacto permanente.
- + - : Predación: el uno gana y el otro pierde la vida inmediatamente.

00: Neutralismo: ninguno gana ni pierde.

-0: Amensalismo: uno pierde y el otro no se afecta en la relación de contacto permanente. (Sarmiento y otros, 2001: 93-94).

Una definición más moderna implica considerar a la simbiosis, con sus diversas manifestaciones y tipos, como una relación entre individuos de especies diferentes pero en la cual no se maximice la premisa costo-beneficio, tan requerida e indispensable por el darwinismo, de esta manera simbiosis «se refiere a asociaciones físicas prolongadas entre organismos de diferentes especies, sin tener en cuenta el resultado» (Margulis, 2003 a: 164), esta definición no considera los efectos secundarios que pueden significar para «cada uno de los dos organismos unidos en simbiosis» (Fraume Restrepo, 2006: 289) o simbiotes; y de hecho, se torna en una definición más realista y acorde con la naturaleza en cuanto existen una enorme red de relaciones.

Una de las definiciones que llama la atención en las relaciones simbióticas es el neutralismo o «convivencia pacífica 0/0. Ninguna población se ve afectada intra e interespecífica. Ejemplo jirafa/cebra» (De La Llata Loyola, 2006: 82), en cuanto la jirafa se alimenta de las hojas y ramas de los árboles, en tanto la cebra lo hace del pasto que prospera al nivel del suelo, ninguno de los animales afecta al otro, ninguno intenta quitarle alimento al otro; las dos especies viven en la misma área y ninguna tiene un efecto positivo ni negativo sobre la otra.

No se afecta el crecimiento o la densidad de la población vecina, lo que significa que no hay acción recíproca entre las poblaciones. Es el caso de una población de plantas epífitas y una población de roedores, los cuales habitan en el mismo ecosistema, pero no existe interacción entre ambas poblaciones. (Campos Gómez, 2003: 25).

Siguiendo este razonamiento hay neutralismo entre dos especies de aves cuando comparten un mismo árbol; una especie de aves construye nidos y come principalmente semillas, mientras que la otra especie vive en los agujeros del árbol y se alimenta principalmente de los insectos que llegan. No hay competencia por alimento o refugio, y ninguna de las aves necesita de las otras para apoyo o sostén alguno. Nada más falso, ambas especies; jirafa y cebra, epífitas y roedores o las aves de especies diferentes viven compartiendo el mismo lugar; esto ya es cooperación, pues la sabana, el árbol o el medio físico es el que consume la interrelación para permitir la vida. Nada es neutro o aislado en la continuidad y evolución de la vida.

CONFLICTOS INTERESPECIES	COOPERACIÓN INTERESPECIES
<p>Conflictos entre individuos de especies diferentes por:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Recursos del medio ambiente: un espacio determinado, nutrientes del suelo, agua, luz. -Liderazgo o dominancia social: un individuo de la población se impone en el grupo. 	<p>Los seres vivos de especies diferentes establecen relaciones cooperativas y se influyen mutuamente a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Simbiosis: mutualismo, comensalismo, inquilinismo, parasitismo, predación, amensalismo, etc.

FUENTE PROPIA

Los conflictos transespecies hacen referencia a aquellas tensiones inevitables y naturales que se dan entre los seres vivos en sus relaciones con el medio ambiente, porque la «vida misma es una paradoja, y lejos de evitar o suprimir esta naturaleza, deberíamos valorarla y buscar hacerla productiva y beneficiosa. Los conflictos son una manifestación cotidiana de la vida y su calidad paradójica» (Lederach, 2000: 59). De modo que en la vida, los conflictos con el medio ambiente son oportunidades de mejora, el impulso natural para evolucionar, tales conflictos pueden ser originados por catástrofes ambientales, disponibilidad de recursos:

alimentos, agua, luz, condiciones climáticas cambiantes, hábitat e inclusive por razones extraplanetarias como la caída de meteoritos. Frente a estos conflictos que además consideran aquellos que se manifiestan en el mundo no vivo: fenómenos, sustancias, moléculas y átomos; sale al encuentro la cooperación integral, integradora o cooperación Gaia; este tipo de cooperación se fundamenta en la dimensión ecológica de la paz que da lugar a la paz integral o paz Gaia, que es la faceta o dimensión «ecológica o natural de la paz: Dado que no es posible separar las tres dimensiones de la paz, no será posible una paz global, es decir un desarrollo humano sostenible para toda la humanidad, sin respetar los derechos del medio ambiente» (Jiménez Bautista, 2011: 169). Resulta entonces, que la cooperación Gaia transforma los conflictos entre los seres vivos con el entorno o medio ambiente en un momento determinado; entre la biota y el biotopo, la vida en relación a su ambiente y viceversa; para generar oportunidades tendientes a preservar la vida. Todos los seres vivos hacen uso de energía y eliminan al medio ambiente sustancias con alto grado de desorden, todo ello para mantener sus funciones vitales; disminuir su entropía interna (entropía negativa), para crecer y reproducirse; el ambiente proporciona la energía y acepta los desechos a los cuales los transforma y propicia condiciones deseables para la prosperidad de la vida; esto mantiene el equilibrio planetario debido a las condiciones constantes y óptimas para la vida; la *homeostasis* a la que hace referencia Lovelock (1985). Luego, la biocenosis de la Tierra es un gran sistema que «forma un todo orgánico, autorreproducible, autorregulatorio y teleológico. Gaia y sus subsistemas son organizados jerárquicamente con base en un mutualismo entre sus diferentes niveles, desequilibrio, diversificación y cooperación». (Jacorzynski, 2004: 118), de

esta manera la cooperación gaia interrelaciona: biósfera, atmósfera, hidrósfera y el suelo con su riqueza de materia orgánica sin vida. Gran parte de estas interrelaciones fueron tratadas en el apartado sobre la Hipótesis Gaia. A continuación un esquema de los conflictos entre las especies vivas y el ambiente (conflictos transespecies) y su transformación natural pacífica o cooperación integral.

CONFLICTOS TRANSESPECIES	COOPERACIÓN GAIA O INTEGRAL
<p>Conflictos entre los seres vivos y el medio ambiente, expresado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Recursos del medio ambiente entendido como un lugar para vivir, nutrientes del suelo, agua, luz. -Composición química del medio ambiente: de la atmósfera, suelo, mares. 	<p>Todos los seres vivos y especies del planeta se interrelacionan y cooperan con el medio para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Garantizar el flujo materia y energía. - Propiciar un ambiente para la perpetuación de la vida. - Regular la composición química del suelo, atmósfera y aguas. <p>La cooperación a escala global es la que impulsa la evolución de las especies.</p>

FUENTE PROPIA

Para entender el papel de la cooperación como motor de la evolución, es necesario un nuevo paradigma que considere un giro epistemológico, lo cual implica un cambio de visión, y por cierto, significa pasar «del paradigma de la confrontación al paradigma de la cooperación como el estudio de la identidad, del reconocimiento y la autonomía implicando equidad» (Martínez Guzmán, 2001: 102); esto es lo que a continuación se trata.

4.1.2. COOPERACIÓN IMPERFECTA.

La cooperación natural, la concibo como el mecanismo natural fundador y constante de la evolución de la vida en nuestro planeta; como el medio, el camino que conlleva a la novedad evolutiva de las especies; sin embargo esta cooperación, como todo evento universal, no es perfecta, es inacabada, está en constante proceso

dado su carácter dinámico en el tiempo y el espacio, es una cooperación imperfecta o perfectible, es inacabada y dado este carácter de la cooperación, es posible que la evolución de la vida haya tenido un punto de partida y continúe en nuestro planeta; de esta manera el proceso evolutivo se torna en un continuo caminar con novedades en la vida, tejiendo cada vez más redes interdependientes, lo cual dota a la evolución como un hecho sujeto a cambios, de tal modo que se torna en dinámica, de allí su carácter de proceso evolutivo; es decir: la imperfección o realidad inacabada de la cooperación, concede el dinamismo a la evolución. Sin embargo a pesar del fundamento cooperativo, la evolución no es un hecho acabado o continúa su camino de manera rutinaria o inercial, sino que conlleva novedades dada la presencia de conflictos intraespecies, interespecies o transespecies. La cooperación natural en el proceso evolutivo convive con muchos conflictos; de esta manifestación del hecho evolutivo se desprende la cooperación imperfecta; de considerarse solamente a la cooperación con toda la significancia que el término alude: cooperación perfecta, sería observar e interpretar la realidad desde un idealismo puro y romántico de la vida, en este sentido el giro epistemológico y el cambio de paradigma sería simplemente un juego de palabras, «supondría pasar de una ceguera violentológica a una ceguera pacífica» (Jiménez Bautista, 2011: 134), y en conclusión nada habría cambiado en esencia. En efecto, la perspectiva que tiene el presente trabajo, dista mucho de considerar hechos o fenómenos puros, que ha modo de precisión, no existen como tales en el universo; consecuentemente ante la imposibilidad de expresar en lenguaje humano la intrincada red de relaciones interdependientes que se manifiestan en la vida y el proceso evolutivo de los seres vivientes y entre estos y el entorno físico, he decidido llamar al conjunto de estas

interrelaciones cooperación natural, la cual evidentemente no es un término neutro y puro, sino que dada la presencia constante y natural de conflictos, se torna en un proceso, esto es lo que es, un proceso inacabado que no ostenta su máxima cualidad que podría merecerse el epíteto de perfección; es en este contexto que considero a la cooperación que naturalmente se manifiesta en la evolución, como relaciones de mutua interdependencia pero también como relaciones de condición imperfecta a causa de la presencia natural de conflictos, razón por la cual los seres vivos necesaria y « paradójicamente, han de cooperar para contender» (Lederach, 2000: 58), a lo largo del proceso evolutivo.

El concepto de cooperación imperfecta – reitero no como un proceso fijo, sino como un carácter que hace pensar en la cooperación ideal, tal como una asíntota matemática que jamás logra tocar a la curva de función – la fundo o inspiro en el concepto de paz imperfecta de Francisco Muñoz: « [...] la paz imperfecta, *la paz como proceso* inacabado pero del cual existen muchas experiencias en todas las realidades sociales» (Muñoz, 2001: 7). En este sentido la cooperación natural imperfecta son aquellas realidades colaborativas, las interrelaciones que permiten a los seres orgánicos obtener los resultados más favorables y viables para sortear los conflictos que dificultan la evolución como novedad biológica; es una respuesta, una estrategia natural en la complejidad de la vida que discurre a lo largo del tiempo y del espacio, bajo la forma de multiplicidad de realidades y experiencias cooperativas naturales involucradas en el proceso evolutivo.

Es así que la cooperación natural se constituye en una respuesta realista a la propuesta violentológica en la evolución, una respuesta, que como la paz, es un proceso creador pero que convive con muchos conflictos, lo cual la hace

imperfecta: «[...] uso el concepto de paz imperfecta, para definir aquellos espacios e instancias en las que se pueden detectar acciones que crean paz, a pesar de que estén en contextos en los que existen los conflictos y la violencia» (Muñoz y Molina, 2009: 47). En este sentido, no niego la existencia de conflictos en el escenario de la vida, como tampoco la existencia de la competencia y la lucha, lo que niego es que este tipo de relaciones sean la guía natural que dirigen el proceso evolutivo, se constituyan en el mecanismo evolutivo por excelencia en relación al paradigma dominante en la biología evolutiva actual. La siguiente cita es ilustrativa respecto a las afirmaciones, aunque la reflexión proceda del ámbito de la sociedad humana, – específicamente de una tribu cuyas relaciones son del tipo cooperativas – vale para evidenciar la existencia de la cooperación imperfecta.

La existencia de competiciones deportivas, de luchas y desafíos entre los indios prueba que es posible convivir con la competición y concebirla incluso como una dimensión del ser humano. Pero hay diferentes formas de concebir una competición. Esta puede ser un medio para alcanzar una meta o incluso solo una manifestación de alguna característica humana. El problema surge cuando se convierte en un fin en sí misma o el principio que dicta la conducta de toda la sociedad. (Abdalla Guerrieri, 2007: 128).

La evolución se presenta en la historia de la existencia como un gran conflicto, el cual se gestiona y transcurre, merced a interrelaciones cooperativas tendientes a buscar el equilibrio más no la destrucción de la vida, tal equilibrio si bien no acabado, requiere de todas las fuerzas orientadas hacia una auto organización cada vez más compleja. La cooperación es el motor natural de la evolución biológica, a esta cooperación natural, muchas veces mal interpretada o entendida de modo sesgado, aparecen en ciertas relaciones entre miembros de una

población o entre individuos de especies diferentes, de tal manera aparecen conceptos como: altruismo o simbiosis en algunas de sus variantes.

Veamos algunos ejemplos de esta cooperación natural imperfecta.

En los animales una de las relaciones interespecíficas (evidencia de la cooperación interespecies) o entre individuos de especies diferentes es la depredación, los individuos de una población (depredadores) afecta directamente a los individuos de otra población y especie diferente (víctimas o presas, «mediante ataque directo, la muerte es inmediata; sin embargo, el depredador depende de sus presas para sobrevivir, [...]. El sistema depredador-presa es una forma del equilibrio dinámico de la naturaleza entre las diferentes poblaciones» (De La Llata Loyola, 2006: 87), este el caso del león-gacela, puma-venado, gato-ratón, vacas-pasto, arañas-moscas; etc. la vida del depredador depende de su víctima, pero muy desastroso que parezca las víctimas como población persisten en el tiempo; manteniéndose –a pesar de esta imperfección – el equilibrio en la naturaleza, ni los depredadores han perecido de hambre con la consecuente eliminación de su especie; ni las presas han desaparecido como especie, con la muerte de algunos de sus miembros colaboran en la preservación de la vida de sus depredadores, todo lo cual dista de ser una cooperación perfecta. Más aún se acentúa cuando el predador ha desarrollado adaptaciones en la coloración para ocultarse o el camuflaje para «pasar inadvertido por sus presas o por sus depredadores. Ejemplos: las rayas de los tigres y de las cebras que se confunden con los cambios de luz y sombra de su hábitat» (De La Llata Loyola, 2006: 87), el color de ciertas aves semejante al medio circundante, la coloración verde de los saltamontes le permite pasar inadvertido en la hojas (Anexo 13), o el mecanismo de defensa a través del cambio de coloración o

coloración críptica, referida a «todas las coloraciones que permiten a las presas confundirse con el medio y evitar ser vistas por sus depredadores» (Escolástico León y otros, 2013: 185), tal es el caso del «insecto hoja (verde o café), insecto palo, escarabajos que parecen trozos de corteza, pez piedra, etcétera.» (De La Llata Loyola, 2006: 88), esta son algunas de las imperfecciones que aparecen en la dualidad predador-presa.

En el mundo vegetal, por ejemplo se presenta el parasitismo como el que se presenta entre el muérdago y ciertos árboles: «el muérdago (*Viscum album*), que vive parásito sobre las ramas de ciertos árboles como los pinos y manzanos» (Escolástico León y otros, 2013: 188), esto es un caso de macroparasitismo, el muérdago se desarrolla alimentándose de la savia que producen los árboles a los cuales parasita y muchas veces los mata al secarlos completamente. En el mundo microscópico, los protozoarios que habitan el suelo depredan a bacterias, pues los millones de protozoarios que viven en el suelo «se alimentan principalmente de bacterias y hongos. [...]. Los microdepredadores forman parte importante de los ciclos bioquímicos del suelo, ya que la degradación que hacen de las bacterias aumenta la fertilidad del suelo» (Anaya Lang y otros, 2001: 117-118).

Todas estas experiencias naturales de cooperación desde la perspectiva de los conflictos, también naturales, no hacen sino reafirmar su existencia real en cada expresión de la vida a lo largo y ancho de nuestro planeta, esta cooperación dada la presencia de conflictos, se torna en inacabada, en imperfecta pero que sin embargo ha sido y es garantía de la propia condición de existencia de los seres vivos, así como de su evolución en la historia de la vida; es así que si consideramos a la vida en la Tierra como un todo; este todo requiere de un conjunto de interrelaciones e

interdependencias que hagan posible la existencia de ese todo; a semejanza y tal como el «todo social depende de la continuidad de sus partes» (Muñoz, 2001: 31), de esta manera, son las constantes y millones de expresiones naturales de cooperación que se manifiestan entre los seres vivos y con el medio, el mecanismo que impulsa la vida y la evolución. Los seres vivos agrupados en especies evolucionan constantemente pero los conflictos no se quedan atrás, son una realidad permanente y persistente; Muñoz (2001) lo resalta del siguiente modo: «las realidades sociales y ambientales «evolucionan» continuamente, las formas conflictivas también» (Muñoz, 2001: 33); esta realidad de la cooperación hace de ella un proceso inacabado, en constante perfectibilidad, una realidad incompleta que orienta y guía la evolución de la vida. «Esta comprensión del carácter «procesal» de la paz, [...], está además sustentado con los planteamientos teóricos y epistemológicos sobre la comprensión de las dinámicas de la naturaleza y los seres vivos» (Muñoz, 2001: 33). Más aún si reconocemos que los seres vivos, las poblaciones, especies y/o ecosistemas no son sistemas cerrados, al contrario la constante es buscar el equilibrio y en este sentido aunque nunca logran tal estado, constantemente intercambian y se relacionan con el medio ambiente y viceversa, lo que «les permite – y obliga – a estar continuamente insertos en procesos de autoorganización» (Muñoz, 2001: 34), esta realidad supone una constante relación bidireccional y procesos de retroalimentación cuyo fin es la evolución de los seres vivos. Aceptar esta perspectiva en el proceso evolutivo implica una apertura hacia nuevas epistemologías, nuevas formas de interpretar la realidad hasta donde nos es permitido conocer con nuestras limitaciones de seres humanos, nuevas teorías científicas que se muestren más abiertas y tolerantes, una ciencia libre de

reduccionismos y egoísmo dogmático; aseverar que la evolución no es más que la selección natural de los más aptos que logran un puesto en la escena de la vida y de ese modo dejar descendencia fértil con la consecuente la continuidad de sus genes, es un craso error; la ciencia actual concede mucha importancia a un modo de pensamiento reduccionista, descompone la complejidad de la vida al conceder importancia capital a la lucha constante y «luego intenta explicar la totalidad mediante las propiedades de aquellas partes y a partir de interacciones simples, perfectamente predecibles a partir de las partes» (Jay Gould, 2012: 297), y esto es el problema, nos perdemos el bosque por mirar un árbol, nos perdemos la riqueza de la interdependencia en las sabanas africanas por ver como *una y solo una* cebra es devorada por varios leones. De modo tal que el «método reduccionista funciona de manera triunfante para sistemas simples: predecir eclipses o el movimiento de los planetas (pero no la historia de sus complejas superficies)» (Jay Gould, 2012: 297). El método en cuestión no sirve para sistemas tan complejos como los organismos vivos, más aún, si la vida depende de interrelaciones con el medio circundante. Imaginemos ahora a la Tierra con todos los seres vivos sobre ella, pululando dentro y sobre en el suelo, en las aguas en el aire, interdependientes con todos los hábitats existentes, ¿será posible comprender esta complejidad con una visión reduccionista? la respuesta es un rotundo no. En consecuencia se hace necesaria un nuevo paradigma que considere constructos epistemológicos abiertos, tolerantes, que considere la complejidad de la vida, con espacios abiertos al diálogo teniendo como marco de referencia una realidad conflictiva; esto es lo que he considerado para estructural el concepto de cooperación imperfecta.

[...] epistemológicamente el concepto de *imperfección* -por construir-, nos aleja de las visiones «objetivas», cerradas, dogmáticas, para

acercarnos a las «intersubjetivas» -conflictivas como los propios sujetos de la percepción-, abiertas, debatibles, necesitadas de la comunicación. (Muñoz, 2001: 35).

Se hace necesario despojarnos de nuestra arrogancia y egoísmo para dar oportunidad a otras maneras de interpretar la realidad, la verdad no es propiedad exclusiva de nadie, de ninguna orientación científica, porque en la ciencia no existe el principio de autoridad de modo que las cosas deberían ser como tal o porque algún miembro de la comunidad científica lo dijo; en ciencia existe o debe existir un diálogo alturado, una verdadera democracia y libertad cuyo objetivo sea acercarnos a la realidad conscientes de que jamás alcanzaremos la verdad suprema, y esto es lo que nos dice la historia de la ciencia, no existe una verdad acabada, una teoría sucede a otra y no por ello la anterior es mala. La teoría darwinista peca de reduccionista, se equivoca al tratar de explicar la realidad evolutiva desde una de sus partes – quizá la más observable culturalmente – la lucha, la violencia o competencia; pero sin embargo no por equivocarse es nociva, al contrario se constituye en una oportunidad de mejora en la visión de la realidad desde otras formas de abordar la naturaleza.

4.2. DEL GEN EGOISTA AL GEN COOPERATIVO.

En la época en que se elaboró la Teoría Sintética se hablaba de un gen-un carácter. Posteriormente, se pasó a asociar un gen con una proteína y, finalmente se ha comprobado que la información genética es algo de una complejidad difícil de abarcar, porque implica muchas interrelaciones entre los genes, las proteínas y su entorno, por lo que esta última consideración no es popular en el ámbito biológico en general y no entra en los cánones explicativos de la Síntesis moderna en

particular. Una muestra de la concepción discreta y *atomista* del gen que persiste en el neodarwinismo es Richard Dawkins, zoólogo, teórico evolutivo, así como, divulgador científico británico, cuyos postulados a lo largo de muchas de sus obras, en especial el libro titulado *El gen egoísta*, explica el hecho evolutivo desde la perspectiva genética, donde los genes serían las unidades sobre los cuales actúa la evolución. Para lograr su persistencia en el tiempo, los genes se comportan de manera egoísta, esto constituye una metáfora (que por cierto de metáforas está plagada el libro), con la que el autor trata de explicar el éxito de la supervivencia de un gen en relación con su capacidad de adecuarse al medio ambiente, para ello, el gen usa a las células y organismos que los contienen (las máquinas de supervivencia de los genes), y mediante la competencia, el individualismo y haciendo trampas tratan de prevalecer sobre el resto de genes.

Dawkins inicia su libro poniendo en claro el propósito del hecho evolutivo al precisar que muchos autores se equivocaron y entendieron de manera equivocada cómo opera la evolución: «Supusieron, incorrectamente, que el factor importante en la evolución es el bien de la especie (o grupo) en lugar del bien del individuo (gen)» (Dawkins, 1993a: 36); pero además precisa que el propósito de su libro es examinar la biología del egoísmo y del altruismo, en el sentido que nuestro cuerpo y el de los demás seres vivos no son sino máquinas creadas por nuestros genes los cuales «han sobrevivido, en algunos casos durante millones de años, en un mundo altamente competitivo» (Dawkins, 1993a: 37), de esta manera – precisa Dawkins – que una cualidad predominante a esperarse en un gen próspero será el egoísmo despiadado o cruel, esta cualidad llega inclusive a compararlo con los «prósperos gangsters de Chicago» (Dawkins, 1993a: 37); realmente estas consideraciones

distan mucho ya de la metáfora del egoísmo que dice usar Dawkins, como ya se hace patente en el inicio mismo del libro, este cargado de una fuerte dosis de individualismo, competencia, lucha despiadada y egoísmo cruel, fundamentos propios del más puro darwinismo y tal es el propósito.

Los genes considerados por Dawkins como «una unidad genética que es bastante pequeña para durar un gran número de generaciones y para ser distribuida y esparcida en forma de muchas copias» (Dawkins, 1993a: 94), esta unidad que «no es indivisible, pero rara vez es dividido» (Dawkins, 1993a: 96), sería el factor de selección, ya que la selección natural «considerada en su forma más general, significa la supervivencia diferencial de los seres» (Dawkins, 1993a: 94), pero como los seres vivos algún momento dejarán de existir, se hace necesaria que dejen descendencia, es decir copias de sí mismos de tal manera que se garantice que potencialmente persistan en un periodo significativo de tiempo evolutivo lo cual implica miles y a veces millones de años, cualidad que es imposible cumplir por los individuos, una población o especie. «Las unidades genéticas pequeñas poseen estas propiedades; no así los individuos, grupos y especies» (Dawkins, 1993a: 94-95), es decir los genes persisten en el tiempo evolutivo y superan con creces al organismo que lo alberga: «Los genes son los inmortales, o más bien, son definidos como entidades genéticas que casi merecen esta calificación» (Dawkins, 1993a: 96), pero los individuos, como aquellos de reproducción sexual, – el hombre y los animales por ejemplo – «el individuo es demasiado grande y es una unidad genética demasiado efímera para ser calificada como una unidad significativa de selección natural» (Dawkins, 1993a: 96), por lo tanto, la unidad básica de la

selección natural y por ende de la evolución que el autor de *El gen egoísta* defiende, es el gen.

Hemos visto que algunas personas consideran a las especies como la unidad de selección natural, otros, a la población o grupo dentro de las especies, y otros, al individuo. Dije que prefería pensar en el gen como la unidad fundamental de la selección natural y, por lo tanto, como la unidad fundamental del egoísmo. Lo que acabo de hacer es *definir* al gen de tal manera que no puedo sino tener razón. (Dawkins, 1993a: 94).

Los genes para cumplir con su cometido de permanecer y multiplicarse a lo largo de millones de años, hacen copias de sí mismos, al estar estructurados por ADN se replican; «un gen es un replicador con una alta fidelidad de copia» (Dawkins, 1993a: 86), y necesitan de un cuerpo que los albergue y proteja para evitar que el ADN del gen se deteriore o muera, en tal sentido los genes inventaron algo; las máquinas de supervivencia, un peón o siervo que los alberga y permite la supervivencia, «ellos son los replicadores y nosotros somos sus máquinas de supervivencia» (Dawkins, 1993a: 78), al inicio las máquinas de supervivencia fueron simples células, *máquinas unicelulares*, que «empezaron como receptáculos pasivos de genes. Sólo podían otorgar algo más que una membrana para protegerlos de la guerra química desatada por sus rivales y contra la devastación provocada por un bombardeo molecular accidental» (Dawkins, 1993a: 102), luego las máquinas de supervivencia evolucionaron bajo las órdenes de los replicadores o genes, hasta una «rama mayor de dichas máquinas de supervivencia, hoy denominadas plantas [...]» (Dawkins, 1993a: 102), otra rama de tales máquinas evolucionaron «hoy conocida con el nombre de animales, «descubrió» cómo explotar los trabajos químicos realizados por las plantas» (Dawkins, 1993a: 102), de esta manera fueron apareciendo en el escenario de la vida, más y más ramas y sub-ramas de máquinas

de supervivencia y cada una de ellas se caracteriza por su peculiar y especializada manera de «ganarse la vida: en el mar, sobre la tierra, en el aire, bajo tierra, sobre los árboles, dentro de otros cuerpos vivientes. Esta división en sub-ramas ha dado origen a la inmensa diversidad de animales y plantas que hoy tanto nos impresiona» (Dawkins, 1993a: 102-103), pero todo ello es con la finalidad de preservar la existencia y replicación de los genes egoístas, de modo que:

La conclusión lógica de esta tendencia, aún no alcanzada en especie alguna, sería que los genes le dieran a la máquina de supervivencia una sola instrucción general de la política a seguir, que sería más o menos ésta: haz lo mejor que te parezca con el fin de mantenernos vivos. (Dawkins, 1993a: 154).

Establecido que la unidad de selección natural es el gen, debido a su casi «inmortalidad potencial» (Dawkins, 1993a: 101), ahora queda saber porque algunos genes tienen más éxito que otro, en definitiva unos al ser más aptos que otros son candidatos a ser seleccionados. «Los escasos genes que tienen éxito lo deben, en parte, a la suerte, pero sobre todo a que tienen lo que se requiere, y ello significa que son aptos para fabricar máquinas de supervivencia» (Dawkins, 1993a: 101), o cuerpos con características y adaptaciones traducidas en «pequeñas posibilidades más de sobrevivir y de reproducirse que las que tendrían bajo la influencia de un gen rival o alelo» (Dawkins, 1993a: 101), en consecuencia, los cuerpos que albergan a los genes o pueden funcionar mejor o peor en relación al medio y de este modo garantizar el proceso de supervivencia y reproducción (replicación) de los genes o perecer bajo los golpes implacables de la selección natural. Dawkins señala varios ejemplos, uno de ellos señala que un buen gen podría asegurar su supervivencia dotando al cuerpo que le alberga y a su descendencia de «piernas largas que ayudarían a dichos cuerpos a escapar de predadores» (Dawkins, 1993a:

101), otros –acoto – podrían dotar de mayor velocidad, vistosidad, altura, etc. pero todo ello con el único fin de preservar la «supervivencia diferencial de los genes en el acervo génico» (Dawkins, 1993a: 154); unos genes prosperan en tanto otros quedan relegados o simplemente son eliminados, los alelos son rivales y existe pugna, lucha, por ocupar un puesto en los cromosomas de generaciones futuras, volviéndose más abundantes en la población, vale decir: «quiere propagar más copias de sí mismo en la población. Es su único deseo (es muy egoísta)» (Dylan y Selina, 2005: 66), para conseguirlo, los genes desarrollan mejores estructuras en sus máquinas de supervivencia haciéndolas más fuertes y resistentes, más aptas para competir, consecuentemente «el gen habría cumplido su “objetivo” de propagar más copias de sí mismo a la población» (Dylan y Selina, 2005: 67). Sea el que fuera el gen que se «comporte de tal manera que tienda a incrementar sus propias oportunidades de supervivencia en el acervo génico a expensas de sus alelos tenderá, por definición y tautológicamente, a sobrevivir. El gen es la unidad básica del egoísmo» (Dawkins, 1993a: 102). Pero aún hay más, es tanto el egoísmo de los genes que para lograr su objetivo no tienen reparos en comportarse como altruistas e inclusive cooperar entre ellos. La realidad nos muestra muchísimos casos de conductas altruistas y cooperativas, la conducta maternal, un pájaro centinela que lanza un grito de alerta, los innumerables casos de simbiosis y en general las intrincadas redes de interrelación cooperativa presente en nuestro planeta, ha sido y es un dolor de cabeza para los darwinistas. Ante esta realidad, Dawkins interpreta al altruismo como una treta de los genes egoístas y para resolver este misterio argumenta el «Efecto Altruista de la Barba Verde» (Dawkins, 1993a: 216). Considerando que el altruismo hace referencia a la ayuda que un individuo presta a

otro aún en detrimento de sí mismo, Dawkins supone la existencia de un gen que suscitara el crecimiento de barba verde en los seres humanos y aquellos que carecieran de este gen simplemente no tendrían barbas verdes, y cuando se encuentran dos personas con barba verde se reconocerían al instante, porque una «etiqueta arbitraria como una barba verde es sólo una manera por la cual un gen podría «reconocer» las copias de sí mismo en otros individuos» (Dawkins, 1993a: 216), pero además hará que se comporte de manera altruista con la otra persona que tenga barba verde como la suya, tan igual como cuando una persona de tipo A salva a otra persona también de tipo A que se está ahogando, la razón de este comportamiento «estriba en que existe una probabilidad mayor de lo común de que A contenga el mismo gen altruista que lo induce a salvar una vida» (Dawkins, 1993a: 216-217). El hipotético caso del gen de la barba verde o de la persona A, puede tratarse de un gen egoísta, aunque de por medio se observe un comportamiento altruista, porque estaría tratando de preservar un gen semejante y en consecuencia ayudando a que se hagan más copias de ese tipo de gen. Esto queda mayor especificado el altruismo de parientes cercanos: padres, hermanos, hermanas, primos, primas, tíos, tías, etc. «Si muere un individuo con el fin de salvar a diez familiares, se perderá una copia del gen que determina el altruismo hacia los parientes, pero un mayor número de copias del mismo gen se habrá salvado» (Dawkins, 1993a: 217); luego el altruismo, no es otra cosa que egoísmo disfrazado, una treta del gen por lograr el propio interés: hacer más copias de sí mismo y extenderse en la población, por ello «cualquier ser que haya evolucionado por selección natural será egoísta» (Dawkins, 1993a: 41), por lo tanto los seres humanos somos egoístas por naturaleza, está en nuestros genes, son egoístas los monos, los

insectos, las plantas; una flor es egoísta, porque se muestra hermosa y con néctar atrae a los insectos que la polinizan, de esta manera asegura la multiplicación de sus genes. «Las orquídeas en forma de abejas inducen a las abejas a copular con sus flores debido a su enorme parecido con la abejas hembras. Lo que la orquídea gana con este engaño es la polinización» (Dawkins, 1993a: 164) y de esta manera los genes que alberga en sus células se dispersan y dan origen a otros cuerpos o máquinas de supervivencia. Esto además de egoísmo – como los califica Dawkins – parece además oportunismo vil, una suerte de explotación e individualismo llevado al extremo y por «mucho que deseemos creer de otra manera, el amor universal y el bienestar de las especies consideradas en su conjunto son conceptos, que simplemente, carecen de sentido en cuanto a la evolución» (Dawkins, 1993a: 37), y en consecuencia, es vana nuestra idea de buscar, como seres humanos, los más sublimes valores, o entender la naturaleza interrelacionada e interdependiente de la vida, más aún, si nuestro interés supremo es «construir una sociedad en la cual los individuos cooperen generosamente y con altruismo al bien común, poca ayuda se puede esperar de la naturaleza biológica: Tratemos de enseñar la generosidad y el altruismo, porque hemos nacido egoístas» (Dawkins, 1993a: 38-39). Entonces, estamos condenados por nuestra naturaleza, se justifica la violencia, la explotación, las guerras y todo cuanto nos hace sufrir; esto es el darwinismo en esencia, no existe otra postura en tal teoría; Dawkins coloca una corona a Thomas Hobbes, Adam Smith, Darwin y los neodarwinistas y a todos aquellos que tratan de condenar a la vida como producto de una naturaleza cruel y hostil, donde solamente tienen éxito los más fuertes, los egoístas, los explotadores y lo peor de lo peor.

En conclusión la propuesta de Dawkins es: los seres vivos nos debemos y estamos dirigidos por nuestros genes para sobrevivir a través de la selección natural, en una realidad violenta, brutal, solitaria, egoísta y competitiva, de esta manera, los genes que se adapten mejor al contexto competitivo, son los llamados a sobrevivir a expensas de aquellos débiles. El ser humano es capaz de darse cuenta de este estado de naturaleza egoísta, lo que debemos hacer es rebelarnos a nuestro impulso natural y construir un mundo más cooperativo. Sin embargo ya estamos condenados a ser egoístas en una clara alusión a un determinismo genético. Pero esta supuesta base científica del egoísmo, se cae incluso en el mismo libro de Dawkins, ante las relevantes evidencias de cooperación, la genética moderna ha demostrado que ese «gen egoísta es ilusorio, porque los genes no existen aislados, constituyen un sistema de interdependencias formando el genoma humano, que obedece a tres principios básicos de la biología: la cooperación, la comunicación y la creatividad» (Boff, 2012 b). Al igual que Darwin; Dawkins no puede evitar la realidad, la naturaleza de la vida son las interrelaciones que no solamente se dan a nivel de los genes, sino entre los individuos y poblaciones, muchos pasajes de su libro hacen referencia a manifestaciones y evidencias de cooperación: «La primera cosa que debemos comprender sobre un moderno replicador es que es altamente gregario. Una máquina de supervivencia es un vehículo que contiene no sólo un gen sino muchos miles de ellos», (Dawkins, 1993a: 77), esto reafirma que los genes no trabajan solos, sino de manera interrelacionada, pues la «fabricación de un cuerpo es una empresa cooperativa tan intrincada que casi es imposible determinar la contribución de un gen diferenciándolo de la contribución de otro» (Dawkins, 1993a: 77-78), de tal manera que un «gen que coopere bien con la mayoría de los

demás genes con que probablemente se encuentre en los sucesivos cuerpos, es decir, con los genes que constituyen el resto del acervo génico, tenderá a estar en ventaja» (Dawkins, 1993a: 106), de modo que los genes que sobreviven son aquellos que cooperan más con los demás, y tal gen es «seleccionado por su habilidad de cooperar con su medio ambiente formado por los demás genes» (Dawkins, 1993a: 106), por ello la «selección ha favorecido a los genes que cooperan unos con otros» (Dawkins, 1993a: 122) y en la actualidad «la intrincada coevolución mutua de los genes ha seguido su curso hasta tal extremo que la naturaleza comunal de una máquina superviviente individual es, virtualmente irreconocible» (Dawkins, 1993a: 122). Dawkins sigue acotando: «Actualmente, la cooperación entre genes se realiza en el interior de las células. Debe haber comenzado como una cooperación rudimentaria entre moléculas autorreplicadoras en el caldo primordial» (Dawkins, 1993a: 458), con esto el autor de *El gen egoísta*, acepta que ¡la cooperación estuvo ya en el principio mismo del origen de la vida!, esto ya es el colmo, en alguien que defiende el egoísmo a ultranza como el móvil fundador de la vida, pero para evitar caer en su propia contradicción los resuelve fiel a la manera darwinista. ¿Por qué cooperan los genes? Porque su «objetivo o producto final, es la producción de células sencillas, óvulos fertilizados de la siguiente generación» (Dawkins, 1993a: 457), y esto porque la «única clase de entidad que debe existir para que surja la vida, en cualquier lugar del universo, es el replicador universal» (Dawkins, 1993a: 463), el gen egoísta. Sin embargo de esto, Dawkins no está seguro, duda de la apabullante interrelación cooperativa de la vida, hasta duda en el título mismo de su libro: «Para ser rigurosos, el título de este libro no habría de ser *El cistrón egoísta* ni *El cromosoma egoísta*, sino *El levemente egoísta gran trozo de*

cromosoma y el aún más egoísta pequeño trozo de cromosoma» (Dawkins, 1993a: 94). Pero ¿*El levemente egoísta?* Por qué tanta retórica Sr. Dawkins, si algo es levemente, quiere decir que su fundamento radica en algo más grande; si los cromosomas y genes son levemente egoístas, quiere decir que son altamente cooperativos y punto. Seguramente movido por estas consideraciones, Dawkins en un libro posterior, se rectificó a su manera:

Mi primer libro, *El gen egoísta*, podría haberse titulado perfectamente *El gen cooperativo* sin necesidad de cambiar una sola palabra. De hecho, si lo hubiese titulado así, podría haberme ahorrado algunos malentendidos [...]. El egoísmo y la cooperación son las caras de la misma moneda darwiniana. Todo gen promueve su propia guerra egoísta mediante la cooperación con otros genes en ese acervo génico recombinado sexualmente (que constituye su ambiente particular) con el fin de construir cuerpos compartidos. (Dawkins, 2008: 262-263).

En primer lugar debemos decir que los genes están formados por DNA, esta molécula está estructurada en base a una determinada cantidad de átomos y otras pequeñas moléculas unidas entre sí por enlaces covalentes, es decir compartiendo electrones; ya existe cooperación inclusive en su propia estructura química. De otro lado es muy difícil definir a un gen, dada su complejidad funcional e interrelación en el genoma. Una definición restringida y molecular de gen sería: «gen es aquel segmento de ADN que contiene una unidad de transcripción que puede ser traducida en una o varias secuencias polipeptídicas» (Solari, 2007: 96), pero esta definición tiene imprecisiones:

La presencia de unidades de transcripción, insertada dentro de intrones en algunos casos, parece indicar la presencia de genes anidados uno dentro de otro. Por otra parte, el procesamiento (empalme) alternativo

de ARN puede servir para producir polipéptidos diferentes a partir de la misma unidad transcripcional. (Solari, 2007: 96).

En principio los genes no son simples agregado o trozos de ADN, sabemos que «[...] dentro de la célula el DNA está asociado con proteínas y cada molécula de DNA con sus proteínas asociadas recibe el nombre de cromosomas» (Watson y otros, 2008: 141). Sin embargo esto no es todo, al interior de las células eucariotas, los genes se encuentran formados por segmentos de intrones y exones; un «gen promedio contiene segmentos discontinuos de ADN que codifican aminoácidos, denominados exones, separados por secuencias no codificantes de aminoácidos, los llamados “intrones” o secuencias intercaladas» (Solari, 2007: 97), es decir, los intrones son «segmentos de ADN que aparentemente no hacen nada útil y están colocados, de manera incomprensible, en mitad de los genes» (Sampedro, 2007: 59), de tal manera para que la información tenga sentido, la célula a través del ARN, debe leer solamente los exones y hacerse de la vista gorda respecto a los intrones, para esto se deberán separar o eliminar los intrones del ARN mensajero, y «volver a pegar los trozos restantes afinando exactamente a la letra, con extrema precisión. Este costoso proceso recibe el eufónico nombre inglés de splicing (que viene a querer decir «empalmar»)» (Sampedro, 2007: 59), como el mismo Sampedro lo recalca; esto ya es un verdadero engorro, algo complicado que contradice la idea de un gen como unidad discreta e individual: (Anexo 14). Pero ¿para qué toda esta estructura de interrupciones *sin sentido*, para luego darse el enorme trabajo de ensamblar lo que *tienen sentido*? ¿Por qué tantos cortes y empalmes? Pues «nadie ha podido intuir qué utilidad, por mínima y retorcida que sea, pueden tener los desconcertantes intrones para la célula (o el organismo) que los alberga. Con una excepción: la utilidad evolutiva» (Sampedro, 2007: 61). Los

exones son de «alguna forma, una unidad funcional. No una unidad funcional del ge [...]». Pero si una unidad funcional de la proteína que el gen significa» (Sampedro, 2007: 61). En los genes codificantes de proteínas, sus exones son los que contienen la información necesaria para sintetizar la proteína codificada en el gen; es decir, cada exón codifica una porción específica del total de la proteína completa; en consecuencia, el conjunto de exones conforman la región codificante del gen, de esta manera, se puede decir que, cada exón o segmento comprendido entre dos intrones, corresponde a un segmento especializado de la proteína. «Algunos exones, aunque desde luego no todos, corresponden a segmentos especializados de la proteína. No es perfecto, pero casi nada en biología lo es: tal vez la correspondencia fue estricta en el pasado y la evolución posterior lo ha complicado todo» (Sampedro, 2007: 61-62), sin embargo existen evidencias sugerentes que durante la evolución de los «eucariontes superiores, también tuvo lugar la recombinación entre las repeticiones dispersas en los intrones de dos genes separados, generando nuevos genes a partir de combinaciones noveles de exones preexistentes» (Lodish y otros, 2006: 422), de esta manera llegamos a una conclusión de este engorrosa disyuntiva de intrones y exones: «que los genes podrían evolucionar más eficazmente, y por lo tanto hacer evolucionar a las especies más rápidamente» (Sampedro, 2007: 62), que mejor forma de traer novedad evolutiva, tal como barajar de vez en cuando un mazo de cartas,

Este barajado de los genes en la evolución se vería enormemente facilitada por la división de los genes en exones, ya que las nuevas juntas no tendrían por qué darse en un lugar muy preciso. Cualquier unión improvisada chapucera en cualquier punto del intrón serviría. La maquinaria del *splicing* se encargaría luego de eliminar el chapucero intrón y pegar los dos exones, vecinos en un gen por primera

vez en la historia, exactamente en el punto en que se pegaban antes unos vecinos distintos. (Sampedro, 2007: 62)

Pero este proceso de *splicing* no se vislumbra, de ninguna manera, como un fenómeno aleatorio, por el contrario, se presenta como el resultado de un proceso evolutivo, donde las diferentes proteínas producidas sean totalmente funcionales. Ahora bien: ¿Quién o cómo se realiza este proceso de corte y eliminación de intrones, para posteriormente empalmar las secuencias de exones? «El dispositivo molecular que se ocupa de eliminar los intrones del ARN mensajero y pegar juntos los exones [...] recibe el horrible nombre de *spliceosoma* y comprende cerca de un centenar de proteínas y media docena de pequeñas moléculas de ARN» (Sampedro, 2007: 64-65). Este mecanismo es muy complicado, pero sin embargo, funciona y lo haces desde hace millones de años, involucra muchas moléculas interdependientes que unen sus funciones con el único fin de garantizar que la información codificante de proteínas no se altere o peor aún se pierda. El mecanismo es más o menos así:

En un primer paso se unen al mRNA inmaduro unas pequeñas partículas de RNA nucleares asociadas con proteínas denominadas snRNP (del inglés, *small nuclear ribonucleo-protein particles*), Las snRNP se unen a secuencias cortas ubicadas entre los intrones y los exones. Luego se añaden más proteínas y forman un gran complejo con el RNA que se denomina *spliceosoma*. Además de desempeñar funciones de reconocimiento de esas secuencias, las snRNP llevan a cabo funciones catalíticas. (Curtis y otros, 2008: 199-200).

Este proceso de *splicing* catalizado por *spliceosomas*, ocurre solamente en las células de organismos eucariotas, así las secuencias que se eliminan son los intrones, en tanto que permanecen los intrones que los exones forman parte del RNAm maduro y listo con la información necesaria para codificar proteínas. ¿Pero de dónde apareció todo esto? Sampedro (2007) al respecto nos ilustra, cuando

precisa que ningún ser procariota tiene nada parecido al complejo *spliceosoma*; así por ejemplo, algunos genes bacterianos tienen intrones y para poder deshacerse de ellos utilizan una «molécula de ARN para catalizar la reacción de escisión de intrones. Lo que ocurre es que ese ARN es... ¡el propio ARN del intrón! Estos intrones bacterianos, que se conocen como “intrones del grupo II” » (Sampedro, 2007: 65), tienen en sí mismos la actividad enzimática que permite separarse del ARN mensajero; pero lo más sorprendente de esto es que «las reacciones químicas implicadas en esa escisión son *exactamente las mismas* que las realizadas por el *spliceosoma* en los organismos eucariotas» (Sampedro, 2007: 65). Esto arriba a una conclusión, es posible que «los pequeños ARNs del *spliceosoma* se originaran en la evolución con fragmentos de un intrón bacteriano del grupo II» (Sampedro, 2007: 65), de ser así y según la teoría simbiótica de Margulis, el *splicing* apareció en los eucariotas como consecuencia de que uno de los procariotas los trajo a la asociación simbiótica. Una vez más aparece la cooperación desde los niveles más fundamentales y desde el inicio mismo de las especies.

Sin embargo al interior de las células eucariotas, el *splicing* no lo es todo, debido a que es solo un paso que forma parte de un mecanismo muy complejo que tiene lugar para «leer la información contenida en los genes» (Sampedro, 2007: 66), es decir el proceso por el cual las células transforman, la información codificada y registrada en los ácidos nucleicos, en proteínas necesarias para el normal desarrollo y funcionamiento celular, este proceso es conocido como expresión génica, es decir, es la «conversión de las instrucciones genéticas de DNA hacia RNA y proteínas» (Alberts y otros, 2006: 262). La expresión génica es posible gracias a la convergencia del trabajo de muchas moléculas como proteínas, enzimas, ARN, etc.

Para esto la célula regula sus actividades de tal manera que se utilicen adecuadamente los elementos en la secuencia del ADN. «Incluso la bacteria unicelular más simple puede utilizar sus genes en forma selectiva, activándolos o inhibiéndolos de modo que pueda producir diferentes enzimas metabólicas según las fuentes de nutrición disponibles» (Alberts y otros, 2006: 267), esto además, evidencia que las células pueden cambiar la expresión de sus genes en función a señales o estímulos del ambiente que le rodea, esto es una clarísima muestra de interacción e interdependencia ser vivo-ambiente. En los vegetales y animales, la expresión génica está bajo control aún más complejo y elaborado, es conocido que en el «curso del desarrollo embrionario un gameto femenino fecundado da origen a muchos tipos celulares que difieren profundamente en su estructura y función» (Alberts y otros, 2006: 267); como por ejemplo las diferencias entre una neurona, glóbulo rojo o la células de la piel, pero todas contienen la misma carga de ADN. Pues bien, un apretado resumen de los complejos pasos de la expresión génica sería como sigue:

Una máquina multiproteica se ocupa de iniciar la transcripción de ADN en ARN; otra de elongar la naciente molécula de ARN, y aún otra de finalizar esa elongación; en paralelo, y nada más comenzar el recién mencionado proceso de transcripción, otras máquinas multiproteicas *sellan* el extremo inicial del ARN, realizan el *splicing* y añaden una etiqueta [...] en el extremo final. Otras máquinas multiproteicas *exportan* el ARN, ya liberado de sus intrones y bien acicalado en sus dos extremos, desde el núcleo hasta el citoplasma, donde será traducido en proteína. Esta traducción, por cierto, se lleva a cabo en otra máquina llamada ribosoma. (Sampedro, 2007: 66).

Los ribosomas como organelos citoplasmáticos, constituidos en su mayor parte por «diferentes tipos de ARN ribosómico (ARNr) y proteínas que actúan, en

realidad, como un sistema multienzimático que dirige el proceso de síntesis de proteínas» (Teijón Rivera y otros, 2006: 322), todo ello orientado a múltiples pasos como reconocimiento de aminoácidos, activación de los mismos, unión peptídica catalizada por enzimas del tipo peptidiltransferasa, desplazamiento del ribosoma y posterior expulsión del ARNt, además de plegamientos en puntos específicos de la molécula de proteína sintetizada; todas estos procesos además de estar íntimamente conectados, son interdependientes lo cual demuestra claramente procesos de cooperación al interior de los genes y entre estos con las demás moléculas. Muchas son las evidencias, tal como sucede durante el proceso de transcripción de la información del ADN en el cual esta molécula interactúa con una proteína reguladora; el llamado represor λ , una proteína reguladora codificada por un gen específico, que tiene como función tanto el reprimir como activar la transcripción del DNA, cuando actúa «el represor λ se une al DNA de modo cooperativo. Esto es fundamental para su función [...]» (Watson, 2008: 551), esta cooperación se expresa en términos de afinidad química, de esta manera «dos dímeros del represor pueden unirse de manera cooperativa a sitios contiguos en el DNA» (Watson, 2008: 551), tal como se ilustra en el esquema: (Anexo 15).

Otro mecanismo curioso a nivel del gen, son aquellos que permitirían a los organismos acceder a soluciones genéticas que otros tienen; para esto es necesario que ciertas secuencias de genes de estos últimos salten desde un cromosoma a otro; estas secuencias existen y se denominan transposones, a los cuales también se les ha tildado como egoístas; los transposones con una especie de genes saltarines, que mediante saltos acrobáticos se lanzan desde un cromosoma a otro. «Una gran parte del ADN repetitivo disperso en los eucariotas consiste en elementos transponibles.

Estos son secuencias capaces de insertarse o insertar copias de sí mismos en nuevas localizaciones del genoma» (Sandín, 1995: 118-119). Se han reportado estudios donde ciertos transposones han sido atrapados por virus y cuando éstos infectan llevan las características al huésped, se han identificado «retrovirus que utilizan esta capacidad como parte de su ciclo vital, pero también secuencias de «misterioso origen» llamadas retrotransposones, algunas de las cuales se ha podido comprobar que codifican las proteínas necesarias para la transcripción inversa» (Sandín, 1995: 120). De otro lado, sabemos que la amilasa salival o ptialina es una enzima producida principalmente en las glándulas salivales y en el páncreas de muchos mamíferos, como el ser humano, y permite la digestión del almidón y glucógeno «rompiendo los enlaces alfa-1,4 de tal forma que se separan de dos en dos los fragmentos de la molécula polimérica» (Peña y otros, 2004: 256), esto permite ampliar la cantidad de alimentos a ingerir, porque la digestión empieza ya en la boca. «Se ha identificado un transposón como responsable de esa ampliación de la expresión del gen de la enzima» (Sandín, 1995: 120). Estas inserciones que muchas veces pueden originar mutaciones y reordenaciones en el cromosoma, sin embargo también pueden traer novedad evolutiva, como a continuación se afirma:

[...] la creencia inicial de que los elementos móviles del DNA eran parásitos moleculares completamente “egoístas” estaba errada. Por el contrario éstos deben de haber contribuido profundamente a la evolución de organismos superiores al promover 1) la generación de familias de genes a través de la duplicación de genes, 2) la creación de nuevos genes a través del proceso de combinación de exones preexistentes y 3) la formación de regiones reguladoras más complejas que proveen control multifacético de la expresión génica. (Lodish y otros, 2006: 423).

Referente a los intrones, considerados por muchos genetistas como ADN *basura* porque aparentemente no codifican nada. «El ADN basura es el conjunto de “letras” A, C, G y T que a pesar de formar parte de la cadena no se transcriben en ningún mensaje bioquímico. Es decir, no codifican para la fabricación de alguna proteína» (Beyer Ruiz, 2002: 67), aparentemente no tiene función o sentido en la información genética y muy bien hasta se podría pensar que su presencia o ausencia no cambiaría en nada la expresión génica, «pero la realidad es que aún desconocemos tantos procesos genéticos que bien podemos esperar alguna sorpresa del llamado ADN basura en el futuro» (Beyer Ruiz, 2002: 67), y las sorpresas no se hacen esperar, hoy sabemos que «algunas secuencias intrónicas de ciertos ARN tienen propiedades enzimáticas que permitan al propio ARN autocortarse y ligarse durante el proceso de transcripción» (Sandín 1995: 122). Recientes investigaciones han demostrado la «existencia de intrones en las arqueobacterias y, al menos un intrón en ocho especies diferentes de cianobacterias» (Sandín, 1995: 122), esta puede tener como significado que los intrones «aparecieron antes de la separación de las estirpes bacteriana y eucariotas, o bien que estén involucrados en esta separación» (Sandín, 1995: 122), lo cual demuestra una enorme trascendencia evolutiva del llamado ADN basura. De esta manera, entender la interacción de los genes y el conjunto de la información codificada por ellos: el genoma, se hace difícil por no decir imposible si consideramos a los genes como estructuras de funcionalidad discontinua; los genes no funcionan solos sino interconectados a otros genes y otras moléculas como las proteínas.

El genoma aparece ahora «como un sistema organizado en niveles funcionales jerarquizados e interconectados». El gen deja de ser un «individuo libre» (el despreciable gen egoísta), para convertirse en un

miembro de una «sociedad», cuyos mecanismos de corrección limitan sus «velocidades» de variación, dentro de unas posibles y otras imposibles. (Sandín, 1995: 111).

Los genes no se encuentran en los cromosomas y en la célula, como unidades discretas, sino en constante interacción con muchas proteínas, tal como lo demostró un estudio sobre 1.400 genes de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*; el resultado fue una novedad en la sociedad científica: «las 1.400 proteínas fabricadas por esos 1.400 genes no vagan en solitario por la célula [...] sino que todas están formando parte de máquinas multiproteicas. Para ser exactos, las 1.400 proteínas analizadas por el equipo de Heidelberg constituyen 232 máquinas» (Sampedro, 2007: 72-74), con lo cual cae otro de los dogmas del darwinismo: un gen una proteína, no es cierta esta *verdad* a la que nos tenían acostumbrados. «El hundimiento de la doctrina de un gen para una proteína, y de una dirección de flujo causal desde los códigos básicos a la compleja totalidad señala el fracaso del reduccionismo para el sistema complejo al que denominamos biología» (Jay Gould, 2012: 297), esto significa que para «producir por evolución una mayor complejidad no es más genes, sino más combinaciones e interacciones generadas por menores unidades del código [...]» (Jay Gould, 2012: 297), pues lo «más probable es que la materia prima de la innovación evolutiva no sea el gen, en su constante fluir acumulativo de cambios de aminoácidos, sino la máquina en su conjunto» (Sampedro, 2007: 75), si por máquinas entendemos a un conjunto altamente organizado de proteínas, y más aún a la célula en su totalidad como una «macrofactoría compuesta de máquinas complejas y exquisitamente imbricadas [...]» (Sampedro, 2007: 75-76). De esta manera, los «organismos han de ser explicados como organismos, y no como una suma de genes» (Jay Gould, 2012:

297), genes aislados no existen, la complejidad de la vida y evolución de las especies pasan por considerar relaciones de interdependencia mutua, es decir, relaciones de cooperación.

Por los considerandos respecto a las interdependencia e interrelación que involucra la funcionalidad de los genes – de los cual se han presentado de manera no solamente resumida sino salpicada –, se hace necesaria una nueva perspectiva por la presencia de una crisis en la concepción egoísta del gen: «Hay que dar un adiós definitivo al individualismo que sobredimensionó el "ego" en detrimento del "nosotros", que incluye no sólo a los seres humanos sino a toda la comunidad de vida, a la Tierra y al propio universo». (Boff, 2012 b). La idea de la existencia del gen egoísta simplemente no se sostiene ante la abrumadora evidencia de los procesos cooperativos tanto al interior, entre y fuera de los genes, y esto es lo que le concede el carácter de complejidad. «En rigor, la fracción del ADN que llamamos gen no es nada a no ser que esté insertado en una estructura celular o cuando interactúa con otras moléculas. Sin una inserción en un todo interactuante, una molécula de ADN no contiene nada de especial o informativo» (Abdalla Guerrieri, 2010: 82). Igual opinión nos trae Margulis: « [...] un gen nunca es un ego. Un gen aislado es tan solo un fragmento de ADN capaz de tener una función. El gen por sí solo no es nada. [...], el gen aislado nunca tendrá actividad por sí mismo» (Margulis, 2003b: 42). Por tanto, un gen solitario tan solo es un segmento de ADN, que no tiene sentido, peor aún funcionalidad a menos que se encuentre interrelacionado y cooperando con otras moléculas; un gen tiene significado de unidad de información dentro del genoma y que contiene todos los elementos

necesarios para su expresión, si es un gen cooperativo, no existe otra salida, así nos lo dice la naturaleza.

4.3. EVIDENCIAS COOPERATIVAS EN LA EVOLUCIÓN.

En el mundo vivo nada puede sostenerse sino es en una intrincada red de interrelaciones cooperativas, las mismas que sostiene el proceso evolutivo. Sin embargo tales relaciones – como anteriormente se ha manifestado – se manifiestan al interior de las especies a lo que se denominado cooperación intraespecies, entre individuos de especies diferentes: cooperación interespecies; y entre los individuos y poblaciones con el medio ambiente denominada cooperación integradora o cooperación gaia. En este apartado se considera algunas evidencias, que se dan en nuestro planeta, respecto a los tres tipos de cooperación natural. Las evidencias se han ordenado en razón de la complejidad de los niveles involucrados pero que guardan relación con cada tipo de cooperación, pero vale precisar que las evidencias atómico-moleculares, citológicas y ecológicas corresponden a relaciones cooperativas integradoras.

4.3.1. EVIDENCIAS ATÓMICO-MOLECULARES

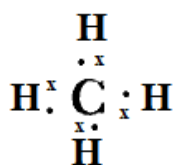
Si echamos una mirada a nuestro alrededor observamos muchas y variadas estructuras y realidades desde aquellas pequeñas como los granos de arena en una playa, hasta enormes montañas con sus rocas y nevados, o la inmensidad de un océano con sus seres viviente; todas estas realidades están formadas por átomos, cuya existencia ya fue predicha por filósofos como Demócrito y Leucipo. Hoy sabemos que estas mínimas partes de la materia están formadas por otras partículas aún más minúsculas: electrones, protones y neutrones, – estos dos últimos a su vez, formados por quarks –; sin embargo todas estas partículas subatómicas tienen algo

en común: están en constante interacción. «En el estado actual de la ciencia, las interacciones entre estas partículas se clasifican en cuatro tipos: gravitatoria, nuclear fuerte, nuclear débil y electromagnética» (Morales Ortiz y Sánchez Manzanares, 2003: 39). Ya vemos que en el microcosmos atómico están presentes un conjunto de interrelaciones; regresando a los átomos y a las estructuras que originan al unirse: las moléculas, también se evidencia la interacción que entre ellos es una realidad. Los átomos libres son inestables por ello a través del enlace químico buscan unirse a otros átomos para adquirir mayor estabilidad aunque ello signifique pérdida de energía:

[...] las fuerzas atractivas que mantiene unidos a los átomos se denominan enlaces químicos. Al aproximarse los átomos hasta distancias sumamente pequeñas se producen interacciones entre ellos que originan fuerzas atractivas, de forma que la energía del sistema es menor que la energía de los átomos separados. (García Pérez y otros, 2001: 77).

Tales fuerzas e interacciones hacen posible una enorme variedad de moléculas o sustancias compuestas que se constituyen en estructuras de todo lo que existe incluido los seres vivos. Los enlaces químicos permiten que los átomos se estabilicen aunque ello signifique perder energía (energía de enlace); en esencia, los átomos, por medio de tales fuerzas (enlaces interatómicos) lo que buscan es adquirir una estructura electrónica más estable para lo cual buscar compartir, perder o ganar a nivel de sus electrones de valencia; de esta manera se pueden clasificar en enlaces del tipo covalente, iónico o metálico. El enlace covalente los átomos comparten sus electrones del último nivel de energía para buscar estabilidad y formar moléculas; es decir, si los átomos forman enlaces covalentes entre sí compartiendo pares de electrones, entonces «el par de electrones compartidos queda

entre los dos átomos e interactúa con ambos núcleos» (Atkins y Jones, 2006: 59). Al respecto resulta ilustrativa la definición siguiente: «Enlace covalente es el que mantiene unidos a dos átomos que comparten uno o más pares de electrones, los cuales se localizan en la zona internuclear. Cada par de electrones que participan en un enlace se denomina el *par enlazante*» (Picado y Álvarez, 2008: 246). Este enlace se presenta por ejemplo en los átomos que forman el metano cuya representación usando estructuras Lewis sería:

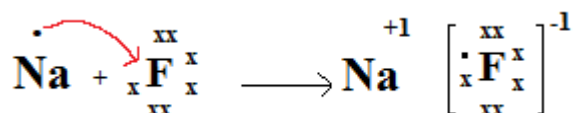


FUENTE PROPIA

En el enlace iónico los átomos forman iones; uno o más átomos pierden electrones y se cargan positivamente (el catión) y otros ganan electrones y adquieren carga negativa (el anión), luego por diferencia de cargas se atraen para formar moléculas o específicamente estructuras cristalinas; consecuentemente el «enlace iónico es resultado de la atracción electrostática entre iones de carga opuesta» (Atkins y Jones, 2006: 52). Una definición que integre lo anteriormente dicho es la siguiente:

El enlace iónico es el que se forma por transferencia total de uno o más electrones entre los átomos. Se presentan en redes iónicas uniformes, en las cuales los cationes siempre están rodeados de aniones y los aniones siempre están rodeados de cationes. La fuerza de atracción interatómica es electrostática. (Picado y Álvarez, 2008: 245).

Este es el caso, por ejemplo, del cloruro de sodio (sal de mesa) o del fluoruro de sodio usado en odontología como agente anticaries.

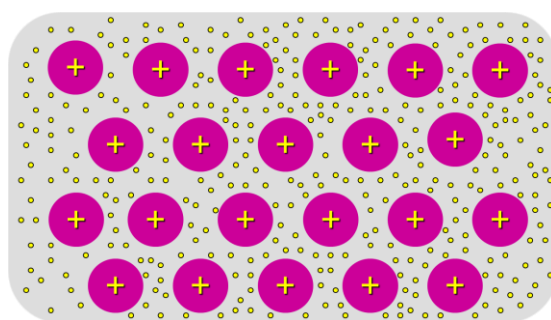


FUENTE PROPIA

El tercer tipo de enlaces interatómicos es el enlace metálico el cual une los átomos de los elementos metálicos, en este tipo de enlace, que es el más fuerte de los descritos anteriormente, los átomos metálicos al tener pocos electrones de valencia (generalmente entre 1 a 3 o 4 electrones), estos se desprenden quedando los átomos como iones positivos, en tanto que los electrones desprendidos forman el llamado mar de electrones con carga negativa; el conjunto de iones positivos quedan fuertemente unidos entre la red de electrones libres. Al respecto Picado y Álvarez precisan lo siguiente:

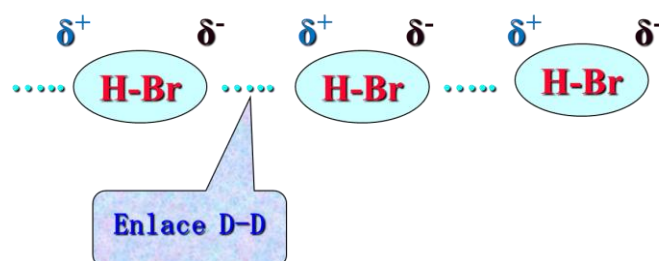
El enlace metálico se presenta en redes atómicas en las que uno o más electrones de cada átomo disponen de todo el espacio reticular para su movimiento. En otras palabras, los electrones de las capas externas de los átomos de un *retículo* –los electrones de enlace– son compartidos por todos los átomos y están deslocalizados en toda la extensión de la red cristalina. (Picado y Álvarez, 2008: 247).

Este es el tipo de enlace que permite formar la res metálica y de ese modo los metales son fuertes, conducen el calor y la electricidad entre otras propiedades. Un esquema aproximativo sería el siguiente:



FUENTE PROPIA

Pero no solamente los átomos se unen compartiendo electrones o formando iones; también lo hacen las moléculas, entendidas estas como la unión de dos o más átomos de elementos químicos iguales o diferentes, como las moléculas de oxígeno (O₂), ozono (O₃) o cloro (Cl₂), en este caso son moléculas de sustancias simples; o también moléculas de sustancias compuesta, tal es el caso del agua (H₂O) o del ácido sulfúrico (H₂SO₄). Estas moléculas también se enlazan, interactúan entre ellas a través de enlaces intermoleculares: enlace dipolo-dipolo (aquí una variante es el enlace puente de hidrógeno) y enlaces por fuerzas de London. El enlace dipolo-dipolo permite unir los polos opuestos de una molécula polar de esta manera es posible obtener estados condensados de materia en especial sólidos y líquidos; así: «Las moléculas polares se atraen entre sí por la interacción de las cargas parciales de sus dipolos eléctricos» (Atkins y Jones, 2006: 164), de esta manera el polo molecular con carga parcial positiva atrae al polo con carga parcial negativa de la molécula vecina, como en el caso del ácido clorhídrico o del agua de esta manera es posible la formación de ríos, lagos y mares. El siguiente esquema muestra este tipo de enlace intermolecular para el ácido bromhídrico.



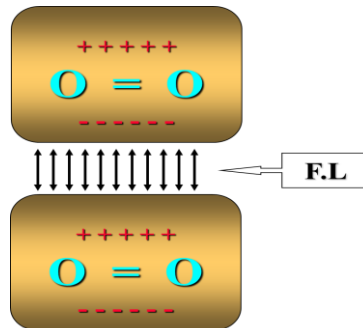
FUENTE PROPIA

Los enlaces por fuerzas de London son fuerzas débiles pero que permiten la unión de polares y apolares, esto se produce debido a la aparición de dipolos instantáneos e inducidos. Cuando una molécula con momento dipolar instantáneo

interactúa, distorsiona la nube de electrones de la molécula adyacente o vecina generando un momento dipolar en ella, en consecuencia los polos opuestos que aparecen se atraen, en consecuencia:

La fluctuación en la distribución de electrones de dos moléculas vecinas da como resultado dos momentos eléctricos dipolares instantáneos que se atraen entre sí. Las fluctuaciones cambian, pero cada nuevo arreglo en una molécula induce un arreglo en la otra que da como resultado la atracción mutua. [...] Esta interacción de atracción se llama interacción de London. Aparece en todas las moléculas y es la única interacción entre las moléculas no polares. (Atkins y Jones, 2006: 165).

Un esquema ilustrativo de este tipo de enlace intermolecular se presenta a continuación.



FUENTE PROPIA

Como se evidencia, átomos y moléculas interactúan entre ellos para lograr estados de materia más estables, tal interacción es mutua e interdependiente lo cual simplemente es responsable de cuanta forma de materia existe en el universo. «Las moléculas [...] no se combinan al azar: el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el fósforo, el oxígeno el azufre y los demás elementos de la vida interactúan de acuerdo con las leyes de la química» (Margulis, 2002: 94). El movimiento y enlaces entre átomos permiten la formación de moléculas, estas son la base de la estructura de cuerpos sin vida y con vida; así se forman biomoléculas, estas estructuran a las células, las cuales forman tejidos, la integración de tejidos forman órganos y estos

los sistemas hasta los individuos, las interacciones de individuos forman poblaciones, comunidades, las cuales en interacción con el medio ambiente dan lugar a los ecosistemas, y en definitiva, gracias a estas interacciones recíprocas, – aunque muchas veces imperfectas – se estructura no solamente nuestro planeta sino el universo entero.

Seguramente a este tipo de interacciones: aquellas que se evidencian en los niveles atómico y molecular, resultaría difícil darle el epíteto de cooperación debido a nuestra fuerte tendencia antropocéntrica; sin embargo la evidencia demuestra lo contrario, como a continuación y en los próximos niveles de organización las dudas al respecto disminuirán.

4.3.2. EVIDENCIAS CITOLÓGICAS

La célula entendida como la unidad mínima de vida capaz de existir de manera autónoma al realizar las funciones vitales: nutrición, relación y reproducción, de esta manera y en el marco de la teoría celular, hoy se acepta que todo organismo vivo está formado por una o más células. La teoría celular sostiene cuatro principios: «a) Todos los organismos están compuestos por células; b) en ellas tiene lugar las reacciones metabólicas del organismo; c) las células provienen de otras células preexistentes; d) las células contienen el material hereditario» (Ruiz Gutiérrez, 2006: 37). Con la ayuda de potentes microscopios se ha llegado a la conclusión de la existencia de dos tipos fundamentales de células: procariota y eucariota, esta clasificación se funda en la presencia o no del núcleo celular como estructura, las células «eucariontes (del griego *eu*, verdadero y *karyon*, núcleo) tienen su material hereditario encerrado en una doble bicapa de fosfolípidos, mientras que los procariontes (*pro*, antes) lo tienen en el citoplasma» (Ruiz

Gutiérrez, 2006: 54); sin embargo sea cual sea el tipo celular, al interior de ella se realizan un conjunto de reacciones y relaciones denominadas metabolismo, tales reacciones siguen una armoniosa acción que de no ser así simplemente la vida no podría continuar.

A efectos de tener un panorama sobre las relaciones cooperativas que se verifican a nivel celular, solamente presentaré un aspecto de ella, las funciones celulares, las mismas – a pesar de la enorme variedad de células – que son generalizables y se tornan en cierto común denominador. La nutrición, reproducción y relación requieren de un enorme despliegue conjunto de acciones, donde cada parte o estructura celular pone su cuota de trabajo; «la base de las funciones celulares es en última instancia la gigantesca serie de transformaciones químicas, el gran número de interacciones de sus moléculas, que tienen lugar en un intrincado mundo [...]» (Peña, 2009: 16-17). La célula es de una complejidad admirable, que parece insólito como pueden sucederse tantas y coordinadas actividades en tan pequeño espacio.

La nutrición celular, entendida como todo un conjunto de procesos mediante el cual la célula adquiere nutrientes del medio que le rodea para obtener: la energía que requieren la realización de sus funciones, materia con la cual restituir o construir estructuras celulares, así como la posterior eliminación de materiales que le sirven y que se han producido como resultado de las actividades celulares; en este sentido las «células necesitan nutrimentos del exterior, eliminar sustancias de desecho y mantener estable su medio interno» (Calixto Flores y otros, 2004: 122); la membrana celular es la encargada de permitir el paso de sustancias del exterior al interior de la célula y viceversa, para ello cuenta con un arsenal de funciones cuya

base se funda en el carácter semipermeable o «permeabilidad selectiva» (Calixto Flores y otros, 2004: 122) que hace posible el paso de pequeñas moléculas a través de mecanismos como el transporte pasivo y el transporte activo. El transporte pasivo es un «proceso de difusión de sustancias a través de la membrana, sin consumo de energía celular. Se produce siempre a favor de la gradiente, lo cual significa que las moléculas se desplazan de donde hay más hacia el medio donde hay menos moléculas» (Calixto Flores y otros, 2004: 123), por este mecanismo, muchas moléculas no polares como el oxígeno y el anhídrido carbónico, atraviesan fácilmente la membrana usando el transporte pasivo. Las moléculas polares como monosacáridos, aminoácidos, ácidos grasos (anfipáticos) por medio de la difusión facilitada atraviesan la membrana, esto gracias a proteínas «transmembranas (transportadoras o permeasas) porque les facilitan el paso a través de la bicapa lipídica de la membrana. Cada proteína transportadora es específica de una sola molécula o de un grupo de moléculas de estructura relacionada» (Calixto Flores y otros, 2004: 124). En este caso, se evidencia la interrelación cooperativa entre moléculas con el fin de facilitar el ingreso de sustancias a la célula. En referencia al transporte activo, se entiende como el movimiento que permite atravesar la membrana celular «en contra de un gradiente de concentración, no se produce espontáneamente, requiere de una fuente de energía para conducir un soluto a través de la membrana celular, desde un compartimiento de baja concentración a uno de alta» (Calixto Flores y otros, 2004: 124). En este proceso interviene proteínas las cuales para realizar el transporte de sustancias necesitan energía la cual es proporcionada por otra molécula, el ATP (adenosín trifosfato); un caso especial de transporte pasivo constituye la bomba de sodio-potasio.

La bomba de Na^+/K^+ necesita de una proteína transportadora que bombea Na^+ hacia el exterior de la membrana y K^+ hacia el interior. Dicha proteína actúa contra el gradiente gracias a su actividad como ATP-asa, ya que rompe el ATP a fin de obtener la energía necesaria para el transporte. (Calixto Flores y otros, 2004: 125).

De esta manera mediante la acción conjunta de varias moléculas, es posible mover otras moléculas que van a servir de alimento en el proceso de nutrición; aun cuando la molécula alimenticia tenga que ser transportada de un medio de menor concentración a otro de mayor concentración, la unión de esfuerzos hace posible tal hazaña, en estos niveles tan pequeños donde se manifiesta la vida en toda su plenitud.

En el citoplasma celular se verifican una serie de transformaciones de muchas moléculas conocida en conjunto como metabolismo; tales cambios tienen como finalidad proporcionar «materiales necesarios para que las células lleven a cabo sus distintas funciones, la más importante de las cuales es la renovación constante de sus propias moléculas» (Peña, 2009: 57), pero además las reacciones metabólicas están orientadas a una segunda finalidad, la de «obtener las diferentes formas de energía que se requieren para mantener las funciones vitales» (Peña, 2009: 57-58); dicho de otra manera el metabolismo celular es el conjunto de reacciones bioquímicas catalizadas por enzimas, cuyas funciones se suceden de manera coordinada y son: «Obtener energía química de los nutrientes, transformar estos en moléculas sencillas, unir y transformar estos para obtener los compuestos celulares y sintetizar y degradar las biomoléculas especializadas» (Teijón Rivera y otros, 2006: 19), para hacer eficiente estas reacciones metabólicas, la célula está organizada y distribuye el trabajo en subunidades; los organelos celulares distribuidos en el citoplasma, tales estructuras son una forma de organización de la

célula «al encerrar en una membrana ciertos componentes y generar compartimientos para algunos procesos que de otra forma se realizarían con menor eficiencia si las moléculas que los integran estuvieran distribuidas por toda la célula» (Peña, 2009: 79-80); esta es la manera como está organizada la célula, todo un sistema interdependiente, un conjunto de estructuras que cooperan para optimizar el total de las funciones celulares y mantener la vida; los organelos principales de la célula son: retículo endoplasmático (rugoso y liso), aparato de Golgi, lisosomas, mitocondrias, vacuolas, centriolos, plastos o plastidios (cloroplastos, leucoplastos, cromoplastos). El retículo endoplasmático estructuralmente es un «conjunto de túbulos dispuestos en forma de red» (Peña, 2009: 80), en términos generales, la función de este organelo es «tabicar el territorio celular y ser una especie de sistema circulatorio intracelular. Se ocupa de la biosíntesis de lípidos y la destoxificación de fármacos y otros compuestos xenobióticos potencialmente dañinos como los plaguicidas y herbicidas» (Calixto Flores, 2004: 108). Existen dos formas de retículo endoplasmático, el rugoso en cuya superficie se adhieren ribosomas, de allí su apariencia y su actividad fundamental esté relacionada a la «síntesis de proteínas», (Peña, 2009: 80), en tanto que el retículo liso es el «responsable de la transformación de numerosos tóxicos en sustancias inocuas, es fácil entender por qué al retículo endoplásmico liso se le ha asignado el papel de “destoxificar” algunas sustancias que pueden ser dañinas» (Peña, 2009: 81). El aparato de Golgi, «una estructura membranosa polisacular (de muchos pequeños sacos)» (Peña, 2009: 82), tiene como función principal «el ensamble de sustancias (lípidos y proteínas) elaboradas en otros organelos, como el retículo endoplásmico, y otras regiones citoplásmicas para transportarlas a la

membrana celular, donde se liberan al espacio intercelular» (Calixto Flores, 2004: 108) como secreciones desde las vesículas que formaron, además el aparato de Golgi «una vez sintetizadas las proteínas en el citoplasma, las procesa e incluye en vesículas que se dirigen específicamente a los distintos organelos de las células, a los que se incorporan realizar funciones especiales» (Peña, 2009: 84). Las mitocondrias, estructuras con doble membrana, tienen como función principal «la fosforilación oxidativa» (Peña, 2009: 85), esta es una suerte de central de energía, donde se «llevan a cabo reacciones químicas, para liberar la energía que se usa en los procesos celulares, es decir, en ellas ocurre la respiración; liberan la energía de los alimentos, produciendo adenosín trifosfato (ATP)» (Calixto Flores, 2004: 109) molécula que almacena energía. En las mitocondrias se realizan complejas reacciones bioquímicas interconectadas, destacando el ciclo de Krebs, «una especie de molino metabólico produce hidrógenos (una importante fuente de energía para la síntesis de ATP), que van a la cadena de transporte de electrones de las células, y produce también CO₂, a partir de muchas moléculas» (Peña, 2009: 65) que proceden de diferentes fases del metabolismo. Como en las mitocondrias se utiliza oxígeno para obtener en definitiva la energía necesaria, se dice que este organelo es el «lugar donde realmente se realiza la respiración de las células. La respiración de los organismos completos no es otra cosa que la suma de la respiración de las mitocondrias de todas sus células» (Peña, 2009: 87). Otro de los organelos es el lisosoma, propio de células animales, al contener gran cantidad de enzimas hidrolíticas su función especialmente es digestiva, de este modo se ha especializado en «romper moléculas grandes –almidones, lípidos y proteínas– en moléculas más pequeñas y en digerir las partículas que encuentran en la célula, por ejemplo,

bacterias que pueden causar enfermedades» (Calixto Flores, 2004: 109); la siguiente organela son los centriolos, «dos cuerpos pequeños que se encuentran cerca del núcleo de las células y que tienen la capacidad de duplicarse antes de que se inicie la división celular» (Peña, 2009: 97), la función principal de estas estructuras es «promover cuerpos basales que son necesarios para el armado de cilios y flagelos, [...], la función principal de los centriolos en la mitosis es ubicar en forma adecuada el uso mitótico» (Ross y Wojciech, 2007: 73-74) y de esta forma permitir la división de la célula. Las vacuolas son verdaderos almacenes celulares cuya función es «almacenar distintos tipos de moléculas pequeñas, principalmente sales (iones) y aminoácidos; entre las primeras destacan el potasio y el fosfato y sus derivados, como pirofosfato o metafosfato, el calcio y otros iones de distintos tipos» (Peña, 2009: 95), también la vacuolas pueden guardar en su interior «agua y sustancias de reserva como almidones y grasas, sustancias de desecho y sales» (Calixto Flores, 2004: 111), además como las vacuolas son contráctiles y cuando las sustancias tóxicas o dañinas se han acumulado en su interior, «la vacuola se contrae y, por algún punto de contacto con la membrana externa, elimina su contenido al exterior» (Peña, 2009: 95) en un proceso denominado exocitosis, así mismo «pueden transportar sustancias al interior de la célula, a través del proceso de endocitosis» (Calixto Flores, 2004: 111). Los cloroplastos, un organelo propio de células vegetales y fotosintéticas, constituye una estructura citoplasmática de vital importancia no solo para las células autótrofas, como la de los vegetales, sino para todas las formas de vida, por cuanto estos organelos «son los lugares donde se realiza la fotosíntesis» (Calixto Flores, 2004: 110), una reacción bioquímica cuyo objetivo es elaborar alimentos con ayuda de la luz del Sol. La fotosíntesis es el

proceso mediante el cual «la clorofila capta la energía lumínica del Sol y la convierte en energía química, que se utiliza para fabricar compuestos orgánicos, a partir de agua, dióxido de carbono y sales minerales. Durante el proceso se desprende oxígeno» (Campos Bedolla, 2002: 49). Sin embargo las reacciones involucradas en este proceso son complicadas, pero interdependientes donde una precede y es crucial para la siguiente. Los electrones constituyen los transportadores de energía, por ello en la fotosíntesis «los electrones parten del agua, es decir de un nivel energético bajo, de modo que para poder ser utilizados en la síntesis del ATP o producir hidrógenos de un nivel energético más alto reciben la energía que un sistema complicado de moléculas» (Peña, 2009: 90), denominados fotosistemas, toma de la luz solar. El oxígeno liberado por la fotosíntesis es una de las fuentes de este gas en nuestra atmósfera, según ya fue precisada por la hipótesis Gaia.

El núcleo es otra de las estructuras extraordinarias de la célula eucariota, es la parte que dirige las funciones celulares, en especial la fabricación de proteínas y la división celular. De manera escueta la actividad nuclear es como sigue:

El núcleo es esencial en el metabolismo, el crecimiento, la multiplicación de la célula y en la transmisión de los caracteres hereditarios. Interviene en las actividades de la célula porque contiene información codificada en las moléculas de ADN que están en los cromosomas; esta información puede “traducirse”, de modo que la célula “recibe órdenes” y así regula sus actividades. También puede transmitir los caracteres hereditarios de una célula a otra, ya que contiene un mecanismo de autoduplicación del ADN. (Calixto Flores, 2004: 107).

Las actividades nucleares son complejas e interrelacionadas con otras partes de la célula. Casi todo «el RNA de la célula se sintetiza en el núcleo. Para este proceso (llamado transcripción) se utiliza la información del DNA» (Koolman

y Röhm, 2005: 208), las moléculas de ácido ribonucleico, son de varios tipos: ARNr (ácido ribonucleico ribosómico), ARNm (ácido ribonucleico mensajero) y ARNt (ácido ribonucleico de transferencia; el «ARNr se sintetiza predominantemente en el nucléolo mientras que el ARNm y ARNt se sintetizan en la región de la eucromatina» (Koolman y Röhm, 2005: 208), además la duplicación o replicación enzimática del ADN, con la consecuente formación de dos moléculas, una copia de la otra, tiene lugar también en el núcleo celular; pero los «nucleótidos necesarios para la transcripción y replicación deben ser importados del citoplasma al núcleo» (Koolman y Röhm, 2005: 208), luego de muchos procesos previos de formación de moléculas de ARN en el núcleo, son «exportadas al citoplasma para la síntesis de proteínas» (Koolman y Röhm, 2005: 208) a través del proceso de traducción. Otra función metabólica, por ejemplo, de suma importancia que realiza el núcleo es la «biosíntesis de NAD^+ . El precursor inmediato de esta coenzima, el nicotinato mononucleótido (NMN^+), se origina en el citoplasma, pero es transportado al nucléolo, donde es convertido por enzimas en el dinucleótido NAD^+ » (Koolman y Röhm, 2005: 209), el cual retorna al citoplasma donde principalmente intercambia electrones e hidrogeniones para la producción de energía que necesita la célula. Durante la división celular, el «ADN nuclear no lo es todo: también ha de duplicarse el resto del citoplasma; el aparato de Golgi, ribosomas, mitocondrias (cuyo ADN “coopera” con el nuclear de una forma curiosamente complementaria)» (Sandín, 2009: 137), de igual manera converge en esta armonía, la división de las membranas plasmática y nuclear.

Como se evidencia las funciones y actividades celulares son el resultado de una organización extrema entre sus partes, cada una de ellas coopera para el

funcionamiento y éxito del todo, la célula jamás podría tener vida sin la acción conjunta de sus estructuras y moléculas, las cuales dependen de la disponibilidad tanto interna como externa de materia y energía, la célula se comporta como una compleja y organizada máquina, pero íntimamente cooperante: «La organización de la célula en máquinas altísimamente estructuradas supone una enorme restricción a los mecanismo evolutivos concebibles» (Sampedro, 2007: 75). Pero además las células trabajan juntas para lograr un fin común y persistir en el tiempo, prueba de ello son las colonias en algunos protistas como algas. A nivel de los organismos pluricelulares, las células del individuo se organizan en tejidos, estos en órganos y sistemas que dan funcionalidad al todo. «La mayoría de las células de los organismos multicelulares se organizan en estructuras cooperativas denominadas tejidos, como por ejemplo los tejidos nervioso, muscular, epitelial y conjuntivo de los vertebrados» (Alberts y otros, 2006: 697), de modo que los tejidos son grupos de células estructuralmente semejantes que tienen a su cargo el desarrollo de una función específica, de esta manera: «Trabajando juntas, las células se convierten en colonias y las colonias se convierten en individuos con niveles crecientes de organización» (Margulis, 2002: 117), de modo que, más allá de una célula, en los seres multicelulares solo observamos interrelaciones cooperativas, las células cooperan y forman tejidos, estos cooperan y forman órganos, la función interrelacionada de los órganos dan lugar a un organismo con millones de células, por lo que se puede considerar que: «Nuestros cuerpos están hechos de células sexuales protocistas que se clonan a sí mismas por mitosis. La interacción simbiótica es la materia prima de la vida sobre un planeta superpoblado» (Margulis, 2002: 118), un planeta donde la multicomposición y multicooperación es lo natural,

en tanto que medir a las multifacéticas formas de vida a través de la competición, lucha y selección natural, no solamente es una ilusión reduccionista sino constituye una visión antinatural de la realidad. Veamos, entonces, algunas relaciones que se establecen al interior de las especies.

4.3.3. EVIDENCIAS INTRAESPECIES

Entre los individuos que conforman una población se establecen un conjunto de relaciones que permiten la continuidad de la vida, tales relaciones conocidas en la biología actual como intraespecíficas, denotan un amplio espectro que integra consecución de alimentos, unión de esfuerzos para proveerse de recursos, defenderse del ataque de depredadores, para enfrentar los rigores del frío, del calor, la humedad, para lograr más espacio y para reproducirse. En definitiva una población «no es solo una acumulación de individuos, sino una estructura organizada y jerarquizada» (Escolástico León, 2013: 155), en efecto, al interior de las poblaciones se establecen conexiones dinámicas, cuya ausencia simplemente deviene en la desaparición de la escena de la vida, porque sería muy difícil que cada individuo pueda lograrlo solo o de manera aislada. Esta realidad no puede ser negada por la biología convencional, donde es reconocida como relaciones de cooperación, tal como lo refrenda la siguiente cita:

Las relaciones de cooperación son aquellas que permiten a los individuos de una población realizar determinadas funciones vitales que serían imposibles o muy difíciles para individuos aislados. Entre las funciones que son objeto de cooperación se puede citar la protección mutua, la reproducción, la búsqueda de alimento, la orientación y la distribución de trabajo. (Escolástico León, 2013: 155).

En este sentido, muchos individuos de una población unen esfuerzos para defenderse frente al ataque de los depredadores, para efectuar movimientos

migratorios o proveerse de alimentos; estos individuos se agrupan «sin que sean necesarios lazos de parentesco constituyen lo que se conoce como poblaciones gregarias» (Escolástico León, 2013: 155), son ejemplos de este tipo de interacciones las «bandadas de aves (estorninos, golondrinas, etc.), los bancos o cardúmenes de peces (sardinias, bacalaos, atunes, etc.) y las manadas de mamíferos (renos, elefantes, cebras, lobos, etc.)» (Escolástico León, 2013: 156), también son ejemplos de poblaciones gregarias, las nubes de langostas, mariposas y otros insectos, cuando se desplazan durante las migraciones o en épocas de reproducción. Muchas aves cooperan durante el periodo de descanso, unas están alertas mientras otras duermen, así por ejemplo en las gallináceas, el macho (gallo) es el que está presto a dar el grito de alarma ante algún peligro, o el que sale al encuentro del depredador cuando un polluelo es atacado. Este es el caso en muchas especies de aves, donde las «reuniones para dormir se observan en especies habitualmente sociales (estorninos, cuervos, garzas etc.) que cada noche regresan a su albergue» (Escolástico León, 2013: 160), o mamíferos como ovinos, murciélagos, leones, vacunos, etc. Otra forma de cooperación al interior de la especie lo constituyen las poblaciones estatales o sociales «formadas por individuos que comparten una forma de vida pero en la que existen grupos especializados en las distintas funciones: reproducción, recolección de alimento, defensa del grupo, etc.» (Bernardo Huertas, 2000: 89), esta forma de vida es tan interdependiente que el individuo no puede vivir aislado, simplemente muere; son ejemplos de este tipo de interacciones los insectos sociales: abejas, termitas, hormigas, avispas, etc. Estos grupos sociales son «poblaciones altamente especializadas. Toda la vida del grupo está regulada por hormonas que se transmiten continuamente de un individuo a otro» (Escolástico León, 2013: 160).

Otra forma de vida cooperativa intraespecie son las poblaciones coloniales, entendidas como grupos de individuos que «permanecen juntos, íntimamente unidos, generalmente por proceder de la reproducción asexual de un antepasado común» (Bernardo Huertas, 2000: 89). De esta manera se forman los corales que son agrupaciones de pólipos, los bosques con árboles de la misma especie, que crean condiciones especiales que permiten la supervivencia del grupo. Una de las formas de supervivencia que la naturaleza inventó lo constituye el sexo al interior de una población, como vía de reproducción; el sexo visto desde la perspectiva de combinación de genes entre células, es una impactante muestra de cooperación natural, tal función está presente desde las bacterias hasta pluricelulares como plantas y animales incluido el hombre. «El sexo bacteriano es unilateral. Los genes, y solo los genes, pueden pasar a la célula receptora desde cualquier parte: el agua, un virus, o un donante vivo o muerto» (Margulis, 2002: 106), En el caso de muchos vegetales, los animales y los seres humanos, el sexo se realiza por fusión celular con la intervención de la meiosis que reduce el número de cromosomas originales a la mitad (n), de tal manera que cuando se fusionan los gametos, óvulo – espermatozoide, u óvulo – polen, se restituye el número diploide ($2n$), estas uniones recuerdan a las fusiones simbióticas que dieron origen a la células eucariotas, propuestas por Lynn Margulis:

[...] los socios se reconocen el uno al otro. Ellos emplean células emisarias. De hecho sus membranas celulares permiten el paso de (por lo menos) los núcleos, Las membranas celulares disueltas se vuelven a formar mientras las células amantes se fusionan. Abierto y vulnerable ¡el óvulo «sabe» que no debe derramar su contenido y que sólo debe dejar entrar a los núcleos y citoplasmas correctos! (Margulis, 2002: 107).

Si esto no es cooperación, entonces ¿qué es? Los gametos, en una inmensa mayoría, solo se fusionan cuando proceden de individuos de la misma especie, excepciones a la regla existen, es la imperfección cooperativa. Quizá esta sea una de las formas como los seres unicelulares evolucionaron hasta individuos pluricelulares, primero colonias, luego estas se especializaron en tejidos que formaron órganos y posteriormente el individuo: «Trabajando juntas, las células se convierten en colonias y las colonias se convierten en individuos con niveles crecientes de organización» (Margulis, 2002: 117).

De otro lado, muchos autores consideran dentro de las relaciones intraespecies, a las relaciones llamadas de competencia, es más, este tipo de relaciones tiene un matiz predominante además de darwinista, así, la «relación intraespecífica por antonomasia es la competencia» (Ferrandis Gotor, 2006: 31). Y la definición de competencia en este contexto no se hace esperar: «La competencia consiste en cualquier tipo de interacción que produce un perjuicio mutuo a ambos participantes, estableciéndose entre organismos que demandan y comparten unos recursos limitados» (Ferrandis Gotor, 2006: 31). Es evidente que en cualquier interrelación de individuos, naturalmente se van a presentar conflictos por alimentos, espacio, pareja reproductiva; en general tales conflictos afectan al nicho ecológico individual, y como se ha venido sosteniendo a lo largo del presente trabajo, el conflicto no es sinónimo de lucha sin cuartel, competencia destructiva o en extremo la aniquilación de los menos aptos; en este sentido la cooperación se torna imperfecta, pero que sin embargo es garantía de subsistencia de la especie, así cuando la «población de una especie aumenta en tal grado que la intensidad de la competencia amenaza la supervivencia de muchos de ellos, surgen mecanismos de

regulación demográfica, tal como la disminución de la fertilidad» (Ferrandis Gotor, 2006: 32), en efecto, esta es la realidad, la naturaleza despliega mecanismos que permiten la continuidad de la vida, de la especie, no la aniquilación de ella, sin embargo la interrelación cooperativa por imperfecta que parezca, se mantiene en el espacio y tiempo garantizando el proceso evolutivo. Corresponden a este tipo de interrelaciones imperfectas de cooperación: la territorialidad y la competencia entre individuos, a los cuales llamaremos conflictos por territorio y conflictos entre individuos. La territorialidad, entendida como el área por donde se mueve o viven los individuos de una determinada población, en el caso de los animales vertebrados, por ejemplo el instinto territorial en los machos les conduce a considerar «como propia un área determinada y no toleran dentro de ella a ningún otro individuo de su especie y de su sexo. En cambio la presencia de individuos de otras especies que no consideren como posible presa o que no constituyen un peligro es ignorada» (Escolástico León, 2013: 167). Si irrumpen un macho en el territorio se manifiestan actitudes de defensa y agresión, para mostrar que el territorio está ocupado. En otros casos, como en aves la ocupación y defensa de un territorio está precedida por «gritos y cantos» (Escolástico León, 2013: 167), otro tanto se muestra en monos, focas, leones y elefantes marinos, lobos, etc. «cuyos machos se hacen oír ruidosamente con gritos prolongados para advertir a los vecinos de su derecho de propiedad» (Escolástico León, 2013: 167), muchos peces defienden su territorio exhibiendo coloraciones e inclusive durante la reproducción, para marcar y ampliar su territorio, hay «peces que emiten sonidos para marcar claramente sus límites. Pueden producir estos sonidos con distintos órganos, por ejemplo, frotando los radios de las aletas» (Schliewen, 2014: 13). Los felinos y

cánidos «señalan sus territorios marcando diversos puntos con orina. O con excrementos como en el caso de los zorros, rinocerontes y antílopes» (Escolástico León, 2013: 168); las vicuñas de los Andes de Sudamérica hacen algo parecido, en los «límites de los territorios que ocupa cada familia hay varios bosteaderos (acumulación de heces de vicuña), que sumados a la presencia de un macho territorial son una señal que aleja a los intrusos» (Herrera Cunti, 2006: 200), esto no solamente garantiza la tenencia de un territorio, sino también es garantía de reproducción. En los vegetales el territorio tiene importancia vital, en muchos casos la ocupación de un lugar implica excluir del lugar a otros individuos de su misma especie, usando como mecanismos «el crecimiento en altura y la expansión de copas y rosetas que impiden la llegada de la luz» (Escolástico León, 2013: 169), lo cual impide el crecimiento y desarrollo de sus congéneres que aún permanecen cerca del suelo; otro mecanismo consiste en liberar «toxinas, en un proceso que se conoce como *alelopatía*, a través de las raíces y hojas que no permiten la germinación de las semillas» (Escolástico León, 2013: 169). De otro lado, los conflictos entre individuos se refieren por ejemplo a la defensa de su estatus, a la prevalencia para conseguir una pareja sexual, así, ciertos vegetales «tienden a aferrarse al lugar donde arraigan hasta que pierden vigor o mueren, e impiden que sobrevivan otros individuos. En ello controlan la luz, la humedad y los nutrientes del entorno» (Ramírez Hernández, 2010: 36). En otros casos, esta relación se manifiesta como dominancia social, por ejemplo algunos machos se enfrentan para hacerse prevalecer en el grupo, como los machos de ciertos ovinos o ciervos chocando sus cuernos hasta que uno ceda y las hembras del grupo queden bajo la protección del vencedor. Este tipo de interacción Darwin los había precisado como

selección sexual: «Esta forma de selección depende no de una lucha por la existencia en relación con otros seres orgánicos o con condiciones externas, son de una lucha entre los individuos de un sexo –generalmente, los machos–por la posesión del otros sexo» (Darwin, 2009: 148). De modo habitual en la biología actual se consideran dos formas de selección sexual; la selección intrasexual, definida como la «competencia entre los miembros de un sexo para aparearse con el sexo opuesto, como la que ocurre entre los elefantes marinos para controlar el harén o entre los machos de los salmones para aproximarse a los nidos en los que las hembras depositaron los huevos» (Curtis y otros, 2008: 375). La segunda forma la constituye la selección intersexual, donde «un sexo, en general la hembra, selecciona activamente a su pareja y favorece a los individuos que tengan más desarrolladas ciertas características» (Curtis y otros, 2008: 375), de esta manera los machos y la hembras, en muchos casos «difieren en conformación, color o adorno, estas diferencias han sido producidas principalmente por selección sexual» (Darwin, 2009: 150), de esta manera se explica el colorido de los pavos reales machos, la estampa alta y musculosa de un caballo, la melena de los leones, etc.

Sin embargo en las llamadas relaciones de competencia, se presenta una relación, la de conflicto-cooperación, esta es cierta, pero al mismo tiempo se muestra compleja, esto ha propiciado muchas veces resaltar e interpretar desde la perspectiva de la violencia y la competencia, lo cual concuerda con teorías sociopolíticas, demográficas, económicas, biológicas que interpretan la realidad como un escenario de lucha constante, donde existen pugnan por tener mejores beneficios ya sea en el escenario económico con el libre mercado o en el proceso evolutivo biológico con la selección natural de los más aptos y la competencia.

Reitero la complejidad del binomio conflicto-cooperación, pero además esta relación, como se ha visto se manifiesta en diferentes modos y maneras al interior de una población y también fuera de ella, como más adelante se evidenciará; además estas relaciones desbordan el marco teórico no solamente de biología convencional, sino también de cualquier interpretación sobre la vida y su evolución que tengan como premisa la violencia, competencia, lucha y selección natural; la interpretación del proceso evolutivo necesita una mayor apertura a los procesos de interacción y cooperación, y no sesgar la realidad solamente a relaciones aparentes de lucha y competencia, lamentablemente estas relaciones cooperativas no dejan fósiles, sin embargo en «biología es muy difícil trazar fronteras absolutas» (Moya y Peretó: 2011: 127), si hacemos esto, estamos frente a un dogma, nada más irreal en el ámbito de la ciencia. Si no somos capaces de entender la dinámica compleja de la vida, caeremos en las garras interpretativas de la muerte y destrucción, cuando desde hace millones de años esto no sucede; a pesar de la condición imperfecta, la vida se ha extendido y evolucionado hasta una biodiversidad que aún hoy somos incapaces de conocerla en su plenitud.

Pero la cooperación avanza hasta el siguiente eslabón que corresponde a las interrelaciones entre especies diferentes, algunas pinceladas de estas interrelaciones trata el siguiente apartado.

4.3.4. EVIDENCIAS INTERESPECIES.

La organización de la vida es tan compleja, que dividirla en áreas es solamente para facilitar su interpretación, aunque ello implique sacrificar parte de la realidad. En esta perspectiva las relaciones que se establecen entre poblaciones de diferentes especies son manifestaciones claras, naturales y por lo tanto innegables

en la complejidad y organización de la vida. De esta manera, los seres vivos «como entes organizados, toleran mejor el desorden en la medida en que sea más compleja la organización, como complemento la solidaridad entre sus miembros también permite unos mayores niveles de tolerancia» (Muñoz, 2001: 64), pero no solamente tolerancia, sino también garantía de supervivencia y por lo tanto de continuidad de la vida.

Las relaciones cooperativas entre las especies, se las conoce como simbiosis, cuyo significado ha sido tratado en el apartado denominado cooperación intraespecies, entendidas como aquellas que se establecen entre poblaciones de diferentes especies de una comunidad. Presentaré en esta parte algunos ejemplos que ilustran la fuerte interdependencia, como relación bidireccional de una especie respecto a otra.

Lynn Margulis nos pone en el centro mismo de las relaciones cooperativas intraespecies cuando al referirse a la simbiosis, la concibe como algo que está presente a la vez y en todas partes de nuestro planeta: «No son sólo nuestras pestañas e intestinos los que están abarrotados de simbiosis animales y bacterianos; si uno mira en su jardín o en el parque del vecindario los simbiosis quizá no sean obvios pero están omnipresentes» (Margulis, 2002: 63). Y es que para empezar con este tipo de interrelaciones cooperativas, tomémonos a nosotros mismos como referente, vivimos en simbiosis con otras especies, bacterias que constituyen una gran comunidad ecológica o microbioma dentro de nuestro cuerpo, lo cual garantiza nuestra vida, de hecho «el repertorio de genes del microbioma humano es cien veces superior al número de genes de nuestro propio genoma estimado en 20.000 genes» (Moya y Peretó, 2011: 30). En nuestros intestinos, por

ejemplo, habitan muchos tipos de microorganismos, uno de ellos las bacterias *Escherichia coli*, vive en el intestino grueso, son las responsables de sintetizar «vitamina K y algunas vitaminas del grupo B que se incorporan al torrente sanguíneo y son distribuidas para su uso por las células corporales. Por su parte, el intestino grueso provee nutrientes a las bacterias y permite su supervivencia» (Tortora y otros, 2007: 424), esto evidencia una mutua cooperación, llamada simbiosis mutualista en el lenguaje biológico actual; otra relación cooperativa la constituyen las «corinebacterias que habitan en la superficie del ojo y ciertas micobacterias saprofitas que habitan en el oído y los genitales externos. Estas bacterias viven de las secreciones y las células que se descaman y no causan beneficios ni daños evidentes al huésped» (Tortora y otros, 2007: 424), aunque al parecer constituyen nuestras nanas naturales que se ocupan de la limpieza de esas zonas de nuestros cuerpos; en definitiva cada ser humano no forma estrictamente un individuo con abstracción de los demás, más aún si consideramos que «dos kilogramos de la masa corporal de un ser humano adulto medio están constituidos por microorganismo, no nos resultará difícil apreciar su importancia en nuestra fisiología, en nuestro estado de salud o en ciertas patologías» (Moya y Peretó, 2011: 29), pero sin lugar a dudas, gracias a estos dos kilogramos aproximadamente de ignorados microorganismos, los seres humanos tenemos un lugar en el escenario de la vida y hemos andado los caminos de la evolución. Así, somos muchas individualidades, las cuales han dejado de ser tales para dar paso a una nueva individualidad: la individualidad emergente.

Todos los organismos lo suficientemente grandes como para que podamos verlos están compuestos de microbios, una vez independientes, que forman equipo para convertirse en entidades

mayores. A medida que se fusionaban, muchos de ellos perdieron lo que en retrospectiva reconocemos como su anterior individualidad. (Margulis, 2002: 51).

Y eso es lo que somos, muchos individuos fusionados que aparecen o dan la apariencia de un solo individuos, quizás a los seres humanos nos describa mejor considerarnos superorganismos o comunidad: «No es de extrañar que se considere el organismo humano como un superorganismo, con comunidades de microorganismos en continuo diálogo bioquímico con nuestras propias células» (Moya y Peretó, 2011: 30).

Uno de los fundamentos de la novedad evolutiva lo constituye sin lugar a dudas las simbiosis, el vivir juntos dos o más individuos que proceden de especies diferentes; esto lo atestigua en el origen mismo de la célula eucariota, tratada a profundidad por Lynn Margulis (2002, 2003a, 2003b, 2009) en su teoría sobre el origen de las células nucleadas, teoría endosimbiótica serial o simbiogénesis, tratada anteriormente en el presente trabajo: «La simbiogénesis – la herencia de los genomas adquiridos –, principalmente entre bacterias u otros organismos, constituye la fuente mayoritaria de innovación evolutiva» (Margulis, 2003b: 215), esto evidencia un fuerte interacción cooperativa entre seres de especies diferentes, interacción que se manifiesta en todas las facetas de la vida.

De los más de veinte estilos metabólicos procarióticos sólo dos (el heterótrofo, consumidor de materia orgánica, y el fotoautotrófico, fijador de carbono con ayuda de la luz) han sido adoptados por los eucariotas. Ahora bien, las asociaciones simbióticas con microorganismos procarióticos permiten ampliar este repertorio (Moya y Peretó, 2011:14-15).

Otra muestra de interrelación se observa entre los animales herbívoros y las plantas de las cuales se alimentan; muchos animales que se encuentran en la

base de una pirámide alimenticia encuentran sustento en las hojas, flores, tallos, frutos, semillas y raíces de los vegetales, esta relación denominada herbivoría se «ha catalogado históricamente como una relación antagonista, en la cual el herbívoro adquiere el alimento necesario para cubrir sus requerimientos energéticos y la planta pierde tejido con repercusiones negativas o fatales» (Del Val, 2012: 43), sin embargo, estas repercusiones se han demostrado que en muchas ocasiones no hay efecto negativo, es más los efectos pueden ser positivos, como el caso de algunas «herbáceas con dominancia apical, la herbivoría permite que se activen los meristemas laterales que normalmente están latentes, por lo que las plantas que presentan herbivoría pueden tener mayor biomasa que las intactas» (Del Val, 2012: 43), de modo que resulta beneficiosa para la planta esta especie de poda natural. Tengamos en cuenta los siguientes datos que señala Ek del Val (2012: 43-44), en nuestro planeta el 26% de la biodiversidad está formada por insectos herbívoros, cerca del 0,1% lo forman las especies de vertebrados herbívoros, en tanto que las especies de plantas conforman el 22% de la biodiversidad, entonces «tenemos que la interacción planta-herbívoro involucra alrededor del 50% de la biodiversidad del planeta» (Del Val, 2012: 43), nada menos que aproximadamente la mitad de las especies vivas están relacionada en comer y ser comidas, pero acaso, como resultado de esto ¿las plantas han perecido en su lucha por la existencia? – por usar términos darwinistas –, al contrario, las especies involucradas a pesar de todos los vaivenes del tiempo han evolucionado desde que los primeros registros de «herbivoría por invertebrados datan de hace aproximadamente 400 millones de años, durante el Devónico temprano, y corresponden a la época en la que las plantas colonizaron el medio terrestre» (Del Val, 2012: 44), desde entonces

herbívoros y plantas han persistido en coevolución, tanto que en la actualidad se registran, todo un abanico nada despreciable de biodiversidad a lo largo y ancho de nuestro planeta, acaso esto explica el auge de la «diversidad extraordinaria de plantas con flores (220 000 especies) y de sus insectos herbívoros (por lo menos 600 000 especies descritas)» (Anaya Lang, 2003: 157).

Muchos otros animales, como los rumiantes e insectos, no pueden llevar adelante su metabolismo por carecer de mecanismos necesarios para ello, pero para suplir estas deficiencias se han asociado con ciertos microorganismos expertos en tales trabajos, es más, estos microorganismos viven permanentemente dentro del hospedador como endosimbiontes, de modo que, «el valor adaptativo de estas simbiosis en animales con dietas desequilibradas asociados bacterias metabólicamente dotadas para suplir sus deficiencias nutricionales» (Moya y Peretó, 2011: 39) pone de manifiesto la capital importancia de esta asociación. Los pulgones, que a veces nos incomodan cuando los descubrimos entre las flores del jardín, se alimentan de la savia vegetal pobre en aminoácidos, pero en el interior de sus células tienen endosimbiontes bacterianos especialistas y bioquímicamente más complejos que les ayudan a fabricando aminoácidos esenciales y vitaminas, a cambio de un poco de savia rica en azúcares: Ejemplos como este tipo de endosimbiosis se encuentran documentados por Moya y Peretó (2011: 40-43), así tenemos pulgones con «*Buchnera aphidicola* acompañadas a veces por *Serratia symbiótica*» (Moya y Peretó, 2011: 40), la asociación de las moscas blancas, que se alimentan de la savia del floema de los vegetales, con bacterias «*Portiera aleyrodidarum* acompañadas por *Hamiltonella defensa*» (Moya y Peretó, 2011: 40), la cigarra que se alimenta de la savia del xilema tiene como endosimbiontes a

«*Sulcia muelleri* acompañada de *Hodgkinia cicadícola*» (Moya y Peretó, 2011: 41), o la mosca tse-tse que chupa la sangre de los vertebrados, necesita de «*Wigglesworthia glossinidia* acompañada a veces por *Sodalis glossinidios*» (Moya y Peretó, 2011: 41), parecida asociación sucede con los piojos, chupadores de la sangre de los seres humanos y demás primates, necesita de bacterias *Candidatus Riesia*, que producen suficiente vitamina B5 para ambos; o las termitas comedoras de madera tienen como simbioses a «*Blattabacterium cuenoti*» (Moya y Peretó, 2011: 43), las termitas por si solas no son capaces de realizar la digestión de la celulosa contenida en la madera, por ello «deben recurrir a los protozoos simbioses, hospedados en una dilatación (ampolla rectal) del último tramo del intestino (endosimbiosis), protozoos que a su vez albergan bacterias» (Liotta, 2000: 38), sin estas bacterias (*Blattabacterium cuenoti*) no habría termitas, y esto puede sugerir una posible explicación, una hipótesis respecto al enorme volumen de animales extinguidos:

[...] mi hipótesis favorita [...] los saurópodos o dinosaurios gigantes que se alimentaban de plantas de las copas de los árboles. Las enormes proporciones de su cuerpo en forma de barril probablemente estaban en relación directa con la gigantesca comunidad de bacterias simbióticas que habitaban en él y les permitía hacer la digestión» (Punset, 2010: 57).

De modo similar sucede con los rumiantes (vacas, ovejas, cabras, ciervos, jirafas, etc.), vertebrados cuyo proceso de digestión de los vegetales que consume, se hace en dos etapas, primero ingiere el alimento y después, con más calma, regurgita el alimento y procede a la rumia; una vez masticado el alimento pasa al rumen (una división del estómago), donde se encuentran las bacterias que ayudarán al proceso definitivo de digestión, pues «la mayor parte de las plantas ingeridas por

el rumiante es digerida y fermentada por sus bacterias simbiotes para formar metano, dióxido de carbono y ácidos grasos volátiles» (Wisnivesky, 2003: 21).

Hoy se sabe que la mayoría de los ecosistemas terrestres, dependen de cooperaciones simbióticas entre plantas y hongos, esta «asociación establecida entre las raíces de las plantas y algunos grupos de hongos es conocida como micorriza y es una de las simbiosis más exitosas de la naturaleza» (Benítez Malvido y Gavito, 2012: 157); se cree que esta asociación se estableció mucho antes que las plantas colonizaran los ambientes terrestres, cuando aún era acuáticas; ante la necesidad de estructuras de fijación además de capturar nutrientes se hizo necesaria una ayuda por parte de hongos. Hace 400 millones de años las «plantas aún no tenían propiamente raíces sino rizomas y ramificaciones de anclaje como los que aún desarrollan muchas algas y plantas acuáticas» (Benítez Malvido y Gavito, 2012: 158), como consecuencia apareció la asociación con los hongos y de esta manera las plantas empezaron a explorar tierra firme al entrelazar sus rizomas con el micelio que es la «red de células filamentosas que constituye el tejido vegetativo de los hongos, tiene una estructura ideal para esto ya que funciona como extensa tubería interconectada que facilita la exploración del suelo y el transporte de agua y nutrientes» (Benítez Malvido y Gavito, 2012: 158), muchos fósiles de plantas antiguas delatan este hecho, con el paso del tiempo las plantas desarrollaron raíces especializadas en fijarlas al suelo y absorber de este el agua, minerales y otros nutrientes para el metabolismo vegetal, pero la asociación con los hongos no desapareció, al contrario la permanencia de la «asociación micorrízica, que se ha estimado que ocurre entre el 80 y el 90% [...] es evidencia de que a pesar de haber desarrollado raíces las plantas siguen obteniendo beneficios de la asociación con los

hongos que, a su vez, también aumentan su adecuación» (Benítez Malvido y Gavito, 2012: 158), de no ser así, como lo evidencian la enorme interdependencia, gran parte de los vegetales desaparecería y con ellas, muchas formas de animales ni siquiera se hubieran asomado al escenario de la vida, por no existir el sustento necesario.

Caso conocido y muy común constituye la polinización de los vegetales con flores por insectos, que llevan el polen desde los estambres al pistilo de la flor y se alimentan del néctar y del mismo polen (Anexo 16), esta forma de cooperación es de larga data:

En los primeros tiempos del periodo Terciario, hace unos 40 a 60 millones de años, los grupos de insectos especializados en la polinización, como por ejemplo, las abejas y mariposas, que habían evolucionado con las angiospermas conjuntamente durante 50 millones de años, se hicieron mucho más abundantes y diversos (Raven y otros, 1992: 599).

Pero no solamente son insectos como abejas, mariposas, moscas, mosquitos y otros coleópteros polinívoros son los polinizadores de las flores, también son parte de esta cooperación ciertas aves que acuden a las flores para alimentarse del néctar o en busca de insectos polinizadores, y en consecuencia se tornan en polinizadores como los picaflores o colibríes; en «Norteamérica y Sudamérica los principales pájaros polinizadores son los colibríes, en otras partes del mundo, actúan como polinizadores representantes especializados de otras familias» (Raven y otros, 1992: 605), también son polinizadores muchas especies de murciélagos, las flores «polinizadas por murciélagos se encuentran principalmente en las regiones tropicales del Viejo y Nuevo Continente. Más de 250 especies de murciélagos –aproximadamente un cuarto del número total de especies

del grupo—» (Raven y otros, 1992: 607) tienen una dieta alimenticia basada en el néctar, polen o frutos, lo cual demuestra una enorme interdependencia entre especies diferentes y que se mantienen desde hace muchísimos años en un perfecto equilibrio, sin que ninguna de las especies comprometidas haya desaparecido en una muestra clara de coevolución. Pero la polinización no se limita a la cooperación entre especies de seres vivos, también el mundo no vivo puede cooperar en esto, el viento también puede llevar el polen de una flor a otra, esto es se conoce como polinización anemófila, la cual es muy frecuente en «plantas con flores aclamídeas o sea desnudas o sin perianto, entre los Gimnospermas como Pino (*Pinus*), Ciprés (*Cupressus*), etc. y en las Gramíneas tropicales como Chusque (*Chusquea*) y Kikuyo (*Pennisetum*), etc.» (Jaramillo Plitt, 2006: 70). Aunque la polinización por medio del agua o polinización hidrófila es muy rara, sin embargo existe en la naturaleza, como en el caso de la Valisneria:

Es típica la polinización de la *Vallisneria spiralis* L, que crece en aguas remansadas de los países tropicales [...] con las flores femeninas sostenidas por un largo pedúnculo que en el momento de antesis se alarga hasta alcanzar la superficie del agua; en cambio las flores masculinas poseen espatas con flores pequeñas y muy numerosas, cada una con un par de estambres y formada por dos sépalos que sirven de órganos natatorios. La corriente de agua se encarga de llevarlos hasta los estigmas y así quedan polinizados. (Jaramillo Plitt, 2006: 72).

En otros casos como en la elodea, una planta acuática y sumergida, la «polinización ocurre dentro del agua con granos de polen que no suben a la superficie» (Jaramillo Plitt, 2006: 72). En el mundo microscópico – de acuerdo con Sandín (1995) – la conjugación entre bacterias que permitía intercambiar material genético y que se interpretó con un caso de reproducción sexual, constituye un

«fenómeno no sólo absolutamente inexplicable a la luz de todas las teorías neodarwinistas, sino totalmente contradictorio a ellas» (Sandín, 1995: 127); esto se evidencia en la transmisión de material genético de importancia crucial para la vida de la bacteria beneficiaria, que se «produce incluso entre géneros diferentes de bacterias, es decir se trata de una «cooperación» entre teóricas «competidoras» [...] la conjugación entre *Escherichia coli* y *Salmonella*, que transfiere a la segunda un gen de resistencia a la tetraciclina» (Sandín, 1995: 127).

Vemos en todo esto una interacción mutuamente dependiente de dos especies, pero la naturaleza no tanto es así, la realidad muestra una interacción mucho más amplia, de tipo multiespecies, la «gran mayoría de los organismos en cualquier ecosistema interactúan simultáneamente con más de una especie de manera directa o indirecta» (Boege y Carmona, 2012: 173), ninguna especie puede ser autosuficiente como para desligarse de la red cooperativa con otras especies, las «interacciones multiespecíficas, pueden ocurrir de manera sinérgica o antagónica e influir en los resultados ecológicos y evolutivos de la interacción entre cada par de especies» (Boege y Carmona, 2012: 173), así, en un ejemplo muy general, los vegetales fotosintetizan y se proveen de alimento, los herbívoros vienen y ramonean, pastan, luego son cazados, los cazadores también o son cazados o terminan sirviendo de alimento a los descomponedores, esto conlleva a cambios recíprocos en la evolución. Un arrecife de coral, es otra muestra de interrelación recíproca, donde circulan nutriente y una tasa alta de diversidad biológica y también bioquímica, la «estructura del arrecife mismo está formado por cnidarios que viven en colonias. Cada pólipo de la colonia secreta su propio esqueleto rico en calcio, que luego pasa a formar parte del arrecife» (Curtis y otros, 2008: 546), un grupo de

organismos heterótrofos del arrecife, entre los que destacan «corales escleractíneos, contienen grandes cantidades de dinoflagelados simbiotes conocidos como zooxantelas (*Symbiodinium microadriaticum*) en la gastrodermis» (Gómez Luna, 2003: 46), la cual es un alga fotosintética que proporciona oxígeno y azúcares al pólipo huésped permitiendo su desarrollo normal; otros miembros del arrecife son los «erizos negros (*Diadema sp.*) y los peces de las familias *Acanthuridae* (barberos) y *Scaridae* (loros) forman grandes poblaciones que consumen las algas que crecen sobre el arrecife» (Gómez Luna, 2003: 46), pero además existen muchos otros crustáceos y moluscos, los cuales en conjunto permiten el reciclado de nutrientes que torna en una interrelación efectiva y decisiva para la vida en el arrecife, en el cual la luz y la temperatura es un factor decisivo, los arrecifes prosperan en agua cálidas, pues «prácticamente no existen donde la temperatura está por debajo de los 18 °C, y pueden tolerar hasta 40 °C» (Gómez Luna, 2003: 45), además necesitan una «salinidad alrededor de 3.5 ‰ y aguas transparentes» (Gómez Luna, 2003: 46) por lo que son poco profundos, así en el «Caribe la laguna arrecifal tiene una profundidad de 5 a 15 metros, mientras que en el Indo-Pacífico según las dimensiones del atolón, puede llegar hasta los 70 m» (Gómez Luna, 2003: 47). Como vemos, esta última parte supera el ámbito de los elementos vivos del arrecife para integrarse a una red cooperativa con el mundo físico: luz, masa de agua, salinidad y también corrientes marinas. Toda la vida que prospera en nuestro planeta está interrelacionado, está tejida con redes de cooperación. Muchas son las evidencias de interrelaciones multiespecies, señalemos una más, pero esta vez en el mundo microscópico; existen «auténticas “matrioskas” simbióticas: bacterias dentro de bacterias. En la cochinilla algodonosa se han descrito como simbiotes

principales beta-proteobacterias (Tremblaya prínceps). En ocasiones dentro de estas también se hallan gamma-proteobacterias» (Moya y Peretó, 2011: 126-127).

No se ha olvidado, en el presente apartado, a las relaciones interespecies que devienen en consecuencias negativas e inclusive de aniquilación de una de ellas, como el caso de las presas o de los huéspedes de parásitos; claro está que estas relaciones no son de mutuo beneficio, este tipo de interrelaciones son diversas, incluyen la «ingestión total o parcial de plantas por animales y de animales por animales, la digestión de pequeños animales por plantas carnívoras o por hongos y la reducción de crecimiento, la fecundidad o la supervivencia de la presa por parásitos» (Curtis y otros, 2008: 919), pero también en el mundo microscópico se dan estas relaciones , por ejemplo la predación bacteriana, como el caso de «*Vampirococcus*, *Daptobacter* y *Bdellovibrio*, que presentan una gama de estilos de vida (de anaeróbico obligado en el primer caso a aeróbico obligado en el último) y de necesidad de depredar otras bacterias» (Moya y Peretó, 2011: 126); pero no han desaparecido las acacias alimento de antílopes y jirafas, o las cebras depredadas por leones, o los conejos perseguidos por águilas y coyotes, o bacterias fagocitadas por otras; al contrario, se mantienen en un equilibrio tal que en general la existencia de las presas no puede ponerse en riesgo a costa de la existencia del predador, así se da un coexistencia de millones de años, coexistencia que tiende al equilibrio y transcurre por medio de la cooperación imperfecta por cierto. Quizá por ello, la más acertada forma de « [...] ver a los individuos que hoy reconocemos como plantas, animales y hongos es como clones protoctistas altamente integrados. Seleccionados naturalmente, se convirtieron en seres nuevos y más grandes» (Margulis, 2002: 112).

De uno u otro modo: «Seguimos siendo simbióticos sobre un planeta simbiótico» (Margulis, 2002: 63), yo diría – para usar un término más amplio que simbiosis –: seguimos siendo cooperativos y cada vez más, sobre un planeta cooperativo. Las teorías sobre simbiosis, transferencia horizontal y vertical de genes, hipótesis Gaia y otras que implican redes de interrelaciones naturales que implican la vida, no se contradicen con la nuestra: la cooperación natural.

4.3.5. EVIDENCIAS ECOLÓGICAS

Un análisis antropocéntrico superficial y egoísta de la naturaleza ha generalizado la idea de que los seres vivos viven en una continua lucha caótica y si cuartel, compitiendo por el alimento y el espacio vital; sin embargo esto no es cierto, y no es cierto solo porque se observa algunas muestras de cooperación entre ciertas especies, sino porque estas relaciones recíprocas son tan extendidas y naturales que mantienen el equilibrio, la materia y energía, en suma permiten mantener la vida y su trascendencia en el tiempo. Una de tales muestras lo constituye el ciclo del nitrógeno. Este elemento químico es necesario que se fije en las células autótrofas de los seres vivos, como nitratos para servir de insumo en la elaboración de proteínas; Las sustancias estructurales de las proteicas: los aminoácidos, necesariamente tienen átomos de nitrógeno en su estructura. El nitrógeno se fija al suelo por dos vías colaborativas: la fijación física y la fijación biológica.

La fijación física entendida como el «proceso de conversión del nitrógeno gaseoso, libre y molecular (N_2) del aire, en una forma inorgánica que se fija en el suelo» (De Abate Jiménez, 1999:132) Para que se haga efectiva esta fijación es necesaria la convergencia cooperativa de factores como: nitrógeno del

aire, atmósfera, los rayos, la lluvia y el suelo. En la atmósfera el nitrógeno gaseoso se encuentra bajo la forma de molécula estable, cuyos enlaces interatómicos covalentes triples forman una molécula tipo $N\equiv N$, para romper estos enlaces se hace necesaria el uso de energía, esta «la provee la naturaleza durante las tormenta eléctricas; las descargas de los rayos producen óxidos de nitrógeno ($N_2 + O_2 \rightarrow 2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$) » (De Abate Jiménez, 1999: 132). Los óxidos de nitrógeno resultantes, reaccionan con el agua de lluvia o la humedad atmosférica, formándose nitritos y nitratos las cuales posteriormente se precipitan a la tierra por acción de la gravedad. En esta forma el nitrógeno es absorbido por las raíces de los vegetales para integrarlos a su metabolismo y elaborar aminoácidos y proteínas.

La fijación biológica del nitrógeno se refiere a los procesos por el cual ciertos microorganismos capturan el nitrógeno atmosférico fijándolo en el suelo. Algunos de estos microorganismos viven en el suelo, en tanto que otros viven en asociaciones simbióticas en las raíces de los vegetales. «Entre las primeras están las bacterias aeróbicas del suelo (*Azotobacter*) y las bacterias anaeróbicas del suelo (*Clostridium*). Entre las segundas se hallan las bacterias del género *Rhizobium*, que viven en simbiosis con las leguminosas (frijoles, soya, trébol) » (De Abate Jiménez, 1999: 133). Pero además existen muchos árboles, hierbas y arbustos que viven en simbiosis con organismos fijadores de nitrógeno, como los olmos (*Alnus*) y las magnolias. Así por ejemplo, tenemos a los vegetales con sus respectivos simbiosis: «*Alnus*, *Ceanothus* y *Casuarina* con *Frankia* (Actinomiceto); pastos tropicales con *Azospirillum* (Actinomiceto); *Azolla* (helecho acuático) con *Anabaena* (Cyanobacteria) » (Anaya Lang, 2003: 130). Existen también otros seres que fijan el nitrógeno necesario para su metabolismo, sin establecer relaciones

simbióticas, tal como lo precisa Anaya Lang (2003, 130): las cyanobacterias (algas cianofíceas o algas verde-azuladas) de los géneros Nostoc, Anabaena, Calothrix; bacterias aeróbicas estrictas de los géneros Azotobacter, Beijerinckia y Derrxia entre otras; bacterias aeróbicas facultativas de los géneros Bacillus y Klebsiella; bacterias anaeróbicas no fotosintéticas Clostridium, methanococcus, o las fotosintéticas Rhodospirillum y Chromatium.

La asociación simbiótica de las bacterias fijadoras de nitrógeno con las raíces de los vegetales, se realiza por lo general, en estructuras multicelulares de las raíces denominadas nódulos: (ver Anexo 17). Esta relación es tal que ni la bacteria y pero la planta por separado pueden fijar el nitrógeno atmosférico. En el caso de las leguminosas, el nitrógeno molecular atmosférico es capturado por las bacterias del género Rhizobium, como amoníaco NH_3 por medio de procesos enzimáticos específicos y complejos.

$\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$ El NH_3 muy rápidamente se oxida a ión nitrato (NO_3^-). Esta oxidación la realizan las bacterias del suelo llamadas *nitrificantes* y el proceso que realizan se llama *nitrificación*. Un grupo de estas bacterias nitrificantes son los *Nitrosomas* que convierten el NH_3 en el ión nitrito: (NO_2^-): $3 \text{NH}_3 + 3 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 4 \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ Otra bacteria, *Nitrobacter*, oxida el nitrito (NO_2^-) a nitrato (NO_3^-): $\text{NO}_2^- + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ Ambos organismos (*Nitrosomas* y *Nitrobacter*) son seres autotróficos que obtienen su energía de la oxidación del NH_3 y del cambio de valencia del nitrógeno (3 a 5) al oxidarse. (De Abate Jiménez, 1999:133-134).

Luego de haberse formado el ión nitrato como parte de estructuras de sales oxisales, por ejemplo KNO_3 , NaNO_3 , los vegetales pueden usarlo como materia prima en la elaboración de aminoácidos, péptidos y proteínas, tan necesarias en la alimentación estructura celular vegetal; pero además las proteínas fluyen en la

cadena alimenticia, sirviendo de alimento a los herbívoros y luego de estos como nutrientes de los carnívoros.

De esto se puede evidenciar la íntima relación no solamente entre seres vivos de diferentes especies: bacterias, vegetales, herbívoros y carnívoros, sino entre estos seres y el ambiente físico: aire, agua de lluvia, suelo, etc. Este ciclo del nitrógeno influye directamente en los procesos vitales, como muy bien lo ilustra De Abate Jiménez (1999):

- a) Fertilidad del suelo.
- b) Formación de aminoácidos y proteínas por las plantas.
- c) Nitrógeno orgánico en forma de proteínas vegetales para los herbívoros.
- d) Proteínas que constituyen el cuerpo de los herbívoros y que alimentan a los carnívoros. (De Abate Jiménez, 1999: 135).

Evidentemente esto es muy ilustrativo en términos generales, que bien podrían parecer un caso aislado, pero que sin embargo la inmensa red de interrelaciones cooperativas que se dan en el mundo vivo y entre este y el mundo físico tanto circundante como a escala global, apenas estamos vislumbrando; hace mucha falta quitarnos la venda de nuestros presupuestos y el paradigma de la violencia, para entender la magnanimidad de la vida y su evolución.

El ejemplo es una clara evidencia de la íntima relación de interdependencia que tienen los seres vivos con el medio ambiente; desde la cooperación natural, el medio ambiente este ya no es más el lugar neutro, estático o carente de dinamismo y significancia en el proceso evolutivo; la selección natural al resaltar el papel la «competencia directa entre individuos por los recursos como principal mecanismo de selección, desde Darwin (y especialmente sus seguidores) se tuvo la impresión que el ambiente era simplemente un escenario estático»

(Margulis, 2003 a: 209), de esta manera se creó una brecha entre los seres vivos y su ambiente, uno es el elemento dinámico y que cambia con el tiempo, en tanto que el ambiente se torna en inmutable, distante de la evolución, un elemento que lo soporta todo y no participa en el dinamismo de la vida; sin embargo esto es falso, sabemos que a escala planetaria absolutamente todo está interconectado para lograr un solo objetivo: la vida y su progreso en el tiempo y el espacio, de este modo se «reconoció que la separación ambiente-biota era artificial» (Margulis, 2003 a: 210), existe reciprocidad bioquímica entre los seres vivos y el medio, – como plantas que reaccionan ante la luz (Anexo 18) –; no existe una relación dicotómica, vida y entorno se interrelacionan, cooperan para lograr la diversidad biológica, es errónea la concepción de una lucha constante, la competencia desleal y que el mundo solo es para los más fuertes y aptos en un escenario imposible; la hipótesis Gaia «integra la evolución de la biota con las transformaciones, bien documentadas, en la composición química de la superficie y de la atmósfera del planeta a lo largo de los tiempos geológicos» (Margulis, 2003 a: 211). La evolución implica muchas interrelaciones cooperativas entre los organismos vivos, pero también entre estos y en medio ambiente, mutuamente se influyen de una u otra manera, no existen islas en el proceso evolutivo, porque la evolución es integración, unión de esfuerzos para hacer que la vida continúe en manifestaciones cada vez más sorprendentes y maravillosas.

La evolución es la ciencia de la conexión, y esta no termina con los vínculos entre seres humanos y simios, o entre éstos y otros animales, o entre otros animales y microbios: lo vivo y lo no vivo están también relacionados de formas fundamentales. Hemos visto que la organización de la vida es material, pero la energía también se organiza. (Margulis, 2003 b, 75).

La vida y su evolución no podrían ser tales sin el concurso del medio ambiente, sin luz, agua, suelo, gases atmosféricos. Solo de esta interrelación cooperativa con el entorno, los seres vivos pueden obtener la materia y energía necesaria para mantener su organización reduciendo las gradientes de entropía, contrariamente a los sistemas termodinámicos inertes que «se tornan en aleatorios, desorganizados y menos complejos con el paso del tiempo, mientras que los sistemas vivos incrementan visiblemente sus niveles de organización y complejidad» (Margulis, 2003: 77). Entender el proceso evolutivo, es reconocer que no existe división o independencia entre el mundo vivo y el mundo no vivo; ambos son absolutamente necesarios y convergen en el nacimiento y evolución de la vida; ante lo cual la vida y evolución humana no es una excepción.

4.3.6. EVIDENCIAS ANTROPOLÓGICAS

La cultura occidental y en especial la biología evolutiva esta empecinada, de la mano con el darwinismo y teoría sintética, en hacernos creer que los seres humanos somos criaturas competitivas, antisociales, malvadas y prestos a mostrar los dientes para solucionar nuestros conflictos, en lugar del «*zoon politikon* que Aristóteles vio en nosotros» (De Waal, 2007: 27). Darwin tampoco fue ajeno a esta característica natural humana, cuando dice: «Todo el mundo reconoce que el hombre es un ser sociable» (Darwin, 1965 a: 145). Hobbes, Smith y otros se encargaron de difundir que nuestra naturaleza no era gregaria e inclinada a la vida social, sino que hasta cierto punto nos dieron el lugar de criaturas agresivas, egoístas y malvadas, lo cual ni remotamente es cierta; el camino que llevó a la humanidad hacia la socialización necesariamente debió y debe estar rodeada de condiciones mínimas de justicia, vale decir de «la posibilidad de una cooperación

mutuamente beneficiosa entre iguales» (De Waal, 2007, : 27), de otro modo jamás la especie humana habría logrado su actual estado evolutivo, es nuestro carácter social, nuestra naturaleza de establecer relaciones, de ser compañeros y aliados, la que ha permitido el éxito evolutivo de nuestra especie. La sociedad humana es una especie de empresa pero cuyas relaciones se regulan de manera cooperativa, donde confluyen conflictos e intereses.

Hay una identidad de intereses puesto que la cooperación social hace posible para todos una vida mejor de la que pudiera tener cada uno si viviera únicamente de sus propios intereses. Hay un conflicto de intereses puesto que las personas no son indiferentes respecto a cómo han de distribuirse los mayores beneficios producidos por su colaboración, ya que con objeto de perseguir sus fines cada una de ellas prefiere una participación mayor a una menor. (Rawls, 2010: 29)

Para gestionar estos intereses y conflictos han sido necesarios un conjunto de principios, los cuales en conjunto llamamos principios de la justicia social, los cuales constituyen un marco para «asignar deberes y derechos en las instituciones básicas de la sociedad y definen la distribución apropiada de los beneficios y las cargas de la cooperación social» (Rawls, 2010: 31). No hemos irrumpido en la escena de la vida como seres solitarios, procedemos de especies ancestrales para los cuales vivir en grupo y ayudarse mutuamente no fue una opción sino un mecanismo de supervivencia, somos seres gregarios, con nuestras dificultades y conflictos, pero hechos para vivir en una comunidad cooperativa. «Nuestros cuerpos y nuestras mentes no están diseñados para vivir en ausencia de otros» (De Waal, 2007: 27).

Darwin no pudo jamás sustraerse a esta realidad humana, y jugo con trampa, o para no ser injusto, nunca fue claro en reconocer esta realidad humana, sin embargo y a pesar de ello, en muchos pasajes de su obra posterior a El origen de

las especies: *El origen del hombre*, la competencia y lucha por la existencia casi desaparecen para dar paso a la cooperación, la cual guía al desarrollo de las sociedades, las facultades intelectuales y cualidades morales en los seres humanos, algo parecido también lo describe en referencia a otros animales.

[...] muchos son los animales que simpatizan con las desgracias o peligros de sus semejantes, esto se observa hasta en las aves. Refiere el capitán Stansbury haber encontrado en un lago salado de Utah un viejo pelícano completamente ciego, que estaba, sin embargo, muy grueso, de donde dedujo que debió haber sido por mucho tiempo alimentado por sus compañeros. (Darwin, 1965 a: 137).

En otro pasaje hace referencia como la cooperación impulsa a varios «cuervos de la India que llevaban de comer a dos o tres de sus compañeros privados de la vista» (Darwin, 1965 a: 137). Luego, en el mismo *Origen del hombre*, plasma una frase haciendo clara referencia a los seres humanos: «Los instintos sociales más persistentes predominan sobre los menos persistentes» (Darwin, 1965 a: 147), seguramente siguiendo su razonamiento por selección natural, precisa que aquellos instintos sociales más constantes en el tiempo son seleccionados; sin embargo se le va de las manos, mejor de su teoría, cuando manifiesta que: «No hay duda que el bien y la felicidad del individuo coinciden frecuentemente, y una tribu contenta y feliz prospera más que la desgracia y miserable» (Darwin, 1965 a: 162). De manera que el éxito evolutivo humano se arraiga fuertemente en la felicidad del grupo humano, pero la felicidad del conjunto implica relaciones en conjunto, relaciones estas que necesariamente pasan por interrelaciones de tipo cooperativo. Más aun Darwin añade:

De este modo se aleja el estigma de colocar en el vil principio del egoísmo las bases de lo que nuestra naturaleza tiene de más noble, a no

ser que se le dé este nombre de egoísmo a la satisfacción que todo animal siente cuando sigue a sus propios instintos, y al pesar que experimenta cuando no lo puede hacer. (Darwin, 1965 a: 163).

¿Qué significa esto? Un desliz de herejía al egoísmo de Adam Smith, o es la lucha por la supervivencia, la selección natural y el egoísmo, lo que concede felicidad y permite evolucionar, o son las relaciones de cooperación social la base de tal logro humano. Decídase Sr, Darwin; no hay egoísmo bueno y egoísmo malo.

No es el egoísmo es que nos impulsa a vivir en sociedad y tener éxito como especie, no son las relaciones antagónicas, la rivalidad o pugna los factores motivadores que han llevado a nuestra especie en el camino evolutivo. Contrariamente a ello, es la paz y las relaciones de cooperación el fundamento de nuestra existencia en el tiempo y el espacio.

La paz nos permite reconocernos como humanos. Efectivamente, la socialización, el aprendizaje, la colectivización, la acción de compartir, la asociación, la cooperación, el altruismo, etc., son factores que están en el origen de la especie. Estas cualidades son determinantes en el nacimiento y «éxito» de los homínidos y posteriormente de los actuales humanos (*homo sapiens sapiens*). De lo cual se deduce que, contrariamente a lo que pensamos en muchas ocasiones, es la *paz* la que nos hace temer, huir, definir e identificar la violencia, y no al revés. (Muñoz, 2004: 885).

Esta es nuestra realidad desde los albores de la humanidad, estas son nuestras raíces impregnadas en nuestra naturaleza genética, psicológica y sociocultural. «Estas disposiciones nos llevarían a buscar el "bien" y evitar el "mal"; buscar el placer frente al dolor; y reforzar el altruismo frente al egoísmo» (Muñoz, 2004: 885). Todo ello significa que desde el ancestral *Australopithecus* nuestros antepasados de «hace 4,2 millones de años» (Sampedro, 2007: 201), nuestra vida se

ha construido con experiencias pacíficas de cooperación lo cual impregnado e influido profundamente toda la historia humana, de esta manera la cooperación se constituye en pieza clave del éxito de la especie humana; esto refuerza la hipótesis de que la colaboración y cooperación fue la base sobre la cual se yergue la evolución humana. Sin embargo, tenemos que ser honestos en esta visión, estas manifestaciones de paz como medio de transformación de los conflictos en la evolución humana, no fue ni es perfecta, de hecho la agresión y no pocas experiencias violentas se vieron inmersas en este proceso:

[...] los comportamientos cooperativos y altruistas contrastados son mucho mayores que los comportamientos en los que se inflige daño. Así, la propuesta que se hace desde aquí es que la inmensa mayoría de los conflictos en los que participaron nuestros ancestros fueron resueltos de manera pacífica. La paz era la forma más común en la que nuestros antepasados resolvieron—regularon—gestionaron sus conflictos, con ellos mismos y con la naturaleza. (Jiménez Arenas, 2011: 92).

Estas precisiones, permiten reconocer la imperfección de nuestra evolución, «La evolución es una consecuencia de la imperfección» (Jiménez Arenas, 2011: 71), precisamente tal imperfección se viabiliza en el dinamismo de la evolución, y precisamente por ser imperfectos, evolucionamos, por lo tanto «es plausible proponer que ha sido gracias a la imperfección de nuestros antepasados y a los conflictos en los que se vieron involucrados por lo que estamos aquí» (Jiménez Arenas, 2011: 71). Y estamos aquí porque nuestra tendencia a formar grupos generó relaciones más duraderas y beneficiosas que ha permitido nuestro éxito como especie:

Por tanto una serie de rasgos anatómicos, culturales y de comportamiento parece haber conjuntado de manera compleja e interdependiente en un relativo corto lapso de tiempo, e hizo que los

homínidos y los humanos más antiguos alcanzaran tan alto éxito demográfico: bipedismo, consumo de alimento de alta calidad (proteínas y grasas animales), desarrollo de la tecnología de transformación de materias duras [...] y especialmente nuevos lazos sociales dentro del grupo basados en la cooperación y en la disminución de la agresión. Todo ello «vehiculado» por un incipiente sistema de comunicación exclusivo: el lenguaje hablado. (Martínez Fernández y Jiménez Arenas, 2003: 88).

El origen mismo del lenguaje tiene un contexto cooperativo; el «lenguaje ciertamente surgió de la necesidad de colaboración entre los seres humanos y no de la competición o de la hostilidad» (Abdalla Guerrieri: 2007: 112). No es preciso hacer un esfuerzo de imaginación para constatar que en situaciones de emergencia y desgracias como las que acarrea un accidente, terremoto, guerras, etc. los seres humanos instintivamente nos prestamos ayuda de manera espontánea sin que nadie nos lo pida, demostrando que estos comportamientos de auxilio y solidaridad son innatos o naturales en nuestra especie. Tales comportamientos se repiten incesantemente en animales, plantas y a lo largo de toda la escala de la vida, las interconexiones facilitar y permiten la continuidad de ella.

Queda evidente que la violencia es resultado de la cultura humana, es consecuencia de la gestión negativa de nuestros conflictos. En los últimos años se han identificado en nuestro cerebro las llamadas neuronas espejo, estas neuronas «contribuyen a todos nuestros aprendizajes sociales, los que se basan en imitar lo que vemos hacer a los demás» (Sánchez y otros, 2014: 142), pero también –en consonancia con Sánchez y otros (2014) –, las neuronas espejo pueden asimilar en contexto en el cual se desenvuelve el ser humano, es decir que nuestro cerebro no solamente percibe las acciones de los demás, sino que además nos permite

interpretar las intenciones de los demás, esto incluye « su estado de ánimo, sus sentimientos y, lo que es más importante para la supervivencia individual, sus intenciones, que también forman parte del contexto» (Sánchez y otros, 2014: 143), es por esta razón que muchas veces con solo mirar los ojos o la expresión del rostro de nuestros semejantes podemos intuir su estado de ánimo o sus posibles intenciones. Estas repercusiones de las neuronas espejo, ponen de manifiesto la base biológica natural del aprendizaje no solamente de las acciones de índole social, sino posiblemente también de actos de violencia; pues «[...] del mismo modo que las neuronas espejo se encuentran implicadas en muchos procesos de aprendizaje, especialmente en el social, es muy probable que también lo estén en el aprendizaje de la violencia» (Sánchez y otros, 2014: 144), pues como ya se ha tratado anteriormente, la violencia tiene una profunda base sociocultural que se originan en «conductas agresivas que forman parte de las emociones» (Sánchez y otros, 2014: 144) pero también «se pueden encontrar implicadas igualmente en el aprendizaje social de la tolerancia y el control de la agresividad» (Sánchez y otros, 2014: 144).

Consecuentemente, la especie humana desde que hizo su aparición vía la evolución en el planeta, se han suscitado una serie de experiencias de interdependencia, este proceso constituye la socialización que tiene lugar y significado en la convivencia en grupo lo cual ha asegurado el éxito de la especie. Ahora bien, ha quedado demostrada que la Historia humana es una Historia de conflictos los cuales desarrollan la capacidad adaptativa ante nuevas situaciones, así de las distintas propuestas para enfrentar situaciones similares tiene éxito la que mejor permite tal adaptación. Si nuestra historia está tapizada de conflictos, entonces: ¿el conflicto y la violencia son conductas naturales del hombre?

La pregunta tiene dos respuestas –como ya anteriormente ha sido tratado – totalmente diferentes. Lo natural es el *conflicto* el cual se convierte en el dinamizador que promueve las interacciones e interdependencias para llegar a la mejor propuesta que será aceptada por las entidades humanas, nuestra es una historia de conflictos pues «no existiría historia sin conflicto, el conflicto contribuye a establecer la dinámica de la historia» (Muñoz, 2001: 29); el detalle está en cómo se gestionan y transforman estos conflictos, o por vías pacíficas o por medios violentos cuya extremo son las guerras (violencia directa). De esto podemos aseverar que la *violencia* no es una conducta natural en el hombre, no se han detectado causas genéticas para la violencia, solo las hay para agresividad que no necesariamente genera violencia.

Las evidencias demuestran que la Paz representa el 99% (dato simbólico, no por ello carente de significado) en la Historia humana, por lo tanto la mayoría de las situaciones conflictivas han sido y son resueltas por métodos pacíficos; de esta manera el conflicto no solamente es «una manera de vivir, como Galtung ha sugerido, sino que también es un medio por el cual aprendemos a vivir más plena y creativamente» (Lederach, 2000: 59). Así pues, nuestra historia es un mosaico de acciones pacíficas y violentas en el tratamiento de los conflictos, como trama inherente a la vida, pero en la cual la transformación pacífica de los conflictos a través de relaciones cooperativas, son las más significantes y mayoritarias.

Ya no es posible negar la enorme interrelación entre todos los seres vivos que pueblan y poblaron nuestro planeta, los nexos de interdependencia entre los seres vivos y su entorno físico; absolutamente todo se encuentra interrelacionado de modo interdependiente de cerca o de lejos, de un lado o del otro, sin estos

«conceptos de unificación acerca de las relaciones mutuas, tanto de evolución como ecológicas, el mundo de las cosas vivas es tan sólo una mezcla inverosímil» (Vilée, 2008:156), y se torna no creíble porque simplemente la evolución basada en un mecanismo violento terminaría por autodestruir la vida, en consecuencia, se hace necesaria otra visión del proceso, una visión realista, natural, pacífica que pasa por considerar un mecanismo de cooperación evolutiva.

4.4. DE UNA EVOLUCIÓN VIOLENTA A UNA EVOLUCIÓN PACÍFICA

Para llegar hasta esta parte del presente trabajo, además de deconstruir la interpretación violentológica de la evolución de las especies en nuestro planeta y de apoyarme en teorías e interpretaciones de muchos autores y especialistas en biología evolutiva, ha sido de gran ayuda como herramienta de comprensión, explicación y vía para proponer alternativas, la matriz unitaria, comprensiva e integradora que propone la Investigación para la paz de la Cátedra UNESCO de Filosofía para la paz de la Universidad Jaume I.

La complejidad de las interrelaciones de cooperación existentes entre los seres vivos y entre estos con su entorno, hace que la comprensión de tal realidad sea difícil, entonces, la biología convencional, ha optado por la fragmentación del tratamiento y conocimiento de la vida y su evolución, dando lugar a una situación de reduccionismo. Ante esta complejidad deberíamos sentirnos humildes, porque no tenemos la capacidad de comprenderlo todo, de este modo se hace necesaria una estrategia para tratar de superar de la mejor manera posible la fragmentación junto al reduccionismo. Tal estrategia nos viene desde la gestión de epistemologías en tanto orienten un mecanismo global de tratamiento y comprensión de la realidad a

pesar de lo complejo. Comprender la complejidad de la cooperación, según lo antecedido, resulta dificultosa para lo cual necesaria la convergencia del esfuerzo individual, institucional, de la comunidad científica, académicos, etc. para abordar el tema, pero se puede generar una especie de caos por la multifacética percepción de las diferentes disciplinas, se hace necesario un mecanismo de cooperación inter y transdisciplinar, que a manera de un “condensado epistemológico” sea el punto de partida para abordar la complejidad cooperativa en la naturaleza, dicho mecanismo es la llamada *matriz unitaria* que busca comprender e integrar las relaciones de los diversos fenómenos desde una perspectiva transcultural, plurimetodológica y transdisciplinar. Esta matriz que busca gestionar en primer lugar la complejidad de la paz, comprende cinco ejes guías: «una teoría general de los conflictos; pensar desde una paz imperfecta; desconstruir la violencia; discernir las mediaciones e interacciones estructurales entre conflictos, paz y violencia; y el empoderamiento pacifista a través de la no violencia» (Muñoz y otros, 2005: 125). Un esquema aproximativo sería el siguiente: (Ver también Anexo 19).

- | | |
|--|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> –Pensar desde la paz imperfecta (estructural) –Desconstruir la violencia estructural (imperfecta) –Teoría general del conflicto –Reconocer las mediaciones: conciencia agónica –Empoderamiento pacifista | <p>1x5</p> |
|--|------------|

La interpretación de cada uno de los ejes depende de los otros, todos son importantes, convergentes, no implica jerarquización, dado su carácter unitario se convierte en un instrumento válido que ha sido utilizado para entender el proceso evolutivo cuyo mecanismo – considero – es la cooperación, de esta manera es

posible abordar dicho proceso de la vida con su carácter de complejidad, a pesar de que por muchos años y aún en la actualidad se lo aborda desde una perspectiva reduccionista. Desde la teoría general del conflicto, que precisa la matriz unitaria, ha sido posible reconocer el carácter natural y constructivo del conflicto, de esta manera, se ve que lo largo de millones de años los seres vivos se encuentran en medio de muchos conflictos, de tal modo que estas interacciones constituyen un gran conflicto natural presente el todo el proceso evolutivo. Este conflicto, como interacción natural, unido a la concepción positiva del conflicto en «cuanto perspectiva abierta y dialéctica del conflicto» (Muñoz y otros, 2005: 128), y me ha permitido aseverar que la naturaleza busca una mecanismo tendiente a proteger y desarrollar la vida; tal es así que, para deconstruir la interpretación violenta insertada en la teoría evolutiva actual bajo la forma de selección natural, tal concepción violenta de la evolución es consecuencia de la cultura de los seres humanos por lo tanto es posible deconstruirla, la violencia es «un fenómeno absolutamente humano y, por lo tanto, con raíces en la propia evolución somático-cultural de los homínidos» (Muñoz y otros, 2005: 128); por ello he considerado a la cooperación natural como: el mecanismo fundador, el gestor, mediador y transformador del gran conflicto natural inherente a la vida y lo traduce en el proceso evolutivo; en consecuencia es la cooperación natural el mecanismo que explica *el cómo* y además *por qué* se realiza e proceso evolutivo. Junto a estas consideraciones, la matriz unitaria invita a pensar desde la paz imperfecta, como en efecto ha sucedido en el presente trabajo, esto ha permitido reflexionar sobre la cooperación natural, como mecanismo evolutivo, considerando que tal cooperación no es perfecta; como efectivamente no se ven por allí gatos y ratones jugando más

aún si hay necesidad de materia y energía; la cooperación natural es imperfecta, «camino inacabado, ya que siempre convivirá con los conflictos y con algunas propuestas de violencia» (Muñoz y otros, 2005: 128), pero sin embargo, permite la evolución de la especie y además mantiene el equilibrio en el escenario de la vida desde hace millones de años. Finalmente el empoderamiento pacifista entendido como un «proceso basado en la «praxis» que contempla una reflexión y acción permanente y un horizonte normativo para construir futuros más justos y pacíficos» (Muñoz y otros, 2005: 128-129), ha proporcionado las bases para reflexionar sobre el actual paradigma que domina en la biología evolutiva y optar por otro más real y concordante con la naturaleza, en este aspecto también es propicia la propuesta del giro epistemológico que desde la Cátedra UNESCO de Filosofía para la paz de la Universidad Jaume I de Castellón de la Plana, cuyos principios permiten reflexionar por un nuevo paradigma que explique más razonablemente el proceso evolutivo. En este entendimiento abordaré en este último apartado del presente trabajo, los aspectos más saltantes y que necesitan ser clarificados en mi propuesta de la cooperación natural como proceso evolutivo.

Los principios y en general la teoría darwinista, en todas sus versiones se han constituido en el paradigma dominante de la biología evolutiva en nuestros días; tal paradigma, con la selección natural como su centro, constituyen una verdad aceptada a priori, de tal manera que en el ámbito biológico suena a dogma establecido o hecho incuestionable sin preguntarnos el motivo por el cual este se realiza, ni tampoco ver las alternativas disponibles o escuchas a otras voces, que por cierto existen, pero que sistemáticamente han sido silenciadas. El ser humano crece y se desarrolla frente a paradigmas, que una vez aprendidos quedan intrínsecos en

nuestro ser, pero no es difícil cambiarlos, el problema radica en adaptarse a ellos y estar ávido a recibir y aceptar nuevos paradigmas, sin embargo esto no quiere decir que así como llega un paradigma, también se van. Lo que debemos hacer es aprender a cuestionar un paradigma y estar abiertos a nuevas perspectivas o teorías que subyacen en nuestra cultura y que a lo mejor muestran mejores bases explicativas y coherencia con la realidad; por ello no olvidemos que: «un paradigma es como un sistema de creencias inconscientes de una cultura. Vivimos y respiramos estas creencias, pensamos y actuamos de acuerdo con ellas, interpretamos y miramos (como si fuesen lentes) a través de ellas,» (Muñoz Gutiérrez, 2012: 178).

Por lo tanto, un paradigma, en realidad nos limita a pensar en situaciones pre-establecidas, por tanto nos bloquea nuestra capacidad de razonar libremente y observar libremente también, ya que nos define límites, y nos indica cómo comportarnos dentro de estos límites; «forman una potente categoría de prejuicios mentales que oscurecen nuestra visión de la naturaleza empírica y así mismo de nuestra brújula moral» (Jay Gould, 2011: 243), este es el problema, estamos inmersos dentro de una determinada cultura, y ella nos involucra en unos cánones que se tornan en percepciones o preceptos que guían nuestras acciones y forma de comprender el universo; sin preguntarnos por las verdaderas razones de ello. En el ámbito de la biología evolutiva, quizá esto toma más fuerza, los defensores y discípulos de la síntesis moderna de la evolución creen que están en lo correcta –en términos generales esto es bueno al defender una idea – pero pecan cuando quieren imponerlo cerrando otras posibilidades en el escenario de las ciencias, que es un escenario de libertad. Es singular la sinceridad de uno de los autores del equilibrio

puntuado: «Mis colegas científicos parecen particularmente propensos a esta especie de ceguera porque hemos sido adiestrados para pensar que vemos el mundo objetivamente. Por ello nos hallamos especialmente expuestos al engaño [...]» (Jay Gould, 2011: 243).

Quizás la siguiente fábula, que circula por internet sin que aparezca autor definido, resulte ilustrativa:

La paradoja de los monos y los plátanos

Un grupo de científicos encerró a cinco monos en una jaula, en cuyo centro colocaron una escalera y, sobre ella, un montón de plátanos. Cuando uno de los monos subía la escalera para agarrar los plátanos los científicos lanzaban un chorro de agua fría sobre los que se quedaban en el suelo. Pasado algún tiempo, los monos aprendieron la relación entre la escalera y el agua, de modo que cuando un mono iba a subir la escalera, los otros lo molían a palos. Después de haberse repetido varias veces la experiencia, ningún mono osaba subir la escalera, a pesar de la tentación de los plátanos. Entonces, los científicos sustituyeron a uno de los monos por otro nuevo. Lo primero que hizo el mono novato nada más ver los plátanos fue subir la escalera. Los otros, rápidamente, le bajaron y le pegaron antes de que saliera el agua fría sobre ellos. Después de algunas palizas, el nuevo integrante del grupo nunca más subió por la escalera. Un segundo mono fue sustituido, y ocurrió lo mismo con el que entró en su lugar. El primer sustituido participó con especial entusiasmo en la paliza al nuevo. Un tercero fue cambiado, y se repitió el suceso. El cuarto, y finalmente el quinto de los monos originales fueron sustituidos también por otros nuevos.

Los científicos se quedaron con un grupo de cinco monos que, a pesar de no haber recibido nunca una ducha de agua fría, continuaban golpeando a aquél que intentaba llegar hasta los plátanos.

Si fuera posible preguntar a alguno de ellos por qué pegaban con tanto ímpetu al que subía a por los plátanos, con certeza ésta sería la respuesta: «No lo sé. Aquí, las cosas siempre se han hecho así».

Esta fábula, a juicio mío, encierra una hermosa moraleja: *Recordemos que muchos de nuestros prejuicios y/o paradigmas no son coherentes con la realidad*. A lo mejor estas fueron las razones por las que Albert Einstein se expresó tan acertadamente: « ¡Triste época la nuestra! Es más fácil desintegrar un átomo que un prejuicio» (Maglio, 2008: 15). Y en verdad cuesta demasiado en nuestra época cuestionar la selección natural darwinista.

Entendiendo que en la naturaleza no existe ser vivo alguno que sea completamente independiente respecto a los demás seres y al medio ambiente, reconocemos un principio de interdependencia el cual muestra su expresión concreta en la cooperación natural. Ahora bien, si consideramos a la cooperación natural como el mecanismo que explica y dirige el proceso evolutivo, entonces, se hace necesaria una perspectiva de ciencia, una nueva epistemología, «una filosofía, una nueva axiología, una nueva ontología y nuevos ejes que mediarían [...]» (Abdalla Guerrieri, 2007: 48) la interpretación de la naturaleza, la vida y evolución, esta propuesta la tare el giro epistemológico de la Cátedra UNESCO de Filosofía para la paz, la ciencia deberá virar integrando teorías cooperativas, solidarias, tolerantes, abiertas al diálogo, porque esto es lo real y se desprende de la naturaleza, aprendamos de ella, volvamos nuestra mirada a la naturaleza sin apasionamientos no romanticismos vacíos pues de lo contrario estaremos; todo esto en el contexto de una revolución científica kuhniana, nos permite aseverar que estamos en medio de una crisis paradigmática, lo implica necesariamente un cambio, del paradigma de la competición con su ingrediente de lucha e individualismo, al paradigma de la

cooperación, porque el «eje central de la racionalidad burguesa [...] es el *trueque competitivo*» (Abdalla Guerrieri, 2007: 48), lucha e individualismo, donde lo que vale y lo éticamente virtuoso es la «ética del mercado» (Abdalla Guerrieri, 2007: 54), y todo lo que dificulta la libre competición es considerado malo o injusto, de otro lado la ontología burguesa hace énfasis en el ser que tiene o posee y «quien no tiene nada es un *no-ser*» (Abdalla Guerrieri, 2007: 54); estos considerandos socio-económicos sirvieron y aún son la base de la teoría darwinista debido a esto: «Así se piensa el mundo, así se desarrollan las ciencias se aplica la tecnología, se elaboran políticas públicas, se imponen planes económicos. De este modo se relacionan hombres y mujeres entre sí. Así se ora y se reza. Y así, precisamente así, se va destruyendo toda la humanidad» (Abdalla Guerrieri, 2007: 58), se va destruyendo la verdad respecto a la comprensión del proceso evolutivo, hace falta liberarnos de esta careta, de este cristal añejo y opacado para abrazar con libertad otras propuestas en el ámbito científico cuyos conocimientos son el resultado de la interpelación y relación mutua, una ciencia dialógica, comunicativa, atenta a la diversidad y negación de hechos puros, donde la razón se encuentra íntimamente ligada con nuestros sentimientos, emociones, cariño y ternura, consecuentemente no existe la ciencia neutra u objetiva.

No hay nada objetivo o neutro en el ser humano, en todas nuestras acciones e interpretaciones de la realidad están presentes nuestros sentimientos, ellos influyen en nuestras decisiones, en este sentido, la cooperación natural, como mecanismo evolutivo que se está proponiendo desde el presente trabajo, también se torna en un prejuicio, un paradigma, pero creo que tiene un fundamento más coherente con la realidad, más enraizado con la naturaleza.

El paradigma de la selección natural con base en la competencia, lucha y violencia, se torna peligroso porque se ha constituido en automático para explicar el proceso evolutivo, se ha tornado en incuestionable, solo vemos el primer plano, la experiencia inmediata y nos olvidamos del contexto de trasfondo, de aquello que sirve de base y da sentido al contenido, a la aproximación real del paradigma con la naturaleza misma de aquello que quiere interpretar o explicar. En consecuencia el paradigma actual de la teoría evolutiva se encuentra en crisis, muchas son las evidencias de colaboración desde el origen mismo de la vida hasta la actualidad expresada en la biodiversidad mundial. Es necesario, por tanto, considerar un giro epistemológico, para recuperar el papel central de la cooperación (como una de las manifestaciones de la paz natural) en el proceso dinámico de la evolución de las especies en nuestro planeta. La teoría darwinista, con una fuerte base social individualista, competitiva, violenta, azarosa no puede explicar la enorme red de interrelaciones e interdependencias, solo atina a decir por ejemplo que:

La evolución no es perfecta ni imperfecta. Es simplemente el resultado histórico de cambios al azar en el material genético que pueden luego extenderse o no en generaciones sucesivas por una serie de procesos entre los cuales brilla con luz propia la selección natural darwinista. O al menos así es como hasta ahora se cree que ocurre (Barja de Quiroga, 1993: 56).

El mismo Darwin no está tan seguro de que la selección natural sea la principal causa de la evolución, en muchos pasajes del *El origen de las especies*, concede importancia al uso y desuso lamarkiano: «[...] creo que no puede caber duda de que el uso ha fortalecido y desarrollado ciertos órganos en los animales domésticos, de que el desuso los ha hecho disminuir y de que las modificaciones son hereditarias» (Darwin, 2009: 202); esto es una herejía a su misma teoría; líneas

más adelante afirma: «Podemos creer que el antepasado de los avestruces tuvo costumbres parecidas a la avutarda [...] usó más sus patas y menos sus alas, hasta que llegaron a ser inservibles para el vuelo» (Darwin, 2009: 202), esto ya es Lamarck resucitado, pero para llegar al culmen de esta duda, Darwin en las ediciones posteriores, sentencia: «Estoy convencido de que la selección natural ha sido el modo principal, pero no el único, de modificación» (Darwin, 2009: 621). ¿Qué duda cabe entonces si ni siquiera el mismo Darwin está seguro del papel de la selección natural? ¿Acaso después de una reflexión sobre la primera edición de su obra, se tornó un poco lamarkista?

De otro lado, cambios al azar del material genético y mucho tiempo para seleccionar, no lo es todo, es más es algo imposible, si consideramos que las mutaciones se dan a nivel individual y que para llegar por ejemplo a nuestra situación actual «el número mínimo de individuos iniciales para explicar la variabilidad existente en la humanidad actual debería ser no menor de 500» (Sandín, 1995: 53), es decir necesariamente al inicio de nuestra estirpe deberían haber existido 500 diferentes especies de hombres mutantes. «Una vez más, los datos objetivos analizados a la luz de los esquemas actuales nos han llevado a un callejón sin salida» (Sandín, 1995: 53); pero sabemos que los quinientos mutantes no existieron, entonces ¿qué seleccionó la naturaleza?, este proceso de selección natural, como se evidencia, no genera novedad evolutiva por sí misma, pues ella selecciona solamente lo que hay, lo que la naturaleza pone a disposición, la selección natural no crea; se hace necesario entonces, otro mecanismo evolutivo porque la «vida no se enquistó en el planeta mediante combates, sino gracias a la cooperación. Las formas de vida se multiplicaron y se hicieron más complejas

asociándose a otras, no matándolas» (Margulis, 2003 a: 108). El nuevo paradigma y giro epistemológico que se hace necesario, como anteriormente fue tratado, integra una epistemología comprometida con la naturaleza de nuestro mundo, una reflexión que partiendo de nuestra fragilidad humana influenciada por sentimientos y cultura, sea capaz de interpretar el proceso evolutivo en la complejidad con la cual se presenta, esto involucra además dejar nuestro escudo antropocéntrico y egocéntrico, es decir, tratar de explicarlo todo desde nuestra propia realidad, sin tener en cuenta otras realidades de la vida y la naturaleza. La naturaleza simplemente existe y se manifiesta, nosotros, los seres humanos decimos de ella; el detalle se encuentra que tanto y con qué fidelidad decimos de la naturaleza. El paradigma darwinista, como hemos visto a lo largo de este trabajo, carece de sustento natural, se hace necesaria una nueva manera de abordar la realidad: «En fin, la necesidad de cooperación y solidaridad entre todos y de todos con la Naturaleza ha despuntado como un nuevo *Zeitgeist* (espíritu de la época) que puede servir de base para una nueva racionalidad y un nuevo proceso civilizador» (Abdalla Guerrieri, 2009: 43).

La vida es única, más sus manifestaciones son variadas y múltiples, tal multiplicidad deviene de un proceso dinámico y complejo que se materializa en el tiempo y el espacio, este proceso es la evolución. Como todo proceso en la existencia es inacabado e imperfecto; pero siempre nos manifiesta la unidad de la vida en la multiplicidad de los seres y en la complejidad de su expresión. Lo real, es la profunda interrelación que se muestra por doquier entre las diferentes formas de vida que pueblan nuestro planeta, ante lo cual un observador sensato, no puede menos que sentir una especial curiosidad y sorpresa ante la intrincada red de relaciones interdependientes que posibilitan la vida y su evolución a los largo de

millones de años; todo lo cual supone la existencia basada plenamente en formas de cooperación que construyen, contrariamente a relaciones de competencia que llevan inevitablemente a la destrucción o aniquilación total.

Las diversas manifestaciones de la vida han evolucionado hasta dar origen a especies vía el proceso evolutivo incuestionable como hecho, que constantemente trae novedades en lugares específicos y con la paciencia del tiempo. Sin embargo –y por ello– ninguna especie es absoluta, acabada o perfecta; menos aún, superior a otra, lo real es que entre los seres vivos se establece un mutuo intercambio en un determinado lugar y momento y se relacionan exitosamente con el medio y esta exitosa relación, espacio-temporal, le permite vivir y dejar descendencia; así una bacteria origina bacterias y estas establecen interrelaciones cooperativas y evolucionan, de igual manera lo hacen los vegetales, los felinos engendran felinos, una especie evoluciona y origina otra u otras especies; en definitiva la vida origina vida y esta tiende a evolucionar, pero la competencia, la violencia y la lucha engendran violencia y muerte; entonces, de la violencia y muerte ¿qué puede seleccionar la naturaleza?.

En la teoría darwinista la «selección natural es el concepto básico [...]: los más adaptados sobreviven y transmiten sus características favorables a la población. La selección natural viene definida por la expresión de Spencer “supervivencia de los más aptos” » (Jay Gould, 2010: 42); pero ¿a qué se refiere el término apto? Siguiendo el comentario de Gould (2010), para entender tal aptitud o el término apto, debemos recordar que en el léxico de la evolución, la adaptación se entiende como el *éxito reproductivo diferencial*, unos se reproducen y dejan descendencia, en tanto que otros están limitados y en consecuencia se pierden sus genes; de modo

que tal concepción «define la adaptación exclusivamente en términos de supervivencia. La frase crucial de la selección natural significa tan solo “supervivencia de los que sobreviven” y es una vacua tautología» (Jay Gould, 2010: 42). Si confiamos en la bondadosa interpretación de Gould, como debe de ser, y no por esto concuerdo plenamente con él; de manera que desde el presente trabajo modifico la versión darwinista de: *los más adaptados sobreviven y transmiten sus características favorables a la población*, por: *los más cooperativos sobreviven y transmiten sus características favorables a la población*. En cuanto a la expresión de Spencer, que dio sustento a la teoría darwinista: *supervivencia de los más aptos*, la reescribo como: *la supervivencia de los más cooperativos*. Al respecto, uno de los autores más ignorados por la ortodoxia darwinista, dice:

Pero si recurrimos, a la verificación indirecta y preguntamos a la naturaleza: “¿Quiénes son más aptos, aquellos que constantemente luchan entre sí o, por lo contrario, aquellos que se apoyan entre sí?”, en seguida veremos que los animales que adquirieron las costumbres de ayuda mutua resultan, sin duda alguna, los más aptos. (Kropotkin, 2005: 36-37).

El azar en una evolución violenta llevaría inevitablemente a la autodestrucción de las especies y en consecuencia a la negación de la vida en nuestro planeta. El azar es uno de los pilares sobre los que descansa la selección natural, entendida como una fuerza ciega y natural que ayudado por el tiempo y las mutaciones impulsa la evolución. Así, lo dice uno de los darwinistas más populares del momento:

La selección natural, el proceso automático, ciego e inconsciente que descubrió Darwin, y que ahora sabemos que es la explicación de la existencia y forma de todo tipo de vida con un propósito aparente, no tiene ninguna finalidad en mente. No tiene mente ni imaginación. No

planifica el futuro. No tiene ninguna visión, ni previsión, ni vista. Si puede decirse que cumple una función de relojero en la naturaleza, ésta es la de relojero ciego. (Dawkins, 1993b: 26).

La fuerza ciega no basta para promover la evolución de la vida, imaginemos por un momento los errores y horrores que se tendría. «Si se observan las células de una golondrina y se colocan juntas al azar, la probabilidad de que el objeto resultante vuele no es, para nuestros propósitos, distinto de cero» (Dawkins, 1993b: 29), es decir es imposible y lo dice el autor de *El relojero ciego*, es más páginas adelante precisa en una clara contradicción – nuevamente – en sus hipótesis: «El comportamiento del organismo surgirá entonces como un todo, como consecuencia de la interacción entre sus partes» (Dawkins, 1993b: 32), si esto no es cooperación, entonces tampoco es azar.

Pensar y entender la evolución sin cooperación natural, es negar la evolución, «la evolución consiste en un polimorfismo cooperativo» (Agudelo Murguía, 2009: 55), en este sentido no niego la existencia de la naturaleza como ente selector, niego la entronización sacrosanta de la competencia, la lucha y selección natural al nivel de considerarlos como el marco explicativo y el mecanismo natural que dirige el proceso evolutivo. La cooperación es el mecanismo y capacidad natural, que en nuestro planeta, nos ha llevado a ser lo que verdaderamente somos como especies vivas dentro de una medio que no nos es ajeno; porque si el proceso evolutivo es inherente a los seres vivos, y los seres vivos necesaria y naturalmente establecen relaciones cooperativas, entonces la evolución de la vida implica cooperación. Una idea que se desprende de estos considerandos es que el proceso evolutivo persiste como realidad natural, debido a las múltiples relaciones que se establecen entre todos los elementos vivos y no vivos, de modo

que la palabra evolución ya no puede integrar toda esta realidad, podría entenderse como un proceso de coevolución porque el proceso implica un cambio evolutivo recíproco e interactuante al interior de las especies, entre las especies y entre estas con el medio físico, esta es la cooperación natural aunque imperfecta presente en todo el escenario de la vida. Es oportuno en esta parte traer una cita de Darwin en *El origen de las especies*: «Si se pudiese probar que una parte cualquiera del organismo de una especie había sido formada para ventaja exclusiva de otra especie, esto destruiría mi teoría, pues esta parte no habría sido producida por selección natural» (Darwin, 2009: 276-277), si hay evidencias y muchas: nuestro estómago e intestinos con su volumen, niveles de alimento y gases, pH, etc., están diseñados de tal manera que albergar muchos microorganismos con los cuales convivimos. Otro ejemplo: muchas de las características del órgano de la visión estarían relacionadas con la adquisición de genomas, como resultado de la interrelación de los organismos con diferentes bacterias y la posterior incorporación de sus genomas al ADN del huésped; los bastoncillos y los conos de las células retinales del ojo (Anexo 20) químicamente «contienen rodopsina, un complejo pigmento proteínico de color púrpura sensible a la luz» (Margulis, 2003b: 265), lo curioso es que esta molécula proteica ya estaba presente en los albores de la vida, mucho antes de la aparición de los vegetales y animales (según lo refiere la misma autora), en un grupo de arqueobacterias denominado halófilas: «Los procariotas amantes de la sal, gustan de bañarse en la luz del Sol. Utilizan su rodopsina fotosensitiva para generar energía en forma de la omnipresente molécula ATP. Los fundamentos de la fotosensibilidad están bien desarrollados en el mundo bacteriano» (Margulis, 2003b: 265-266), tales bacterias pudieron iniciar una

relación parasitaria con el individuo infectado y, con el tiempo, este individuo lograría sacar provecho de esa especialidad de su parásito, el cual ahora está transformado en bien de nuestra visión.

Las relaciones cooperativas trastocan el actual paradigma evolutivo, uno más de tales cuestionamientos constituye el llamado árbol de la evolución. Para Darwin y sus seguidores el árbol evolutivo o filogenético básicamente consta de un tronco que constantemente se ramifican, se bifurcan pero además también y desde la cooperación natural, se «funden. Los genomas se integran y las uniones persisten más allá del punto de no retorno» (Margulis, 2003b: 264). De manera que un árbol evolutivo más acorde con la realidad sería:

Aquel que en la copa presentara la estructura dendriforme ramificada de animales, plantas y hongos multicelulares. Las transferencias génicas implicadas en la formación de las mitocondrias y cloroplastos de los eucariotas a partir de las bacterias se representarían mediante la fusión de ramas principales. Por debajo de estos puntos de transferencia (y dentro de los actuales dominios Bacteria y Archaea) observaríamos numerosas fusiones adicionales de ramas. En la profundidad del dominio procariota, en la base quizá del dominio eucariota, sería impropio imaginarse un tronco principal. (Doolittle, 2000: 32)

Sin embargo, precisa Doolite, aún esta imagen sería engañosa, casi «una caricatura, pues las fusiones entre ramas no representarían la unión de genomas completos, sino la transferencia de genes o grupos de genes» (Doolittle, 2000: 32), tanto transferencia horizontal como vertical, es decir una interrelación inherente y natural al proceso evolutivo. «Toda las energías, todos los elementos, todos los seres vivos, desde las bacterias y virus hasta los seres más complejos, estamos inter-retro-relacionados y, por tanto somos interdependientes» (Boff, 2007: 11).

En la historia de la vida todo está mediado por procesos de cooperación natural imperfecta, la historia de la vida es la historia de la evolución y la historia de la evolución es la historia de la vida, pero por sobre todas las cosas, la historia de la vida y de la evolución es la historia de la cooperación natural; de tal manera que: la cooperación natural es el camino de la evolución, y esta solo puede continuar en tanto encuentre una base de cooperación, la cual los seres humanos apenas empezamos a comprenderla.

4.5. FILOSOFÍA PARA LA PAZ Y EVOLUCIÓN.

El presente trabajo dista mucho de convertirse en una teoría científica que trata de constituirse en explicar el ¿cómo o de qué manera se produce la evolución?, como lo cual dejamos por sentado el hecho incuestionable del proceso evolutivo, más no así la teoría que intenta explicar tal proceso, que en nuestro caso nos estamos refiriendo al darwinismo tanto al tradicional, cuya autoría la tiene Charles Darwin, como al darwinismo actualizado recogido en la Síntesis evolutiva moderna. Más bien, lo que trato de traer es una reflexión – sobre el proceso evolutivo de los seres vivos –, desde la Filosofía, en especial desde la Cátedra UNESCO de Filosofía para la paz; de esta manera abordo aspectos epistemológicos lo que permite interpretar los fundamentos sobre los que se sostiene la actual y hegemónica teoría sobre la evolución de las especies.

4.5.1. EL GIRO EPISTEMOLÓGICO.

La teoría darwinista actualizada o síntesis evolutiva moderna (como se la conoce actualmente), no logra dar respuesta a las preguntas y cuestiones más cruciales, que a la luz de los avances y la «gran cantidad de datos procedentes

principalmente de la bioquímica, genética y microbiología» (Abdalla Guerrieri, 2010: 23) son las constantes en el campo biológico: ¿Cómo es posible que de la competencia y el azar se manifieste la complejidad de la vida? ¿Cómo se explica la interdependencia entre los seres vivos, el medio ambiente y a nivel global en el gran ecosistema Tierra? Ya no bastan explicaciones tales como: la vida es una constante lucha por la existencia, solamente superviven de los mejores, porque sólo de ellos será el reino de la tierra; el azar es la manera como la selección natural opera a tientas o ciegas. Se hace necesaria otra perspectiva, otra visión de la naturaleza acorde con la realidad observable; porque no se trata de criticar sin aportar una alternativa. En este entendimiento, he tomado como herramientas de reflexión el giro epistemológico de la Cátedra UNESCO de Filosofía para la paz, conflictos y desarrollo de la Universidad Jaume I y la teoría de la ciencia o epistemología de Thomas S. Kuhn.

Para Kuhn el objeto de estudios de la epistemología ya no es el estudio de la estructura lógica de las teorías científicas – como en Karl Popper – sino es el cambio, la evolución de tales teorías científicas, en este sentido se plantea interrogantes: ¿Cómo se realiza la actividad científica? ¿El desarrollo científico es un proceso de acumulación a lo largo de la historia de la ciencia?, en consecuencia ¿cómo se desarrollan las teorías científicas? Estas interrogantes nos muestra un enfoque histórico con el que se analiza la ciencia desde la epistemología de Kuhn, lo cual queda aclarado cuando precisa «trazar un bosquejo del concepto absolutamente diferente de la ciencia que puede surgir de los registros históricos de la actividad de investigación misma» (Kuhn, 2004: 20). De modo tal que se entiende la ciencia como una actividad humana que se ha venido concretando a lo

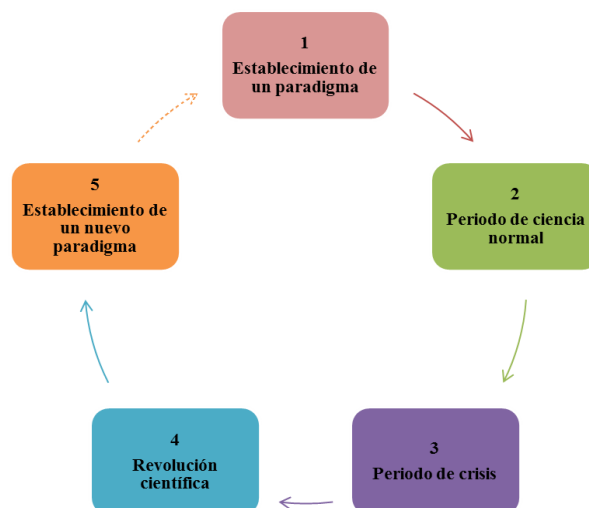
largo de los siglos pero que en cada época de la historia, va impregnada de un conjunto peculiar de características.

En la concepción Kuhniana, la historia de las ciencias puede ser interpretada como el proceso en el cual los modelos científicos generales – con sus hipótesis, formas de experimentación y leyes (reunidos bajo el concepto de paradigma) – conquistan la hegemonía por determinado período de tiempo y orientan todo el trabajo de la ciencia: pesquisa experimental, elaboración teórica, enseñanza y divulgación. (Abdalla Guerrieri, 2010: 40).

Frente a las interrogantes presentadas anteriormente, Kuhn nos presenta un conjunto de fases del desarrollo de la ciencia, los mismos que se pueden esbozar del modo siguiente.

1. Establecimiento de un paradigma.
2. Periodo de ciencia normal.
3. Periodo de crisis.
4. Revolución científica.
5. Establecimiento de un nuevo paradigma.

Este sería un proceso cíclico; cuando un paradigma, que sostiene una concepción científica normal, entra en crisis por contradicciones internas o porque aparecen nuevos hechos que no pueden ser explicados por el paradigma vigente, ocurre un periodo de revolución científica, la cual conlleva a que el paradigma emergente, poco a poco se extienda en el contexto, pues toma tiempo en ser aceptado por la comunidad científica, debido a que ésta se resiste reconocerlo en consonancia con su carácter conservador. Esquemáticamente este ciclo sería:



FUENTE PROPIA

Un paradigma – noción fundamental en la epistemología de Kuhn –, se considera como modelos, pautas o esquemas de investigación científicas, no son teorías sino una perspectiva que guía el análisis de un problema de investigación determinado así como su posible solución. En palabras del mismo Kuhn, los paradigmas « [...] realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica» (Kuhn, 2004: 13). Sin embargo con el tiempo, en virtud de las críticas hechas al término paradigma, por la gran variedad de su aplicación, obligaron a Kuhn, a considerar al paradigma como «constelación de compromisos de grupo» (Kuhn, 2004: 278), razón por la cual en la Posdata: 1969, Kuhn aclara:

Para nuestros propósitos presentes sugiero “matriz disciplinaria”: “disciplinaria” porque se refiere a la posesión común de quienes practican una disciplina particular; “matriz” porque está compuesta por elementos ordenados de varias índoles, cada una de las cuales requiere una ulterior especificación. Todos o la mayor parte de los objetos de los compromisos de grupo que en mi texto original resultan paradigmas o partes de paradigmas, o paradigmáticos, son partes constituyentes de la

matriz disciplinaria, y como tales forman un todo y funcionan en conjunto. (Kuhn, 2004: 279-280).

Sin embargo, en el presente trabajo se usará el término original de paradigma, sin el prejuicio de cuestionar el significado del término sino circunscribirlo a un conjunto de modelos que guían para abordar problemas concretos y elementos compartidos por la comunidad científica para desarrollar sus actividades, es decir en un sentido de macroteorías que se aceptan concesuadamente y de forma general por la comunidad científica en su conjunto, a partir de las cuales se realiza la investigación científica. Saldado esto, y en consonancia con Mauricio Abdalla (2010), muchos factores entran en juego para aceptar un determinado paradigma en un momento de la historia, tales factores pueden ser: «una cosmovisión metafísica acerca de la naturaleza, motivaciones originadas en la vida social, la estética de teorías y ecuaciones y hasta elementos de orden psicológico» (Abdalla Guerrieri, 2010: 40). Una vez aceptado un paradigma, es decir cuando la época es dominada por un paradigma sobreviene un periodo – siguiendo a Kuhn – conocido como *ciencia normal*: « Durante estos periodos los científicos tienen claro cómo es el mundo: es como lo dice su paradigma» (Tourinán López y Sáez Alonzo, 2012: 78). Este periodo del desarrollo de la ciencia ocupa la mayor parte del tiempo de los científicos, y es aquí donde los científicos desarrollan un trabajo rutinario, constante, los problemas los miran a la luz del paradigma vigente, de modo que la ciencia normal «significa investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, realizaciones que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento para su práctica posterior» (Kuhn, 2004: 33). La comunidad científica bajo la influencia del paradigma aceptado se sujetan a las mismas reglas de juego y de esta manera miran

la naturaleza y sus hechos, dicho de otra manera: «Los hombres cuya investigación se basa en paradigmas compartidos están sujetos a las mismas reglas y normas para la práctica científica. Este compromiso y el consentimiento aparente que provoca son requisitos previos para la ciencia normal» (Kuhn, 2004: 34); la cual luego tomando tiempo, se expande, domina y se hace hegemónica, creando una especie de tradición específica en la investigación científica. De hecho que existen algunos problemas o hechos que no pueden ser abordados por la ciencia normal reinante por caer fuera del paradigma vigente; tales «fenómenos que no pueden ser interpretados a la luz del paradigma aceptado por la comunidad científica son tenidos como *anomalías*» (Abdalla Guerrieri, 2010: 41). Con el paso del tiempo y en ocasiones las anomalías se hacen notorias persisten a lo largo de los años o de los siglos, tal vez acumulándose junto con otros, para los cuales el paradigma no es capaz de resolver todas sus inquietudes; las anomalías o fenómenos «para el que el investigador no estaba preparado por su paradigma» (Kuhn, 2004: 100), juegan un papel preponderante el advenimiento de algo nuevo. En ese caso el paradigma en conjunto comienza a ponerse en cuestión y los científicos comienzan a considerar si supone el marco más adecuado o la forma más correcta de abordar los problemas o si debe ser abandonado; es en estas circunstancias en las cuales sobreviene una crisis. La crisis supone la proliferación de nuevos paradigmas, en un principio tentativo y provisional, con vistas a resolver la o las cuestiones más problemáticas. Estos nuevos paradigmas compiten entre sí y cada uno trata de imponerse como el enfoque más adecuado. Es decir que, el «significado de la crisis es la indicación que proporcionan de que ha llegado la ocasión para rediseñar las herramientas» (Kuhn, 2004: 127), herramientas que el paradigma tradicional ya no puede proporcionarlas,

vale decir que la crisis en un paradigma vigente « surge cuando las novedades y anomalías de hecho y de teoría afectan a los supuestos en los que se desarrolla el paradigma. La naturaleza ha violado de algún modo al paradigma que gobierna la ciencia normal» (Tourrián López y Sáez Alonzo, 2012: 14)

La crisis de la ciencia normal implica, entonces, una tensión, un conflicto con el paradigma tradicional; esta crisis, bajo la influencia de un nuevo paradigma produce una revolución científica entendida como «aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible» (Kuhn, 2004: 149). Ejemplos clásicos de constituyen de estas revoluciones tenemos en astronomía el paradigma geocéntrico de Tolomeo, tuvo muchos siglos de vigencia (hasta las postrimerías de la edad media europea), luego dio paso al paradigma heliocéntrico de Copérnico y confirmado por Galileo; la teoría de la relatividad de Albert Einstein, que sustituyó a la visión newtoniana de la realidad, como la manera más apropiada para aproximarse al mundo físico, tanto macroscópico como microscópico; en biología se puede citar el cambio del paradigma vitalista por la visión físico-química con base en el ADN, para explicar la bases moleculares de la vida. No debemos olvidar que este cambio de paradigma, tiene su origen generalmente en un sector, a veces muy reducido, de la comunidad científica, y similar – como lo asevera Kuhn – a los sentimientos de inconformidad que llevan a un sector de la población hacia una revolución política, las revoluciones científicas se inician «con un sentimiento creciente, también a menudo restringido a una estrecha subdivisión de la comunidad científica, de que un paradigma existente a dejado de funcionar adecuadamente en la exploración de un aspecto de la naturaleza [...]» (Kuhn, 2004: 149).

Luego de la revolución científica el ciclo comienza de nuevo y el paradigma que ha sido instaurado da lugar a un nuevo proceso de ciencia formal, a una nueva manera de interpretar la naturaleza y el universo conocido.

La segunda herramienta que me ha permitido tener en cuestión a la teoría darwinista es el giro epistemológico, propuesto por la Cátedra UNESCO de Filosofía para la Paz de la Universidad Jaume I; se considera un giro epistemológico en los Estudios para la Paz, cuyos pilares se basan en una ciencia entendida como competencia para entender e interpretar el mundo; el carácter positivo del conflicto y su transformación pacífica; la dimensión cultural de la paz y la violencia; así como las competencias humanas para hacer las paces.

El hilo conductor de este giro epistemológico será sustituir «objetividad» por «intersubjetividad», de tal modo que se pretende dejar de entender la ciencia como un algo objetivo para empezar a entenderla como ese algo que se hace entre las personas. Además, esta nueva forma de entender la ciencia se presenta con el afán de recuperar la noción de *episteme*, no solo como ciencia entendida a la manera matemático-experimental, heredada de la modernidad occidental, sino en la interpretación de *episteme* como «competencia» (Comins Mingol y París Albert, 2012: 5).

El giro epistemológico, entonces, se torna en una nueva mirada de ver la ciencia, de interpretar y entender la realidad y la naturaleza. La noción de ciencia tradicional dominante, mayoritaria, moderna-postmoderna y occidental, donde lo científico solo es aceptable en tanto los conocimientos sean susceptibles de confrontarlos con la experimentación como parte del método científico de las ciencias naturales y además expresarlos en un lenguaje formal, el lenguaje matemático; cambia hacia una ciencia más realista e interrelacional. «Sólo recientemente este modelo tradicional de ciencia está siendo cuestionado,

especialmente por su carácter dominante y aniquilador de otros saberes bajo un supuesto velo de neutralidad y objetividad» (Comins Mingol, 2005: 6). Superando de esta manera una concepción de ciencia mecanicista, cuantitativista, unilateral, eurocéntrica – en particular anglosajón – y secularizada; por otra concepción de ciencia de carácter dialógica, interrelacional, comunicativa, que integra razones y sentimientos, donde el conocimiento se encuentra en constante construcción, modificación o revisión, no se consideran hechos y explicaciones puras y acabadas.

El giro epistemológico, tomado del libro de Vicent Martínez Guzmán (2001: 114-115) y resumido por Sonia París Albert (2009: 25), se muestra en el siguiente esquema.

PARADIGMA TRADICIONAL	GIRO EPISTEMOLÓGICO
Objetividad	Intersubjetividad e interpelación mutua
Perspectiva del observador	Perspectiva del participante
Conocimiento como relación entre sujeto y objeto	Conocimiento como relación entre personas
Se defiende la existencia de hechos puros	Se niega la existencia de hechos puros
Distinción y separación entre hechos y valores	Epistemología comprometida con valores
Paradigma de la conciencia	Paradigma de la comunicación
Unilateralización de la razón	No hay dicotomía entre razón y: sentimientos, emociones, cariño y ternura
Se promueve la justicia neutra	Se aspira una justicia solidaria y con cuidado
Se concibe al mundo como un espacio abstracto	Se concibe al mundo como una diversidad de lugares
Se concibe al ser humano fuera de la naturaleza	La naturaleza deja de ser de ser distante, objetiva, controlable y algo que dominar.
Dicotomía entre naturaleza y cultura	Se admite la construcción social de la naturaleza en el marco de una gradación
Paradigma androcéntrico	Se incorpora la categoría del género como nuevas formas de ser femeninos y masculinos
No se reconoce la vulnerabilidad humana	Se reconoce el valor de la vulnerabilidad y fragilidad humana
Los y las pacifistas somos los y las realistas La paz es para gente como nosotros y nosotras	

De esta manera el giro epistemológico está en el centro del presente debate, donde los puntos más referenciales para el presente trabajo de investigación lo constituyen en primer lugar una epistemología comprometida con el mundo subjetivo teñido de valores y sentimientos, «no neutral, que se relaciona con las diversas maneras de entender las formas pacíficas de convivencia» (París Albert, 2009: 26), tanto entre los seres humanos, entre estos y las diversas formas de vida como con la naturaleza en su conjunto. Se plantea una epistemología que denuncia «los valores o mejor, disvalores, que se ocultan detrás de esa aparente neutralidad, para asumir una *epistemología comprometida con valores* en interacción con las diferentes maneras de considerar las formas pacíficas de convivencia» (Martínez Guzmán, 2001: 114).

Mucho se critica al respecto, o también se mira de soslayo, al hecho de integrar sentimientos humanos en el entendimiento de la naturaleza, se proscribía una ciencia que no sea neutral u objetiva basada en la razón, pues caería en el campo de una «visión romántica y no científica, de la Naturaleza y de los seres humanos» (Abdalla Guerrieri, 2009: 23). La ciencia neutra y racional no se acerca a la verdad, porque todo conocimiento humano y su correspondiente teoría están llena de muchos aspectos subjetivos con historia propia, no hay principios fundadores, patrones establecidos a respetar que organizan y legitiman las experiencias, en consonancia con un conjunto de verdades establecidas e inamovibles, sino que la ciencia es un conjunto de saberes en permanente transformación. «El mito de la ciencia neutra y aséptica, puramente racional objetiva y empírica, caso de que fuera verdadero convertiría la ciencia en una tarea de dioses y no de humanos» (Abdalla Guerrieri, 2009: 38). La ciencia sin subjetividades humanas deja de ser un

conocimiento humano, pierde su sentido e impronta humana. Al respecto Leonardo Boff (2012 a) nos recuerda: «La historia del pensamiento occidental, logocentrista y antropocéntrico, reservó al sentimiento un lugar secundario y hasta lo ha colocado bajo sospecha por perjudicar la pretendida objetividad del conocimiento científico» (Boff, 2012 a: 103). Se entiende, de esta manera, que ningún conocimiento humano deja de estar ajeno a la participación de los intereses profundos y personales, sin el aporte de los sentimientos, convirtiéndose en una *razón sensible* (según Boff, 2012 a), donde se conjugan todas las potencialidades del ser humano para tratar entender la naturaleza con la mayor certeza posible.

Martínez Guzmán (2001), al hacer referencia al giro epistemológico dice:

Superamos la unilateralización de la *razón*, para hablar de las razones, los *sentimientos*, las emociones, el cariño y la ternura. No hay dicotomía entre razón y «cuidado» defendido por las feministas de este tipo de éticas. El error, un vez más, fue la dicotomía misma, porque «cuidado» etimológicamente procede de *cogitare* que significa pensar. (Martínez Guzmán, 2001: 114-115).

De esta manera el conocimiento científico y por extensión toda forma de conocimiento humano –sin caer en clasificación alguna – llevan el sello subjetivo de sus autores, de tal manera que los sentimientos no están lejos de ello, sino formando parte del entramado de la episteme. Contrariamente a la tan expandida científicidad objetiva que enarbola la ciencia moderna – donde la teoría darwinista no es la excepción –, sin embargo, dentro de sus supuestos integra conceptos como «odio, lucha individualista por la supervivencia, competición y egoísmo» (Abdalla Guerrieri, 2009: 24), pero estos conceptos ampliamente aceptados como sustanciales en la teoría darwinista ¿acaso no forman parte de la subjetividad humana? ¡Son sentimientos humanos! usados como medios para explicar lo que

ocurre en la naturaleza, de modo que la ciencia real integra ideas preconcebidas en la mente humana, principios y componentes subjetivos, ideas, creencias o concepciones de la sociedad y del universo. «En verdad, las ideas de racionalidad “pura” y objetividad fueron los mayores mitos que acompañaron a la ciencia en los últimos tres siglos» (Abdalla Guerrieri, 2009: 24); entonces, como mito tiende a quedar fuera del tiempo histórico como narración ficticia, que trató de explicar la realidad de la historia viviente en esta parte del universo. Pues bien, ya hemos identificado con la ayuda de las ideas de Mauricio Abdalla (2009), y siguiendo estas ideas y en consonancia con el giro epistemológico, nos encontramos con los otros sentimientos correspondientes como antónimos a los mencionados, y es posible integrar a una visión de ciencia, conceptos como: solidaridad y amor (antónimos de odio), altruismo (antónimo de egoísmo), cooperación (contrario a competición). De esta manera se hace justicia en integrar, supuestamente conceptos irracionales, en el lenguaje de la ciencia y las correspondientes teorías que interpretan y tratan de explicar los fenómenos de la vida. Así como lucha, odio, guerra, violencia, competición, egoísmo, azar, razón unilateral son tomados como principios científicos en la biología evolutiva, también y con justicia, desde el giro epistemológico, es factible integrar la solidaridad, el amor, agresividad, conflicto, cooperación, altruismo, complejidad, razones y subjetividades; porque las teorías científicas no son descubiertas, «sino *elaboradas subjetivamente*. Darwin, por lo tanto, no “descubrió” su teoría de la evolución, él la *creó*. Las condiciones que menciono se refieren a lo que tenía como datos disponibles, pero también, y *principalmente* al “espíritu de la época” » (Abdalla Guerrieri, 2010: 60); y como ya venimos señalando anteriormente, este espíritu de la época estaba en consonancia

con las teorías económicas y sociales de personajes como: Hobbes, Adam Smith, Malthus, Spencer y el liberalismo económico, de allí que «las semejanzas del darwinismo con el liberalismo ciertamente no son meras coincidencias» (Abdalla Guerrieri, 2010: 60).

El odio ha ganado su lugar en el lenguaje de la biología, principalmente desde que Thomas Hobbes, filósofo inglés del siglo XVII, popularizó la frase *homo homini lupus* (lobo es el hombre para el hombre), al adaptarla en su obra *Leviatán*, el hombre es el depredador del hombre, su enemigo natural Hobbes da sentado y natural el egoísmo en el comportamiento humano, aunque la sociedad intenta corregir tal comportamiento favoreciendo la convivencia, con lo cual justifica un tipo de gobierno despótico, monárquico y absoluto, porque si el estado se destruye «cada hombre retorna a la calamitosa situación de guerra contra todos los demás hombres» (Hobbes, 1999: 136), – *Bellum omnium contra omnes* –, dando por hecho el carácter belicoso y egoísta por naturaleza de los seres humanos. Hobbes sentencia así:

Esta es la causa de que si dos hombres desean la misma cosa, y en modo alguno pueden disfrutarla ambos, se vuelven enemigos, y en el camino que conduce al fin (que es, principalmente, su propia conservación, y a veces su delectación tan sólo) tratan de aniquilarse o sojuzgarse uno a otro. De aquí que un agresor no teme otra cosa que el poder singular de otro hombre; si alguien planta, siembra, construye o posee un lugar conveniente, cabe probablemente esperar que vengan otros, con sus fuerzas unidas, para desposeerle y privarle, no sólo del fruto de su trabajo, sino también de su vida o de su libertad. Y el invasor, a su vez, se encuentra en el mismo peligro con respecto a otros. (Hobbes, 1999: 51).

Hay necesidad del uso de la fuerza o cohesión para que el ser humano conviva en sociedad sin mayores dificultades, porque la vida humana es poco menos que desastrosa: «la vida del hombre es solitaria, pobre, tosca, embrutecida y breve» (Hobbes, 1999: 52). Pero: ¿Por qué el ser humano no puede ser el otro ser humano para con su semejante? Es decir que el «hombre ame al hombre por el mismo hecho de ser hombre» (Martínez García, 2012: 274). Es posible hacer las cosas de otra manera, es posible reemplazar el odio, las luchas y guerras, por acciones y vivencias de solidaridad, además el sentimiento solidario está en la base de la convivencia humana; imaginemos por un momento en que nuestras relaciones estén basadas en lucha y odio, sencillamente no podríamos existir; acabaríamos autodestruyéndonos; contrariamente a la opinión generalizada los actos solidarios dan forma y sustento a nuestra vida desde hace millones de años. La solidaridad es «un sentimiento que vincula a las personas en un grupo en busca de un fin común, donde cada uno se dispone a ayudar y apoyar al otro, aunque eso le cueste parte de sus ventajas individuales» (Abdalla Guerrieri, 2009: 24). Esta «responsabilidad por el otro» (Diccionario de la lengua Castellana, 2005: 671), por la otra, por la vida y por el medio que nos rodea, traducida en lazos de corresponsabilidad y unión se contrapone con la lucha por la existencia, – frase de Thomas Malthus e introducida en las ciencias por Darwin, tal como lo vimos anteriormente –, donde el egoísmo y beneficio individual impera sobre el grupo por medio de la lucha. Pero esto no concuerda de ningún modo con la naturaleza humana; por ejemplo en la sociedad de los pigmeos del África Central alejada de lo que conocemos como civilización, según los estudios del antropólogo Francesco Cavalli-Sforza: «Hay una gran solidaridad con los viejos y los inválidos, por lo menos mientras se los pueda

ayudar sin poner en peligro la vida del grupo» (Cavalli-Sforza, 2009: 26), y ¿quién enseñó esta práctica a estos semejantes nuestros?, la respuesta es evidente, los seres humanos tenemos este sentimiento natural que guía nuestra vida social.

El otro ingrediente subjetivo disimulado en el darwinismo es la competición entendida como: la rivalidad o lucha de quienes se disputan una misma cosa o la pretenden: Veamos lo que dice Darwin:

[...] mientras en el transcurso del tiempo se forman especies nuevas por selección natural, las demás se irán haciendo cada vez más raras y, por último, se extinguirán. Las formas que entran en competencia más estrecha con las que experimentan modificación y mejoramiento, son las que, naturalmente, sufrirán más. (Darwin, 1983: 165).

La competición es magnificada a partir del principio de Herbert Spencer: la supervivencia del más apto cuando hace énfasis en *los selectos de su generación* (Spencer, 2003), tal idea la toma Darwin, como ya anteriormente se explicó, y la introduce en la escena natural de la vida, naturalizando como competición natural, no debemos olvidar que el título original de *El origen de las especies* varía cuando Darwin lee a Spencer: «On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life» (Darwin, 1983). Las razas favorecidas, las más competentes, triunfan en la lucha por la vida, solo un puñado, los más aptos, los mejores, prevalecían. Habría que preguntarse: ¿En qué razas favorecidas se inspiró Darwin? Acaso en ¿los blancos del hemisferio norte y anglosajones? En definitiva, la evolución para la teoría darwinista es una relación de ganadores y perdedores, donde los ganadores, favoritos de la naturaleza, son los más aptos por ser los mejores. Sin embargo, merece resaltar un párrafo (aunque un poco extenso) de *El origen de las especies*, donde Darwin señala la extensión y significado de la lucha por la existencia:

La expresión «lucha por la existencia» se usa en el sentido amplio. Debo advertir ante todo que uso esta expresión en el sentido amplio y metafórico, que incluye la dependencia de un ser respecto de otro y – lo que es más importante – incluye no solo la vida del individuo, sino también el éxito al dejar descendencia. De dos cánidos, en tiempo de hambre, puede decirse verdaderamente que luchan entre sí por cuál conseguirá comer o vivir; pero de una planta en el límite de un desierto se dice que lucha por la vida contra la sequedad, aunque más propio sería decir que depende de la humedad. De una planta que produce anualmente un millar de semillas, de las que por término medio sólo una llega a completo desarrollo, puede decirse con más exactitud que lucha con las plantas de la misma clase o de otras que ya cubrían el suelo. El muérdago depende del durazno y de algunos otros árboles; mas solo en un sentido muy amplio puede decirse que lucha con estos árboles, pues si sobre un mismo árbol crecen demasiados parásitos de estos, se extenua y muere; pero de varias plantitas de muérdago que crecen muy juntas sobre la misma rama puede decirse con más exactitud que luchan mutuamente. Como el muérdago es diseminado por los pájaros, su existencia depende de ellos, y puede decirse metafóricamente que lucha con otras plantas frutales, tentando a los pájaros a tragar y diseminar de este modo sus semillas. En estos varios sentidos, que pasan insensiblemente de uno a otro, empleo por razón de conveniencia la expresión general *lucha por la existencia*. (Darwin, 2009: 122).

¿Es conveniencia por la cual Darwin usa la expresión lucha por la existencia? Porque en verdad, reconoce la interdependencia existente entre los seres vivos, sin embargo tales hechos los involucra y quedan diseminados bajo el slogan de lucha. Parece ser que Darwin a pesar de las innegables relaciones entre los seres vivos, cae en el llamado espíritu de la época, el paradigma dominante. Darwin mira lucha, competencia, muerte por doquier, ante lo cual solo nos queda conformarnos;

sin embargo no se puede estigmatizar a Darwin, él estaba formado y responde al clima intelectual y cultural de la Inglaterra victoriana, y desde esa realidad interpreta a la naturaleza. El capítulo III: *Lucha por la existencia* de *El Origen de la especie*, termina así:

Cuando reflexionamos sobre esta lucha nos podemos consolar con la completa seguridad de que la guerra en la naturaleza no es incesante, que no se siente ningún miedo, que la muerte es generalmente rápida y que el vigoroso, el sano, el feliz, sobrevive y se multiplica. (Darwin, 2009: 137).

Visto de esta manera no existe otra ley que la de luchar para existir, aunque a veces esto signifique relaciones de reciprocidad. Esto derivó en concebir una naturaleza cruel y salvaje, *roja en dientes y garras*, esta expresión muy usada y que proviene del poema In Memoriam A.H.H, de Alfred Lord Tennyson (1850), contenida en el Canto 56 referido al ser humano:

Who trusted god was love indeed
and love Creation's final law
Tho' nature, red in tooth and claw
With ravine, shriek'd against his creed. (Tennyson, 2012: 226)

Quién confió en Dios era amor de hecho
Y amar ley final de la Creación
Aunque la naturaleza, roja en diente y garra
Con barranco, chillar tuvo contra su credo. (Traducción propia)

De esta manera la lucha y la competición, también se hace parte del léxico biológico en detrimento de lo que naturalmente se observa por doquier en todas las formas de vida: la cooperación, que es un trabajar conjuntamente con otro u otros para alcanzar un mismo fin, en este caso la continuidad de la vida hacia estados más complejos. Cooperar «Del lat. cooperari (cum , con + operari , trabajar). Obrar dos

o más personas o entidades para conseguir el mismo fin» (Diccionario de la lengua española, 2011). Darwin y los posteriores seguidores de este paradigma, si bien consideran la existencia de cooperación en la trama de la vida, como efectivamente lo reconocen, sin embargo la colocan endilgada y a la sombra de la competencia entronizada como ley natural, dicho de otra manera, la «cooperación sería apenas una forma disfrazada de concretar la competición natural» (Abdalla Guerrieri, 2009: 25), una estrategia de la competición y lucha por la existencia orientada al único fin: la prevalencia de los más aptos; esta es la razón por la cual Darwin no ve sino una estrategia competitiva en la dependencia del muérdago y el durazno, o en la tarea diseminadora de semillas que prestan los pájaros. «De cualquier forma, el darwinismo es una teoría que coloca la competición y la lucha por la supervivencia como motores del desarrollo de las especies» (Abdalla Guerrieri, 2010: 65-66), pues la selección natural opera en diversos campos o escenarios: en la relación ser vivo y medio ambiente, entre predador y presa, entre miembros de especies diferentes así como entre miembros de una misma especie; no existe lugar, por tanto, exento de lucha y competencia. En consecuencia, la competición, un término estrictamente antropocéntrico « [...] está obviamente fuera de lugar en el diálogo científico. En lugar de ello nos conviene proponer una búsqueda en las ciencias sociales para dar con términos nuevos que reemplacen a las viejas y caducas metáforas sociales de Darwin» (Margulis, 2003: 41). El mismo término cooperación carece de la fuerza que involucre a las múltiples e intrincadas redes de interdependencia entre los seres vivos y entre los seres vivos y el mundo físico.

Esta perspectiva darwinista, por demás incoherente y contraria a la realidad observable, nos ha llevado a tomar en consideración que los seres vivos,

como una parte más de este mundo, precisamente viven debido y gracias a un conjunto de interrelaciones de cooperación que a manera de una trama o red subyace a toda la existencia; existe el ciclo, las especies evolucionamos, nos transformamos en virtud a la participación de un intercambio ininterrumpido materiales, energía, estímulos y respuestas, mecanismos de retroalimentación que permiten la organización y trascendencia evolutiva compleja, dinámica e interdependiente, sin excluir a ningún factor de nuestro medio; esto es lo natural: Quitemos un solo factor o elemento, ya sea del medio ambiente físico o del vivo, y nos daremos cuenta de la trascendencia que tiene para todas las formas vivas y el medio circundante. El mundo vivo jamás podría existir sin la convergencia de múltiples y entramados factores que permiten la evolución en la historia de la vida. De esta manera – considero – que estamos frente a una alternativa más coherente (o que merece ser considerada) que el paradigma tradicional, por cuanto sus presupuestos nos han dado una perspectiva equivocada de nuestro mundo, de sus relaciones y en consecuencia de una respuesta más coherente a ¿cómo se realiza la evolución? La respuesta no pasa por considerar la lucha, por considerar la vida como un campo de batalla donde los vencedores son los mejores, los más fuertes y más aptos y en consecuencia los escogidos y llamados al gran banquete de la vida. De modo que no deberían caber tales presupuestos en la interpretación y explicación científica, porque «éste es el más grave daño que ha provocado el darwinismo: el convertir unos prejuicios culturales en conceptos científicos. Y el daño de esta visión deformada de la realidad no se ha limitado al ámbito científico» (Sandín, 2002, 31), sino que se ha extendido para explicar y justificar las relaciones en las sociedades humanas. Las fuerzas inspiradas en la lucha y la competencia que

dieron origen a las ideas, los ideales y formas de vida, aún dominan y continúan dando forma a nuestra sociedad. Sin embargo no todo está perdido, en palabras de Kuhn, existen anomalías que poco a poco están cuestionando el paradigma dominante, permite tener otra mirada de la realidad, permiten dar un giro en nuestra perspectiva de ver las leyes llamadas naturales porque el desarrollo en las ciencias naturales, filosóficas y epistemológicas nos trae por considerar otra manera de comportarnos e interpretar la verdad de las leyes naturales.

Los grandes avances de la investigación científica en el último siglo revelaron que la verdadera “ley de la selva” es la integración holística de los sistemas vivos y que todos los organismos supuestamente en competición constituyen, en realidad, partes integrantes de un sistema complejo en perfecta sintonía que ya dura cerca de 4000 millones de años (Abdalla Guerrieri, 2009: 15).

Vale la pena recordar que en el ámbito científico, y en general en todas las facetas del conocimiento humano, no existe un principio de autoridad, donde las cosas deben de ser tal o cual alguien lo dijo; la ciencia es abierta, dialógica, intercomunicativa, sujeta a cambios, en la ciencia existe – o debe existir – una verdadera democracia y libertad; de lo contrario se torna en un conocimiento dogmático, fijo y terminado, donde ya no hay más que decir, porque todo estaría dicho, en consecuencia sería el fin de la ciencia: ¡La ciencia ha muerto!

Junto a los conceptos de lucha y competencia, aparece necesariamente el egoísmo; pues quien lucha y compite para ser seleccionado, lo hace en función a que tal organismo logre su propio bienestar, sobreviva y deje descendencia e expensas de otros. Claro está que este egoísmo, así como los otros sentimientos tratados a lo largo de este apartado, lo estamos tocando desde su acepción de biológica. Según el diccionario de la lengua española, egoísmo «es el modo de ser

de quien antepone sus deseos e intereses a los de los demás, un modo» (Diccionario de la lengua española, 2011). Claro está que esta definición la relacionamos con el interés propio de cada ser vivo por abrirse un espacio en la vida, para lo cual debe competir luchando. El término egoísmo, como vemos, está fuertemente enraizado en el paradigma darwinista, guarda especial relación con la lucha, competición y selección del más adecuado; este término también nació en un ámbito ajeno a la biología, estrictamente en los albores del liberalismo económico; lo encontramos como una ley natural en los postulados de La riqueza de las naciones de Adam Smith:

No de la benevolencia del carnicero, del vinatero, del panadero, sino de sus miras al interés propio es de quien esperamos y debemos esperar nuestro alimento. No imploramos su humanidad, sino acudimos a su amor propio; nunca les hablamos de nuestras necesidades, sino de sus ventajas. Solo el mendigo confía toda su subsistencia principalmente a la benevolencia y compasión de sus conciudadanos: y aun el mendigo no pone en ella toda su confianza. (Smith, 1794: 23)

El interés propio a que se refiere Adam Smith es en alusión al egoísmo como parte consustancial de la naturaleza humana; el comportamiento mezquino de los individuos ya sean los vendedores o sean los consumidores, guiados por su natural egoísmo, llevaba a buscar el máximo de ganancias en el vendedor y el máximo de utilidad o satisfacción en el consumidor. De esta manera la sociedad alcanzaría el objetivo general que se consolida en un máximo bienestar. Adam Smith, exhorta a no buscar nuestra subsistencia en la buena voluntad del panadero o del carnicero – productores o vendedores en general – sino fijémonos en el interés propio que ellos buscan, no busquemos su benevolencia sino apelemos al egoísmo de ellos; es decir, olvidemos nuestras necesidades en tanto no tengamos en cuenta

las ventajas que nuestros acreedores. Todo esto calza en carne y hueso en una economía de libre mercado. De esta manera el darwinismo integra en su léxico y explica la evolución la lucha de los individuos por lograr un lugar en la vida pues «la selección natural, no hay que olvidarlo, puede obrar solamente mediante la ventaja y para la ventaja de cada ser» (Darwin, 2009: 217), de esta manera, un ser vivo deberá esforzarse por llevar la delantera respecto a los demás, de tal modo que «una pequeña ventaja llevará a la victoria» (Darwin, 2009: 609). Otra vez estamos en una idea socioeconómica extrapolada al campo biológico y el egoísmo queda naturalizado.

El egoísmo está enraizado en lo más hondo de nuestros sentimientos vitales y a prueba de todo discurso, como la historia lo ha demostrado. Aunque mucho nos duela, somos herederos de antepasados en su mayoría egoístas, porque los altruistas verdaderos dejan pocos descendientes. Si nos juzgamos con sinceridad y con toda la imparcialidad posible, cosa en verdad difícil por el egocentrismo, derivado del egoísmo, encontramos que nuestro sistema emocional, nuestras apetencias y nuestros actos espontáneos están marcados por el egoísmo. [...] Un conocedor del alma humana, el biólogo Michael Ghiselin, decía con demasiada crudeza y, quizá de manera exagerada: “Arañad a un altruista y veréis sangrara aun hipócrita”. (Vélez Montoya, 2007: 426).

Tal es la metamorfosis del egoísmo, elevado hasta un concepto científico forma la pléyade de conceptos e ideas que dan crédito a la objetividad y racionalidad darwinista: Ahora, se mira egoísmo, conveniencia y agudeza para sacar el máximo provecho en la lucha por la vida; aunque a veces aparecen signos orientados al bien ajeno. Por ejemplo, sabemos que las flores han desarrollado notablemente el color de la corola para atraer insectos, de tal manera que a la par

que estos se alimentan del néctar de la flor, diseminan el polen en los pistilos para la ocurrencia de la fertilización; ante esto Darwin llega a la conclusión siguiente:

«[...] si los insectos no se hubieran desarrollado sobre la tierra nuestras plantas no se habrían cubierto de hermosas flores, y habrían producido solamente pobres flores, como las que vemos en el abeto, roble, nogal y fresno, y en las gramíneas, espinacas, acederas y ortigas, que son fecundados todos por la acción del viento (Darwin, 2009: 275).

Pero sea cual fuere la observación, para Darwin ya está claro que solamente los egoístas prosperan en la vida, y esto se extiende a cualquier ser vivo, no desde la época de Darwin, sino el propio Adam Smith ya lo propone, aunque sea como una idea para justificar su modelo económico, marca la pauta general a partir de la cual se sustenta la teoría darwinista:

Un cachorro acaricia a su madre, y un perro procura con mil halagüeños movimientos llamar la atención de su dueño cuando se sienta a comer, si ve que no le dan el alimento que necesita. El hombre con una razón superior a igual instinto, usa de las mismas artes con sus hermanos, y cuando no halla otro modo de inducirles a obrar conforme a sus intenciones, procura granjearles la voluntad por medio de gestiones serviles y lisonjeras (Smith, 1974: 22)

Pero ¿qué se observa en la realidad? La respuesta pasa por reconocer que Darwin sostiene para el caso humano, que los grupos humanos con mayores dosis de moralidad y sacrificio individual en beneficio del grupo, son los que prosperan y tienen mayor éxito en la vida. Esto lo encontramos en *El origen del hombre*, cuando Darwin explica la evolución de la moralidad, en consecuencia los grupos humanos altruistas tienen mayores expectativas de persistencia que los que no lo son; encontramos en esto una clara alusión a la actitud de procurar el bien ajeno aun a

costa del bien propio, esto es altruismo como concepto opuesto al egoísmo. Veamos lo que al respecto nos dice Darwin:

Conviene no olvidar que, aunque un elevado grado de moralidad no proporciona a cada individuo y sus hijos sino ventajas muy ligeras o casi nulas sobre los otros hombres de la misma tribu, con todo, cualquier aumento en el número de los hombres que tengan buenas cualidades y en el grado de moralidad de una tribu, tiene necesariamente que proporcionar a ésta inmensas ventajas sobre las otras. La tribu que encerrase muchos miembros que, en razón de poseer en alto el espíritu patriótico, fidelidad, obediencia, valor y simpatía, estuviesen siempre dispuestos a ayudarse unos a otros y a sacrificarse a sí propios por el bien de todos, claro se está que en cualquier lucha saldría victoriosa de las demás: he aquí una selección natural. (Darwin, 1965 a: 178-179).

Si bien; Darwin no reconoce el altruismo a nivel individual, donde seguramente piensa en el egoísmo anteriormente tratado, sin embargo concede como causal de éxito, la presencia a nivel de grupo, de cualidades morales elevadas como el altruismo, porque «cuanto más y más morales sean los miembros de una tribu, tanto mayores serán sus tendencias a medrar y crecer» (Darwin, 1965 a: 179). Pero si no tiene importancia el comportamiento altruista a nivel individual ¿Cómo podría servir y ser vital a niveles superiores? No tendría razón debido a que las sociedades humanas y toda población de seres vivos son estructuras organizadas y complejas que necesitan la concurrencia de cada uno de sus miembros, lo que hace uno de ellos tiene connotaciones considerables en el grupo, y el a la inversa el individuo se debe al grupo al cual pertenece.

Todas estas consideraciones además de ser tristes, problemáticas y un obstáculo para la ciencia y la evolución, tienen consecuencias catastróficas en el entendimiento del proceso evolutivo debido a que el enfoque darwinista es un

enfoque individualista en la biología evolutiva, esto calza perfectamente la con la visión egoísta presente en la teoría mencionada, situación que hoy se hace vigente. Así por ejemplo, queda especificado por Richard Dawkins, uno de los defensores más influyentes de la síntesis evolutiva moderna o neodarwinismo, quien inclusive lo ha patentado en un libro titulado: *El gen egoísta*, donde se personifica al egoísmo como manifestación natural de la existencia.

Argumentaré que una cualidad predominante que podemos esperar que se encuentre en un gen próspero será el egoísmo despiadado. Esta cualidad egoísta del gen dará, normalmente, origen al egoísmo en el comportamiento humano. Sin embargo, como podremos apreciar, hay circunstancias especiales en las cuales los genes pueden alcanzar mejor sus objetivos egoístas fomentando una forma limitada de altruismo a nivel de los animales individuales. (Dawkins, 1993: 36).

Tales son las caracterizaciones principales – a parecer mío – del mecanismo darwinista y neodarwinista de la evolución; todo lo cual queda enmarcado en una especie de principios inamovibles que no acepta otras explicaciones por considerarse que ha quedado explicado, y de sobra, el proceso evolutivo, estableciéndose de esta manera una especie de dogma en el seno de la biología, donde todo lo explicable pasa a la luz de Darwin y la selección natural. Se corta y aparta otras formas de explicar y concebir la explicación del hecho evolutivo, otras teorías a la luz de las evidencias bioquímicas, moleculares y ecosistémicas actuales. Hoy estamos ante una crisis del paradigma tradicional y dominante de la teoría de la evolución, está ya no es suficiente para explicar la tremenda complejidad de los seres vivos, la complejidad e interdependencia al interior de cada ser es tan enorme como lo es externamente a él, en sus relaciones con otros seres y el medio circundante.

De manera que se hace necesaria una nueva visión para abordar y explicar la evolución, un nuevo paradigma que interprete el proceso evolutivo.

4.5.2. HACIA UN NUEVO PARADIGMA

Si en la naturaleza todo sería competencia y lucha, hoy deberían existir solamente los más aptos, los más fuertes; por lo tanto, habrían desaparecido supuestamente las especies más débiles, sin embargo no es así. En nuestro planeta azul coexisten seres de la más diversa índole, especies y ecosistemas además de sensibles a los cambios, se encuentra interrelacionados en una red tal que si un nexo se rompe, todo el sistema corre peligro. En el mundo vivo nada existe de modo aislado, de alguna manera cada ser, cada especie es parte de un todo integrado. De esta manera: «Se pasa así del paradigma de la confrontación al paradigma de la cooperación como el estudio de la identidad, del reconocimiento y la autonomía implicando equidad» (Martínez Guzmán, 2001: 102). En efecto, el nuevo paradigma que considero debería tener la biología evolutiva, corresponde a un giro epistemológico que considera los principios que se sugieren en el siguiente cuadro:

PARADIGNA DARWINISTA	GIRO EPISTEMOLÓGICO (NUEVO PARADIGMA EVOLUTIVO)
Ciencia objetiva y neutral	Ciencia comprometida, dialógica e intercomunicativa
Ciencia reduccionista ,ortodoxa, dogmática	Ciencia compleja, heterodoxa, abierta al cambio.
Ciencia antropocéntrica	Ciencia holística
Cultura y ciencia únicas	Existen otras culturas y otras ciencias, ciencia dialógica
Unilateralidad de la razón	Ciencia comprometida con valores y sentimientos
Evolución desde la perspectiva del odio, lucha y guerra	Comprender la evolución desde la solidaridad, amor e interrelación
Naturalización de la violencia	Lo natural es la agresividad desde la perspectiva del conflicto
La vida es competición, sobrevive el más apto	La vida es cooperación, sobrevive el más interrelacionado.
Uno de los ejes evolutivos es el egoísmo	Se supera el egoísmo reduccionista por altruismo
Evolución ciega y mecánica dirigida por el azar.	Hay principio en evolución, una ruta hacia la complejidad e interrelación

FUENTE: Propia

4.6. RECAPITULACIÓN DEL CAPÍTULO

La evolución de los seres vivos es un proceso complejo, por ello para entenderla se hace necesario mirar las tramas más íntimas de ella, solo así podremos ver y entender las hermosas, naturales y mutuas relaciones de interdependencia entre las formas de vida, y entre estas con el ambiente en el cual viven. Ningún ser vivo puede existir en el tiempo o el espacio, ni menos integrarse a un proceso evolutivo aislado de los demás y del ambiente; en Biología nadie es isla, todos los seres vivientes somos partes interdependientes de un todo, un todo dinámico y complejo.

La evolución para la teoría darwinista es una relación de ganadores y perdedores, dónde los ganadores son favorecidos por la naturaleza. Si aceptamos que la competencia y la lucha asociada permiten seleccionar a las especies más exitosas y se constituye esto en el mecanismo que impulsa a la evolución, entonces

aceptamos que la evolución atenta contra sí misma. La lucha, competencia y la consecuente destrucción de unas especies y el éxito de otras, llevarían a la supervivencia solamente de los más fuertes, ahora bien, si los más fuertes y mejor dotados son seleccionados, nuestro mundo estaría lleno de ellos y hace tiempo que los *otros* habrían desaparecido. La lucha, junto al egoísmo y competencia, como características o medios dominantes del proceso evolutivo llevaría inevitablemente a la negación evolutiva; si algo lucha contra sí misma acaba por autoeliminarse, ¿cómo puede la evolución luchar contra sí misma?, esto es un fraude; por doquier somos testigos de la multiplicidad de la vida y del éxito de ella en nuestro planeta; cada ser vivo, cada especie, tiene una relación permanente y continua con todos los demás seres vivos y elementos de su entorno; de una u otra manera necesita de los demás y es necesario para los demás; esta es la característica que ha permitido la aparición y evolución de las especies; esto es el mecanismo evolutivo: la cooperación natural, a pesar de su imperfección, es la constante en la evolución. La cooperación multiplica la vida, la selección la reduce; la realidad nos muestra una vida que se multiplica y diversifica a los largo de millones de años, el motivo que impulsa toda esta maravilla no puede ser un mecanismo reductor, tiene que ser un mecanismo que une, que suma esfuerzos, que permita utilizar materia y energía de tal manera que permita la continuación de la vida. En consecuencia el darwinismo y la sacrosanta Síntesis moderna, enarbolan una evolución no natural; solamente basan sus supuestos en algunas manifestaciones imperfectas del proceso evolutivo; dejando de lado el entramado de relaciones que dan fundamento a todo el proceso, y muchas de las veces tal constelación de relaciones interdependientes no parecen evidentes. Los caminos de la evolución no pueden estar llenos de luchas, odio,

muerte; la diversidad de las especies se expresan como extremadamente complejas; algo tan hermoso y complejo no puede tener como fuerza impulsora a una lucha ciega, sino a relaciones de mutua cooperación, con sus imperfecciones por cierto, – pues nada en el universo tienen carácter de perfecto – de mutua interdependencia, lo contrario sería la aniquilación total; no olvidemos que a escala planetaria todo está interconectado; hay más relaciones de unión que de separación. Pero aún persiste fuerte y avasalladoramente la sombra del darwinismo, salirse de ella a costa de quedarse solos e incomprendidos es el reto; reto que sin embargo se torna en sentimiento de satisfacción cuando miramos a la naturaleza y ella muestra su verdadera dimensión, una realidad interconectada, cooperativa tendiente al equilibrio. Mucho ayuda en este proceso una interpretación desde la ecología profunda, los presupuestos de la hipótesis gaia, la teoría del conflicto, escuchar otras propuestas desde las culturas para la paz, así como las teorías evolutivas emergentes – por cierto nada cómodas para la teoría darwinista –, tales como: el apoyo mutuo de Kropotkin, la endosimbiosis serial de Lynn Margulis, la de integración de sistemas complejos de Máximo Sandín, entre otras.

De otro lado y como corolario de las teorías consideradas, no es posible precisar la unidad de evolución o *unidad de selección* como lo denota el darwinismo. Al respecto y desde el darwinismo, unos proponen que es el gen, otros la célula, para algunos el individuo, otros la población, en tanto que también existe quienes consideran a la especie como la unidad evolutiva. Considero, que ninguna de las *unidades evolutivas* propuestas se constituye en niveles base sobre los cuales se asienta el proceso evolutivo. Los genes solos no trascienden a menos que se encuentren dentro de la célula donde establecen interrelaciones para manifestar su

acervo génico; las células para poder trascender necesitan indefectiblemente de materiales y energía de su entorno sin lo cual jamás podrían tener un atisbo de vida, las células solas no evolucionan, en cuanto a los individuos multicelulares como reunión de muchas células, un cambio en uno de ellos no repercutirá significativamente en la generación de una especie, además ¿cómo se explica la evolución del altruismo o la misma cooperación en este nivel o el de los grupos?, ningún individuo sobrevive solo y esto se aplica a los grupos y también a las especies las cuales necesitan de los individuos que lo conforman y del medio circundante; absolutamente todo está interrelacionado, es el todo el que evoluciona, es la complejidad de esas interrelaciones la que trae la novedad evolutiva.

No existen genes egoístas, no hay lugar para la separación en ninguno de los niveles: atómico-moleculares, genes, células, tejidos, órganos, sistemas, individuos, poblaciones, especies, ecosistemas; absolutamente todo se encuentra interrelacionado, en interdependencia mutua, en cooperación, la cual es una realidad natural aunque imperfecta. La hipótesis Gaia nos recuerda esta interrelación a escala global donde los seres vivos se deben al medio ambiente, a los factores físicos; pero éstos también se deben a la vida; nuestro planeta y la vida sobre él, se debe a la cooperación.

Desde la Cátedra UNESCO de Filosofía para la paz y la epistemología de Thomas S. Kuhn, la perspectiva de una evolución violenta alimentada por la lucha, competencia y odio, cambia; pero no cambia porque se enarbolan ideas fríamente reivindicatorias, sino porque la realidad nos dice lo contrario; se evidencia una naturaleza llena de interrelaciones, donde una especie depende de otra y está de otras; el mundo inanimado es fuente de materia y energía su ausencia provocaría la

desaparición de la vida, la cual existe porque parece que todo se confabula de tal manera que pueda pulular la vida. El reduccionismo mecanicista de la ciencia darwinista donde el azar y la lucha son los motores evolutivos, queda rebasados por la complejidad de las formas de vida, por las interrelaciones cooperativas, la integración y autoorganización entre los factores de los ecosistemas inspiran una nueva forma de abordar el hecho evolutivo, se hace necesario una nueva mirada, un nuevo paradigma está aflorando de modo tal que el paradigma darwinista se encuentra en el centro de una crisis epistemológica. Es necesario un giro epistemológico, giro que considere una ciencia y una teoría que explique el proceso de evolución, que deje de lado el trasnochado eslogan de neutralidad, objetividad, racional y empírica. No es real tal visión de ciencia, de una u otra manera la ciencia que es tarea de seres humanos, se ve influenciada por nuestros sentimientos, la cultura y la forma de vida de nuestra sociedad, nada es neutro, somos nosotros quienes interpretamos a la naturaleza y no al revés, nosotros cambiamos nuestra mirada respecto a ella, la naturaleza solamente está allí existiendo a través del tiempo independiente de nuestras maneras de interpretarla.

De esta manera estamos frente a un nuevo paradigma que considera al conflicto como una serie de eventos que no solamente ofrecen oportunidades de cambio sino nuevas maneras de establecer nexos entre las partes en conflicto, y esto es lo que se observa en la naturaleza. Si un ser vivo tiene dificultades alimenticias o de otra índole: materiales, hábitat, etc. busca establecer nexos para proporcionarse aquello que hace falta, busca estrategias de cooperación, en vez de competición, lucha y violencia; imaginemos por un momento que fuera lo contrario, como resultado de la competencia y lucha hace tiempo que las especies se hubieran

aniquilado, porque tal es el rumbo de la violencia. De otro lado, por donde vayamos ora en el mundo inanimado, ora en el animado, se evidencia una red de conexiones todas cada vez más complejas tendientes a mantener y proliferar la vida en nuestro planeta.

La evolución es el camino que la naturaleza inventó para que la vida transcurriera en múltiples y variadas formas y manifestaciones, más la forma de caminar en este proceso es la cooperación natural, una de las aristas de la paz.

CONCLUSIONES

- La especies evolucionan entablando relaciones de mutua interdependencia con los demás seres vivos y con el medio que los rodea; tales interdependencias son de carácter cooperativo, y tal es su fundamento. La materia, la energía y demás relaciones, fluye del ambiente hacia los seres vivos y de estos se eliminan desechos, pero además el fenotipo es la expresión de la interacción entre el genotipo con el medio ambiente, de esta manera, el mecanismo de la evolución de las especies es la cooperación natural.
- Las relaciones antagónicas de lucha y competencia no son relevantes, como tampoco ampliamente difundidas en la naturaleza, por lo tanto no representan el fundamento ni pueden explicar el proceso evolutivo de la vida (deconstrucción), por el contrario, las evidencias demuestran en cualquier lugar de nuestro planeta, que las relaciones de mutua interdependencia o cooperación son comunes, innumerables y reales, constituyendo un constructo más realista en la explicación de la evolución (reconstrucción). Este considerando hace legítima y justifica la existencia real de la paz en nuestro planeta.
- La ciencia intenta buscar causas naturales para los fenómenos naturales; entonces, la cooperación natural en el proceso evolutivo invita a repensar y reconsiderar las relaciones naturales que se establecen entre los seres de nuestro planeta, esta reflexión que nace desde la paz, valora las interdependencias que construyen y cuestiona la violencia que destruye.
- Para comprender la evolución de las especies se hace necesaria un giro epistemológico, un nuevo paradigma: el paradigma de la cooperación contrariamente al tradicional paradigma de la competición darwinista.

- Las primeras formas de vida fueron seres unicelulares procariotas, semejantes a las actuales bacterias. La simbiosis de por lo menos tres procariotas ancestrales dieron origen a las primeras células eucariotas, las cuales con el devenir del tiempo, formaron colonias e intercambiaron materia y energía, así, las manifestaciones cooperativas se intensificaron y con la adquisición de material genético procedente de virus y algunas formas bacterianas, se dio un siguiente paso, un salto hacia formas organizadas en base a muchas células: los seres pluricelulares, estos intensificaron sus interrelaciones consigo mismos, con otros seres orgánicos y con el indesligable medio ambiente. Tal fue en líneas generales, considero, el proceso evolutivo de las especies en nuestro planeta. Consecuentemente, la evolución de las especies tiene un fundamento y mecanismo natural de cooperación, y por lo tanto existe una relación positiva y directa entre evolución de las especies y cooperación natural.
- Gaia es la expresión de la cooperación natural global que pone de manifiesto la inmensa red de relaciones interdependientes cuyo propósito es mantener el equilibrio necesario que permita la evolución y con ello la continuidad de la vida. Todo está interconectado, desde los átomos y moléculas hasta el gran ecosistema de la Tierra, pasando por las relaciones cooperativas al interior y fuera de las células, entre las células de tejidos, órganos y sistemas, entre individuos de la misma y diferente especie, entre poblaciones, así como, relaciones interdependientes entre las especies. Pero además, todas estas interdependencias cooperativas se sustentan en interrelaciones con el medio ambiente.

- La individualidad estricta, conforme el término significa, es una ilusión en la naturaleza, no existe tal singularidad, todos los seres vivos dependen de otros y del entorno, se encuentran en medio de una red de interrelaciones interdependientes cuyo conjunto es la cooperación natural.
- Si bien no se puede asegurar categóricamente que la evolución es un proceso direccional, sin embargo si es posible conjeturar que tiene una tendencia hacia la complejidad, cada vez y a lo largo del proceso evolutivo los organismos se hacen complejos en estructura y función, pero por el camino también permanecen muchos seres con características ancestrales, como lo evidencian las bacterias.
- Las causas de la evolución no se circunscriben a factores externos (ambientales) o a factores internos (dentro de o los seres vivos), las causas evolutivas se deben a ambos factores en tanto establecen relaciones de cooperación que facilitan el proceso evolutivo.
- La selección natural darwinista no juega un papel relevante en la evolución, pero si se quiere concederle un lugar, ese sería un lugar secundario, post cambio evolutivo; el papel selector se reduciría a elegir aquello que ya existe, la criba de la selección operaría después que se establecieron las relaciones cooperativas que permiten la vida y la evolución.

BIBLIOGRAFÍA

ABDALLA GUERRIERI, MAURÍCIO (2010): *La crisis latente del darwinismo*, Sevilla, Cauac Editorial Nativa.

----- (2007): *El principio de cooperación: en busca de una nueva racionalidad*, Murcia, Cauac-Criminales.

ABDALLA GUERRIERI, MAURÍCIO Y OTROS (2009): *Darwin, el sapo y la charca*, Sevilla, Ediciones Criminales y Cauac Editorial.

ACOSTA MESAS, ALBERTO Y LORENZO HIGUERAS CORTÉS (2004): «Agresividad» en LÓPEZ, MARIO (dir.) *Enciclopedia de Paz y Conflictos*. Granada, Universidad de Granada.

AGUDELO MURGUÍA, GUILLERMO (2009): «Darwin y la ciencia» en ABDALLA GUERRIERI, MAURÍCIO Y OTROS: *Darwin, el sapo y la charca*, Sevilla, Ediciones Criminales y Cauac Editorial, 61-69.

AGUIAR, MARTÍN (2006): «Interacciones entre especies» en Van Esso, Miguel (ed.): *Fundamentos de ecología. Su enseñanza con un enfoque novedoso*, Buenos Aires, Novedades educativas, 49-67.

ALBERTS, BRUCE Y OTROS (2006): *Introducción a la biología celular*, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.

ALCINA FRANCH, JOSÉ (1999): *Evolución social*, Madrid, Ediciones Akal.

ANAYA LANG, ANA LUISA (2003): *Ecología Química*, México D. F., Plaza y Valdés S.A.

ANAYA LANG, ANA LUISA Y OTROS (2001): *Relaciones químicas entre organismos. Aspectos básicos y perspectivas de su aplicación*, México D. F., Plaza y Valdés S.A.

- ARCA, GUI (2012): *Somos hijos de la guerra*, Carolina del Norte, Lulu.
- ATKINS, WILLIAM Y LORETTA, JONES (2006): *Principios de química: Los caminos del descubrimiento*, Buenos Aires, Ed. Médica Panamericana.
- AUDESIRK, TERESA Y OTROS (2003): *Biología. Evolución y ecología*, México, Pearson Educación.
- AYALA, FRANCISCO. J (2006): *La evolución de un evolucionista*, Valencia, Univesitat de Valencia.
- AYALA, F.J. (1994): *La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética*, Madrid, Ediciones temas de hoy, s.a. colección fin de siglo-serie mayor.
- AYALA, F.J. Y VALENTINE, J.W. (1983): *La evolución en acción. Teoría y procesos de la evolución orgánica*. Madrid, Editorial Alhambra.
- BARJA DE QUIROGA, GUSTAVO (1993): *Filosofía animal y evolución. Hacia una visión más objetiva de los seres vivos*, Madrid, Ediciones Akal.
- BARLA GALVÁN, RAFAEL (2001) *Glosario ecológico*, Punta del Este-Uruguay, Universidad de la República.
- BARRIENTOS LLOSA, ZAIDETT (2003): *Zoología general*, San José de Costa Rica, Editorial Universidad Estatal.
- BARROW, GORDON (1975): *Química general*, Barcelona, Reverté S.A.
- BAUMAN, ZYGMUT (2007): *Los retos de la educación en la modernidad líquida*, Barcelona, Arcadia.
- (2006): *Vida líquida*, Barcelona, Paidós Ibérica.
- BENÍTEZ MALVIDO, JULIETA Y MAYRA E., GAVITO (2012): «Interacción entre plantas y hongos» en DEL VAL, EK Y KARINA BOEGE (Coords.) (2012): *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*, México, D. F., Fondo de cultura económica.

- BERNARDO HUERTAS, JUVENAL (2000): *Programa de diversificación curricular del ámbito científico-tecnológico. Metodología y desarrollo práctico*, Madrid, Narcea.
- BEST, J. (1970): *Cómo investigar en educación*, Madrid, Morata.
- BEYER RUIZ, MARÍA EMILIA (2002): *Gen o no gen. El dilema del conocimiento genético*, México D.F., Lectorum S.A.
- BLASCHKE, JORGE (2007): *La rebelión de gaia. La verdad sobre el cambio climático*, Barcelona, Swing.
- BOEGE, KARINA Y DIEGO CARMONA (2012): «Interacciones entre múltiples especies» en DEL VAL, EK Y KARINA BOEGE (Coords.) (2012): *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*, México, D. F., Fondo de cultura económica.
- BOFF, LEONARDO (2012 a): *El cuidado necesario*, Madrid, Trotta.
- (2012 b): «Del ilusorio gen egoísta al carácter cooperativo del genoma humano» en Koinonia. Columna semanal de Leonardo Boff, disponible en <http://www.servicioskoinonia.org/boff/articulo.php?num=478>. Fecha de consulta: 20-5-2015.
- (2007): «Prólogo de El Principio de cooperación» en ABDALLA GUERRIERI, MAURÍCIO (2007): *El principio de cooperación: en busca de una nueva racionalidad*, Murcia, Cauac-Criminales.
- (1996): *Ecología: Grito de la Tierra, grito de los pobres*, Madrid, Trotta.
- BRÜCHNER, LUDWIN Y GEORGE ROMANES (2007): *La inteligencia de las hormigas. Observaciones de comportamiento en tiempos de Darwin*, Madrid, Visión.
- BUXADÉ CARBÓ, CARLOS (1995): *Zootecnia, Bases de producción animal. Tomo IV: Genética, patología, higiene y residuos animales*, Madrid, Mundi-Prensa.

- CALIXTO FLORES, RAÚL Y OTROS (2004): *Biología I*, México D. F., Progreso S. A.
- CAMPBELL, NEIL A. Y JANE B. REECE (2007): *Biología*, Madrid, Editorial Médica Panamericana.
- CAMPOS BEDOLLA, PATRICIA Y OTROS (2003): *Biología I*, México D.F., Limusa.
- (2002): *Biología 2*, México D.F., Limusa.
- CAMPOS GÓMEZ, IRENE (2003): *Saneamiento ambiental*, San José, Universidad Estatal.
- CANALES, ESTEBAN (1999): *La Inglaterra victoriana*, Madrid, Akal Ediciones.
- CARAVACA RODRÍGUEZ, F. P. Y OTROS (2005): *Bases de la producción animal*, Sevilla, Universidad de Sevilla.
- CASTILLO RODRÍGUEZ, FRANCISCO Y OTROS (2005): *Biotecnología ambiental*, Madrid, Tébar.
- CASTRODEZA, C. (1988): *Teoría Histórica de la Selección Natural*, Madrid, Editorial Alhambra.
- CAVALLI-SFORZA, LUCA Y FRANCESCO CAVALLI-SFORZA (2009): *¿Quiénes somos? Historia de la diversidad humana*, Barcelona, Drakontos.
- COMELLAS, JOSÉ LUIS (2007): *Historia sencilla de la ciencia*, Madrid, Rialp S.A., Alcalá.
- COMINS MINGOL, IRENE Y SONIA PARÍS ALBERT (2012): «Epistemologías para el humanismo desde la Filosofía para la Paz», *RECERCA. Revista de Pensament i Anàlisi, Epistemologías para el Humanismo*. Número 12, Departament de Filosofia i Sociologia; Facultat de Ciències Humanes i Socials, Univesitat Jaume I.

COMINS MINGOL, IRENE (2008): «Antropología filosófica para la paz. Una revisión crítica de la disciplina», *Revista Paz y conflictos*, Nro1, año 2008, Instituto de la Paz y los Conflictos de la Universidad de Granada.

----- (2005): «Reseña de Podemos Hacer las Paces. Reflexiones éticas tras el 11-S y el 11-M de Vicent Martínez Guzmán». *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 12, Número 38, mayo-agosto, 2005, pp. 377-384, Universidad Autónoma del Estado de México.

COOK, L. M (1979): *Genética de poblaciones*, Barcelona, Ediciones Omega.

CORAL CORDERO, VÍCTOR Y MAX PALACIOS CORTEZ (1995): *Mitología griega y latina*, Lima, San marcos.

CROMER, A (2007): *Física para las ciencias de la vida*, México, Reverté.

CURTIS, HELENA Y OTROS (2008): *Biología*, Madrid, Editorial Médica Panamericana.

DARWIN, CHARLES ROBERT (2009): *El origen de las especies*, Madrid, Espasa Calpe, S.A.

----- (2000): *Diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo (en el navío de S.M. «Beagle»)*, Buenos Aires, Elaleph.

----- (1983): *El origen de las especies*, Madrid, Sarpe.

----- (1983): *El viaje del Beagle*, Barcelona, Guadarrama.

----- (1972): *Teoría de la evolución*, Barcelona, Península.

----- (1965 a): *El origen del hombre. Tomo I*, Buenos Aires, Albatros.

----- (1965 b): *El origen del hombre. Tomo II*, Buenos Aires, Albatros.

DAWKINS, RICHARD (2008): *El cuento del antepasado. Un viaje a los albores de la evolución*, Barcelona, Antoni Bosch.

----- (1993a): *El gen egoísta. Las bases biológicas de nuestra conducta*, Barcelona, Salvat.

----- (1993b): *El relojero ciego*, Barcelona, Labor S.A.

DE ABATE JIMÉNEZ, JOHN (1999): *Biología aplicada*, San José de Costa Rica, Editorial EUNED.

DE WAAL, FRANS (2007): *Primates y filósofos. La evolución de la moral del simio al hombre*, Barcelona, Paidós Ibérica.

DE LA CRUZ ROMERO, GUILLERMO (2013): *Física General. Tomo II*, Lima, Coveñas.

DE LA LLATA LOYOLA, MARÍA DOLORES (2006): *Ecología y medio ambiente*, México D.F, Progreso.

DEL VAL, EK (2012): «Herbivoría» en DEL VAL, EK Y KARINA BOEGE (Coords.) (2012): *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*, México, D. F., Fondo de cultura económica.

DEVILLERS, C. Y CHALINE, J. (1993): *La teoría de la evolución. Estado de la cuestión a la luz de los conocimientos científicos actuales*, Madrid, Ediciones Akal.

Diccionario de la Lengua Castellana (2005): Santiago de Chile, Editorial Universitaria. S.A.

Diccionario de la lengua española (2011): Larousse Editorial, SL, disponible en <http://www.diccionarios.com/> Fecha de consulta, 24-01-14.

Diccionario Oxford-Complutense Ciencias de la Tierra (2004a): Madrid, Editorial Complutense, S. A.

Diccionario Oxford-Complutense Biología (2004b): Madrid, Editorial Complutense, S. A.

- DOBZHANSKY, THEODOSIUS (1977): «Evolution» en AYALA, FRANCISCO. J (2006): *La evolución de un evolucionista*, Valencia, Univesitat de Valencia.
- DOOLITTLE, W. FORD (2000): «Nuevo árbol de la vida», *Un infierno llamado Io*, *Revista de investigación y ciencia*, nº 283, 26-32.
- DUARTE QUEZADA, CARLOS Y OTROS (2006): *Las ciencias y tecnologías marinas en España*, España, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. CSIC.
- ERAZO PARGA, MANUEL Y ROCÍO CÁRDENAS ROMERO (2013): *Ecología. Impacto de la problemática ambiental actual sobre la salud y el ambiente*, Bogotá, ECOE Ediciones.
- ESCOLÁSTICO LEÓN, CONSUELO Y OTROS (2013): *Ecología I: Introducción, organismos y poblaciones*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- ESTÉVEZ ESCALERA, JORDI (2008): «Extinciones cuaternarias o la incomodidad que supone para la Arqueología prehistórica el inoportuno meteorito que acabó con la vida de los dinosaurios», en *Zooarqueología hoy. Encuentros hispano-argentinos*, Universidad Autónoma de Barcelona, 15-38.
- EVANS, DYLAN Y HOWARD SELINA (2005): *Evolución para todos*, Barcelona, Paidós Ibérica.
- ETXEBERRIA, XABIER (2000): *Ética de la diferencia*, Bilbao, Universidad de Deusto.
- FERNÁNDEZ GALIANO, DIMAS Y OTROS (1985): *Ciencias Naturales*, Madrid, Anaya.
- FERNÁNDEZ HERRERÍA, ALFONSO (Ed.) (1994): *Educando para la paz: Nuevas propuestas*, Granada, Universidad de Granada.
- FERNÁNDEZ PIQUERAS, JOSÉ (2004): «Factores epigenéticos en el desarrollo de los organismos» en BERNARD MIAMA, ANTONIO (ed.): *Últimas investigaciones en*

biología. Células madre y células embrionarias, Madrid, Ministerio de educación y ciencia, 25-55.

FERRANDIS GOTOR, PABLO (2006): «El medio natural como receptor de impactos ambientales» en ANDRÉS ABELLÁN, MANUELA Y FRANCISCO ANTONIO GARCÍA MOROTE (Coord.) (2006): *La evaluación del impacto ambiental de proyectos y actividades agroforestales*, Cuenca, Universidad de Castilla-La Mancha.

FERREIRA, VÍCTOR Y OTROS (2005): *Manual de genética. Tomo I*, Argentina, Universidad Nacional de Río Cuarto.

FIGUERUELO ALEJANO, JUAN E. Y MARTÍN MARINO DÁVILA (2004): *Química física del ambiente y de los procesos medioambientales*, Barcelona, Reverté, S.A.

FISAS, VICENÇ (2001): *Cultura de paz y gestión de conflictos*, Barcelona, Icaria.

FRAUME RESTREPO NÉSTOR JULIO (2006): *Abecedario ecológico*, Bogotá, Ediciones San Pablo.

GALTUNG, JOHAN (2003): *Paz por medios pacíficos, Paz y conflicto, desarrollo y civilización*, Bilbao, Bakeaz-Gernika Gogoratuz.

GAMA FUERTES, MARÍA DE LOS ÁNGELES (2004): *Biología 1. Biogénesis y Microorganismos*, México, Pearson-Prentice Hall.

GAMLIN, LINDA (1997): *Evolución*, México, Fernández editores.

GARCÍA ALONSO, RAFAEL (2008): *Las huellas de la evolución. (Una historia en el límite del caos)*, Londres, Ediciones Lulu.

GARCÍA PÉREZ, JOSÉ ANTONIO Y OTROS (2001): *Química. Teoría y problemas*, Albacete, Tébar Flores.

GARCÍA GONZALES, ARMANDO (2010): *Darwin desde Darwin*, Madrid, Editorial CSIC.

- GARRIDO PERTIERRA, AMANDO Y OTROS (2006): *Fundamentos de bioquímica metabólica*, Madrid, Tébar. S.L.
- GAXIOLA, AURORA Y JUAN J. ARMESTO (2012): «Competencia» en DEL VAL, EK Y KARINA BOEGE (Coords.): *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*, México, Fondo de cultura económica-Universidad Nacional Autónoma de México, 15-42.
- GIBBS, S. P. (1978): «Los cloroplastos de euglena pueden haber evolucionado de simbiosis con algas verdes», *Revista canadiense de Botánica*, 56.
- GÓMEZ LUNA, LILIANA (2003): *Identidad y medio ambiente. Enfoques para la sustentabilidad de un bien común*, México, Siglo XXI.
- GONZÁLEZ CANDELAS, FERNANDO (2009): *La evolución, de Darwin al genoma*, Universidad de Valencia, Cátedra de divulgación de la ciencia.
- GRASSÉ, PIERRE-PAUL (1980): «El hombre acusado. De la biología a la política», en LÁZARO MARI, ENCARNACIÓN Y VICENTE JOSÉ, FERNÁNDEZ BURGUEÑO (1986): *La sociobiología*, Revista Verbo, Nro 243-244, Madrid, España, 341-371.
- GRIMBERG, CARL (1987): *Historia Universal-El Alba de la Civilización Tomo I*, Santiago de Chile, Editorial Santiago.
- HARRIS, MARVIN (2008): *El desarrollo de la teoría antropológica. Una Historia de las teorías de la cultura*, Madrid, Siglo XXI.
- HERRERA CUNTTI, ARÍSTIDES (2006): *Divagaciones históricas en la web. Libro 1*, disponible en <https://books.google.com.pe/books?isbn=9972290816> Fecha de consulta, 02-05-15.
- HESÍODO (1990): *Teogonía* en CORBERA LLOVERÁS, MARÍA ANTONIA (1990): *Poemas Hesiódicos*, Madrid, Akal S.A.

HOBBS, THOMAS (1999): *Leviatán o la materia, forma y poder de un estado eclesiástico y civil*, México, Alianza Editorial.

HOMERO (1965): *La Ilíada*, Madrid, Ediciones Ibéricas.

INGRAHAM, JHON L. Y CATHERINE A. INGRAHAM (1998): *Introducción a la microbiología II*, Barcelona, Reverté S. A.

JACORZYNSKI, WITOLD (2004): *Entre los sueños de la razón. Filosofía y antropología de las relaciones entre hombre y ambiente*, México D.F., CIESAS.

JARAMILLO PLITT, JOSÉ (2006): *La flor y otros órganos derivados*, Manizales, Universidad de Caldas.

JAY GOULD, STEPHEN (2012): *Acabo de llegar. El final de un principio en historia natural*, Barcelona, Crítica.

----- (2010): *Desde Darwin: Reflexiones sobre historia natural*, Madrid, Crítica.

J. DYSON, FREEMAN (1999): *Los orígenes de la vida*, Madrid, Cambridge University Press.

JARES, XESÚS R. (1999): *Educación para la paz. Su teoría y práctica*, Madrid, Editorial Popular.

----- (2004): *Educar para la paz en tiempos difíciles*, Bilbao, Bakeaz.

JENKINS, JOHN B. (1986): *Genética*, Barcelona, Reverté S.A.

JIMÉNEZ ARENAS, JUAN MANUEL (2011): «Pax homínida. Una aproximación imperfecta a la evolución humana», en F. A. MUÑOZ & M. J. BOLAÑOS (eds). *Los habitus de la paz*. Instituto de la paz y los conflictos. Departamento de Prehistoria y Arqueología. España, Universidad de Granada.

JIMÉNEZ BAUTISTA, FRANCISCO (2014): «Paz neutra: Una ilustración del concepto». *Revista de paz y conflictos*, Nro 7, Junio 2014-mayo 2015. Instituto de la Paz y los Conflictos. España, Universidad de Granada, 19-52.

----- (2011): *Racionalidad pacífica. Una introducción a los Estudios para la paz*, Madrid, Dykinson.

JOSA I LORCA, JAUME (2009): «Introducción a el origen de las especies» en DARWIN, CHARLES (2009): *El origen de las especies*, Madrid, Espasa Calpe, S.A.

KOOLMAN, JAN Y KLAUS-HEINRICH RÖHM (2005): *Bioquímica*, Madrid, Editorial Médica Panamericana.

KUHN, THOMAS (2004): *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de cultura económica.

KROPOTKIN, PIOTR (2005): *El apoyo mutuo. Un factor de evolución*, Santiago de Chile, I.E.A.

LAKATOS, IMRE (1989): *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza Editorial.

LAMARCK, JUAN (1986): *Filosofía Zoológica*, Barcelona, Alta Fulla.

LÁZARO MARI, ENCARNACIÓN Y VICENTE JOSÉ, FERNÁNDEZ BURGUEÑO (1986): «La sociobiología», *Revista Verbo*, Nro 243-244, Madrid, España, 341-371.

LAZCANO ARAUJO, ANTONIO (2000 a): «El origen del núcleocitoplasma. Breve historia de una hipótesis cambiante» en MARGULIS, LYNN: *Una Revolución en la Evolución. Escritos seleccionados*, Valencia, Universidad de Valencia, 180-197.

LEDERACH, JOHN PAUL (2000): *El abecé de la paz y los conflictos. Educación para la paz*, Madrid, Catarata.

- LIOTTA, GIOVANNI (2000): *Los insectos y sus daños en la madera: Problemas de restauración*, Andalucía, Nerea.
- LODISH, HARVEY Y OTROS (2006): *Biología celular y molecular*, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, MARIO (ed.) (2004): *Enciclopedia de paz y conflictos*, Granada, Universidad de Granada.
- LOVELOCK, JAMES (1985): *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la Tierra*, Barcelona, Ediciones Orbis. S.A.
- LUCRECIO CARO, TITO (2003): *De la naturaleza de las cosas*, Barcelona, Alianza Editorial.
- MAEDA-MARTÍNEZ, ALFONSO N. (2002): *Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*, México D.F, Limusa.
- MAGLIO, FRANCISCO (2008): *La dignidad del otro. Puentes entre la biología y la biografía*, Buenos Aires-Argentina, Ed. Zorzal.
- MALTHUS, THOMAS ROBERT (1984): *Primer ensayo sobre la población*, Madrid, Sarpe.
- MANAHAN, STANLEY E. (2007): *Introducción a la química ambiental*, México, Reverté Ediciones.
- MARGULIS, LYNN (2002). *Planeta Simbiótico. Un nuevo punto de vista sobre la evolución*, Madrid, Editorial Debate.
- (2003a): *Una Revolución en la Evolución. Escritos seleccionados*, Valencia, Universidad de Valencia.
- MARGULIS, LYNN Y DORION SAGAN (2003b): *Captando Genomas. Una teoría sobre el origen de las especies*, Barcelona, Kairós.

MARGULIS, LYNN Y MICHAEL F. DOLAN (2009): *Los inicios de la vida. La evolución en la Tierra precámbrica*, Valencia, Cátedra de divulgación de la ciencia.

MARÍAS, JULIÁN (2005): *Historia de la filosofía*, Madrid, Alianza Editorial. S.A.

MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, GABRIEL Y JUAN MANUEL JIMÉNEZ ARENAS (2003): «Los humanos prehistóricos, ni violentos ni pacíficos por naturaleza, sino todo lo contrario» en PÉREZ BELTRÁN, CARMELO Y FRANCISCO A. MUÑOZ (eds): *Experiencias de paz en el Mediterráneo*, Granada, Universidad de Granada, 59-126.

MARTÍNEZ GARCÍA, JOSÉ FRANCISCO (2012): *Tiempos, hombres e ideas*, Bloomington, Palibrio.

MARTÍNEZ GUZMÁN, VICENT (2005): *Podemos hacer las paces. Reflexiones éticas tras el 11-S y el 11-M*, Bilbao, Desclée De Brouver.

----- (2001): *Filosofía para hacer las paces*, Barcelona, Icaria.

----- (2000): «Saber hacer las paces. Epistemologías de los estudios para la paz», *convergencia*, revista de ciencias sociales, n° 33, 49-96, disponible en <http://www.ugr.es/~fmunoz/documentos/hacerpaces.pdf>. Fecha de consulta: 12-04-2017.

MARTÍNEZ TRUJILLO, MIGUEL Y CUAUHTÉMOC SÁENZ ROMERO (2003): *Principios de genética mendeliana*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

MAYR, ERNST (2006): *Porqué es única la biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*, Buenos Aires, Katz.

MENDEL, GREGOR (1996): *Experiments in plant hybridization*, EE. UU, Foundations of Classical Genetics.

MENÉNDEZ PÉREZ, EMILIO (2008): *Las rutas de la sal*, La Coruña, Gesbiblo, S.L.

- MERCADO ALONSO, INMACULADA (1994): «Educación para la paz desde la perspectiva ambiental», en FERNÁNDEZ HERRERÍA, ALFONSO (Ed.): *Educando para la paz: Nuevas propuestas*, Granada, Universidad de Granada, 45-88.
- MOLINA RUEDA, BEATRIZ Y FRANCISCO MUÑOZ (Eds.) (2004): *Manual de paz y conflictos*, Granada, Universidad de Granada.
- MORALES ORTIZ, JOSÉ VICENTE Y JOSÉ ANTONIO, SÁNCHEZ MANZANARES (2003): *Física y Química. Volumen III. Química I*, Alcalá de Guadaíra, MAD S. L.
- MORENO, JUAN (2010): *Los retos actuales del darwinismo ¿Una teoría en crisis?*, Madrid, Síntesis.
- MORENO, ROBERTO (1984): *La polémica del darwinismo en México siglo XIX: testimonios*, México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México.
- MOYA, ANDRÉS (2010): «Pensando desde la evolución», *Revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva. SESBE*. Volumen 5 (1), 2010, Facultad de ciencias de la Universidad de Granada, 3-4.
- MOYA, ANDRÉS Y JULI PERETÓ (2011): *Simbiosis. Seres que evolucionan juntos*, Madrid, Síntesis.
- MUNÉVAR, GONZALO (2008): *La evolución y la verdad desnuda: un enfoque darwinista de la filosofía*, Barranquilla, Uninorte.
- MUÑOZ, FRANCISCO A. (2001): «La paz imperfecta en un universo en conflicto», en MUÑOZ FRANCISCO A. (Ed.): *La paz imperfecta*, Granada, Universidad de Granada. pp. 21-66.
- MUÑOZ, FRANCISCO A. Y OTROS (2005): *Investigación de la paz y los derechos humanos desde Andalucía*, Granada, Universidad de Granada.

- MUÑOZ CAMACHO, EUGENIO Y MARIO GRAU RÍOS (2013): *Química ambiental*, Madrid, UNED.
- MUÑOZ GUTIÉRREZ, RAMÓN (2012): *Las dos mentes del ser humano*, México, Grijalbo.
- NASON ALVIN Y ROBERT L. DEHAAN (1980): *El mundo biológico*, México, Limusa.
- NIETZSCHE, F. (1980): *Sobre verdad y mentira en sentido extramoral*, Valencia, Cuadernos Teorema.
- NOVO, MARÍA (2006): *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*, Madrid, Pearson Educación.
- OTERO, ALBERTO (2001): *Medio ambiente y educación*, México D.F., Novedades educativas de México S.A.
- OÑATE OCAÑA, LEONOR (2010): *Biología 1. Con enfoque en competencias*, México, Cengage Learning Editores.
- OROZ, RODOLFO (2005): *Diccionario de la lengua castellana*, Santiago de Chile, Universitaria S.A.
- OXFORD UNIVERSITY PRESS (2004): *Diccionarios Oxford-Complutense. Biología*, Madrid, Editorial Complutense, S.A.
- PARÍS ALBERT, SONIA (2009): *Filosofía de los conflictos. Una teoría para su transformación pacífica*, Barcelona, Icaria.
- PEÑA, ANTONIO (2009): *¿Cómo funciona una célula? Fisiología celular*, México D. F., Fondo de Cultura Económica.
- PEÑA, ANTONIO Y OTROS (2004): *Bioquímica*, México, Limusa.
- PÉREZ SERRANO, GLORIA Y MARÍA VICTORIA PÉREZ DE GUZMÁN (2011): *Aprender a convivir. El conflicto como oportunidad de crecimiento*, Madrid, Narcea.

- PICADO, ANA BEATRIZ Y MILTON ÁLVAREZ (2008): *Química I. Introducción al estudio de la materia*, San José de Costa Rica, Euned.
- PIERCE, BENJAMÍN A. (2010): *Genética, un enfoque conceptual*, Madrid, Editorial Médica Panamericana.
- POZAS TERRADOS, PEDRO (2011): *Efecto esmeralda*, Madrid, Visión Libros.
- PUJIOLA, JAIME (1928): *¿Evolucionismo y darwinismo en nuestros días? Estudios: Revista de investigación y divulgación científica, literaria, histórica, jurídica y filosófica*, Lima, no. 1, pp. 28-36, BIBLIOTECA CENTRAL PUCP, AP 63.U6 E8-P E.ESP (NO 1 JUL-AGO 1928).
- PUNSET, EDUARDO (2010): *Por qué somos como somos*, Barcelona, Penguin Random House Grupo Editorial España.
- PURVES, WILLIAM H. Y OTROS (2009): *Vida. La ciencia de la biología*, Madrid, Editorial Médica Panamericana.
- RAMÍREZ HERNÁNDEZ, ERNESTO (2010): *Ecología. Secuencias didácticas para bachilleratos tecnológicos*, México, Cengage Learning Editores.
- RAVEN, PETER H. Y OTROS (1992): *Biología de las plantas. Volumen 2*, Barcelona, Reverté.
- RAWLS, JOHN (2010): *Teoría de la justicia*, México D.F., Fondo de cultura económica.
- ROJAS PEÑA, ISAÍAS (2012): *Astronomía elemental. Volumen II, Astrofísica y Astrobiología*, Valparaíso, Editorial USM.
- ROMERO CABELLO, RAÚL (2007): *Microbiología y parasitología humana. Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias*, México D.F, Editorial Médica Panamericana.

- ROSS, MICHAEL H. Y PAWLINA WOJCIECH (2007): *Histología*, Ed. Médica Panamericana.
- RUIZ, ALFREDO Y MAURO SANTOS (Coord.) (1990): *Temas actuales de Biología Evolutiva*, Barcelona, Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- RUIZ GUTIÉRREZ, ROSAURA (2006): *Conocimientos fundamentales de biología*, México, Pearson Educación.
- RUSE, MICHAEL (2008): *Charles Darwin*, Madrid, Katz Editores.
- SADAVA, DAVID Y OTROS (2009): *Vida, la ciencia de la biología*, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana S. A.
- SAGAN, CARL Y I. S., SHKLOVSKII (2003): *Vida inteligente en el universo*, Barcelona, Reverté, S.A.
- SAMPEDRO, JAVIER (2007): *Deconstruyendo a Darwin. Los enigmas de la evolución a la luz de la nueva genética*, Barcelona, Crítica.
- SÁNCHEZ, XANO Y OTROS (2014): *¿Somos una especie violenta? La violencia humana explicada desde la biología y la psicopatología*, Barcelona, Ediciones Universitat Barcelona.
- SÁNCHEZ, ANTONIO y ALFONSO FERNÁNDEZ HERRERÍA (Eds.): *Dimensiones de la educación para la paz. Teorías y experiencias*, Granada, Universidad de Granada.
- SANDÍN DOMÍNGUEZ, MÁXIMO (2009-a): «El retorno a la naturaleza» en ABDALLA GUERRIERI, MAURICIO Y OTROS (2009): *Darwin, el sapo y la charca*, Sevilla, Ediciones Crimentales y Cauac Editorial, 133-142.

----- (2009-b): «Darwin, las ideas dominantes y las que dominan» en
ABDALLA GUERRIERI, MAURICIO Y OTROS (2009): *Darwin, el sapo y la charca*,
Sevilla, Ediciones Crimentales y Cauac Editorial, 97-132.

----- (2002): *Una nueva Biología para una nueva sociedad: Política y*
sociedad, Departamento de Biología, Facultad de Biología de la Universidad
Autónoma de Madrid, pp. 25, Volumen 39, N° 3, 2002.

----- (1998): *La función de los virus en la evolución*. Boletín de la Real
Sociedad Española de Historia Natural, Departamento de Biología de la
Universidad Autónoma de Madrid, Tomo 95, año 1998.

----- (1997): *Teoría sintética: Crisis y revolución*. Revista del
Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid, N° 623-
624. Tomo CLVIII, noviembre-diciembre 1997.

----- (1995): *Lamarck y los mensajeros. La función de lo virus en la*
evolución. Madrid. Ediciones Istmo.

SARMIENTO O, FAUSTO Y OTROS (2001): *Diccionario Ecológico*, Quito-Ecuador,
Abya Yala.

SATO AKIE Y OTROS (2001): *Sobre el origen de los pinzones de Darwin. Biología*
molecular y evolución, Estados Unidos, Universidad de Princeton.

SCHLIEWEN, ULRICH (2014): *El acuario*, Barcelona, Hispano Europea.

SCHRÖDINGER, ERWIN (2008): *¿Qué es la vida?*, Barcelona, Tusquets Editores.

SHIVA, VANDANA (2001): *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del*
conocimiento, Barcelona, Icaria.

SMITH, ADAM (1794): *Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las*
naciones, Valladolid, Santander.

SOLARI, ALBERTO JUAN (2007): *Genética humana. Fundamentos y aplicaciones en medicina*, Buenos Aires, Editorial médica Panamericana.

SPENCER, HERBERT (2003): *Primeros principios*, Madrid, Editorial Del Cardo.

----- (1852): «Estática social» en HARRIS, MARVIN (2008): *El desarrollo de la teoría antropológica. Una Historia de las teorías de la cultura*, Madrid, Siglo XXI.

STANIER, ROGER Y. Y OTROS (1992): *Microbiología*, Barcelona, Reverté.

TAYLOR, CHARLES (2003): *Multiculturalismo y la “política del reconocimiento”*, Madrid, Fondo de cultura económica de España.

TEIJÓN RIVERA, JOSÉ MARÍA Y OTROS (2006): *Fundamentos de bioquímica metabólica*, Madrid, Tébar S.L.

TENNYSON, ALFRED (2012): *Poems*, disponible en http://www.poemhunter.com/i/ebooks/pdf/alfred_lord_tennyson_2012_3.pdf Fecha de consulta 26-01-14.

TORT, PATRICK (2004): *Darwin, eslabón perdido y encontrado del materialismo de Marx*. Revista Asclepio: Archivo iberoamericano de historia de la medicina y antropología médica, Universidad de Minnesota, Volumen 56-Vol. LVI-1-2004

TORTORA Y OTROS (2007): *Introducción a la microbiología*, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.

TOURIÑÁN LÓPEZ, JOSÉ MANUEL Y RAFAEL SÁEZ ALONZO (2012): *Teoría de la educación, metodología y focalización. La mirada pedagógica*, La Coruña, Editorial Netbiblo.

VÉLEZ MONTOYA, ANTONIO (2007): *Homo Sapiens*, Bogotá, D.C. Colombia, Villegas Editores. S.A.

VILLEE, CLAUDE A. (2008): *Biología*, México, McGRAW-HILL Interamericana Editores.

WATSON, JAMES Y OTROS (2008): *Biología molecular del gen*, Madrid, Editorial Médica Panamericana.

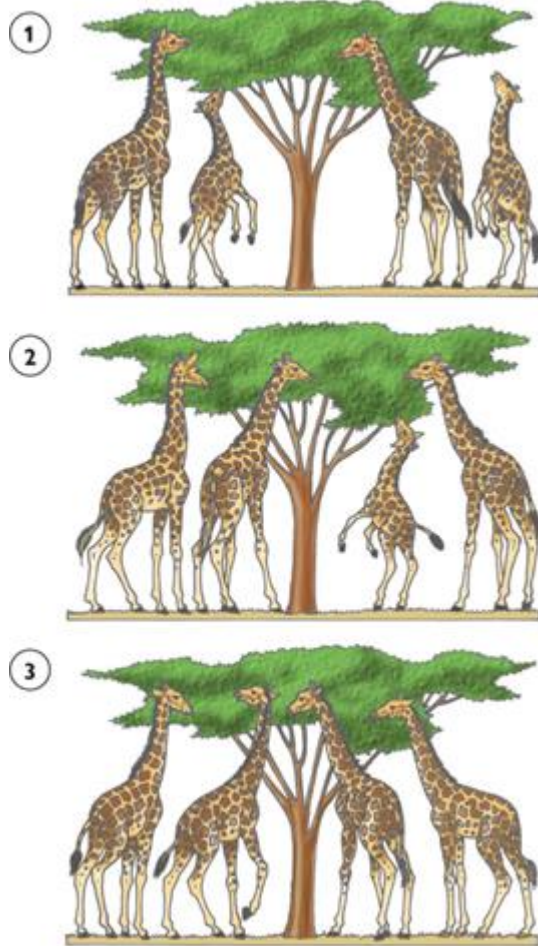
WILSON, EDWARD OSBORNE (1982): «Qué es la sociobiología?» *Revista Teorema*, vol. XII/3, Madrid, Universidad Complutense.

----- (1980): «Sobre la naturaleza humana», *Revista Fondo de cultura económica. Colección popular*, Nro. 187, México D. F.

WISNIVESKY, CRISTINA (2003): *Ecología y epidemiología de las infecciones parasitarias*, Cartago-Costa Rica, Editoriales Universitarias de América Latina y el Caribe.

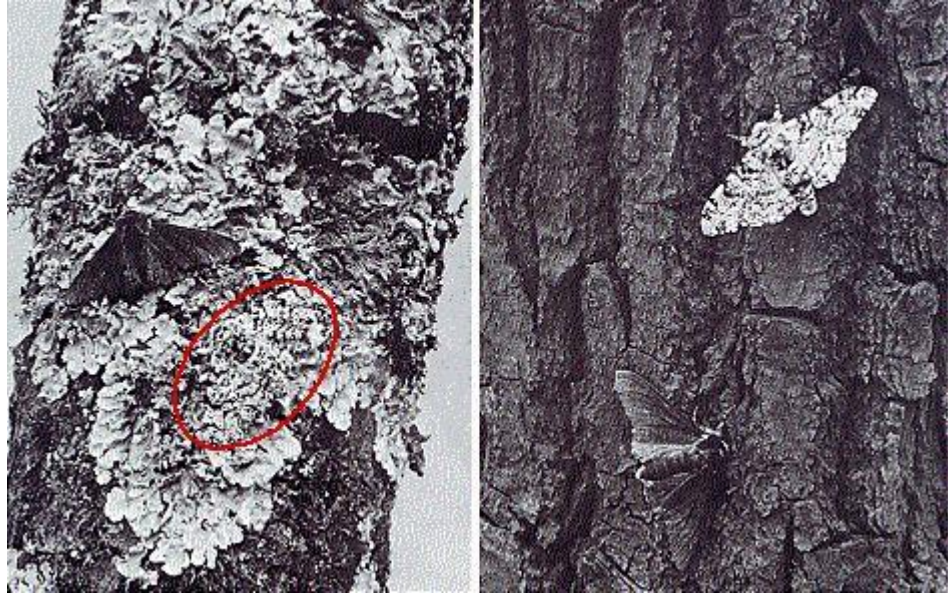
ANEXOS

ANEXO 01: EVOLUCIÓN DE LA JIRAFAS SEGÚN LAMARCK



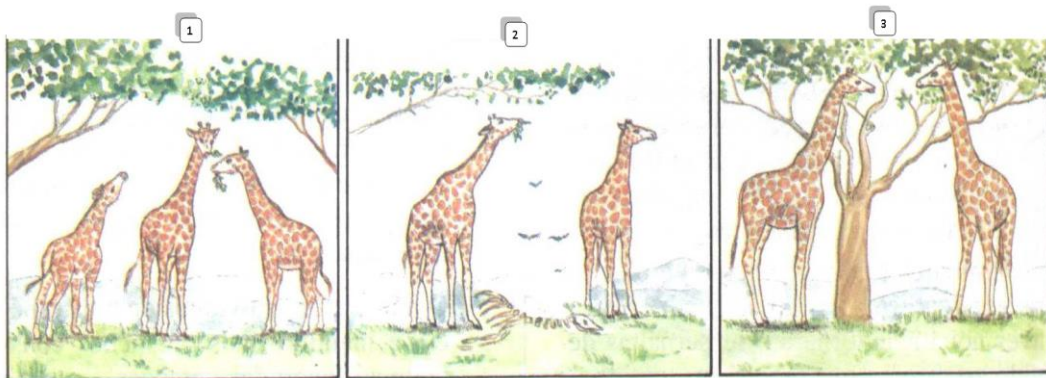
FUENTE: <http://pib2.wordpress.com/2011/12/04/jean-baptiste-de-monet-caballero-de-lamarck/>

**ANEXO 02: SELECCIÓN NATURAL DE LAS POLILLAS
MOTEADAS.**



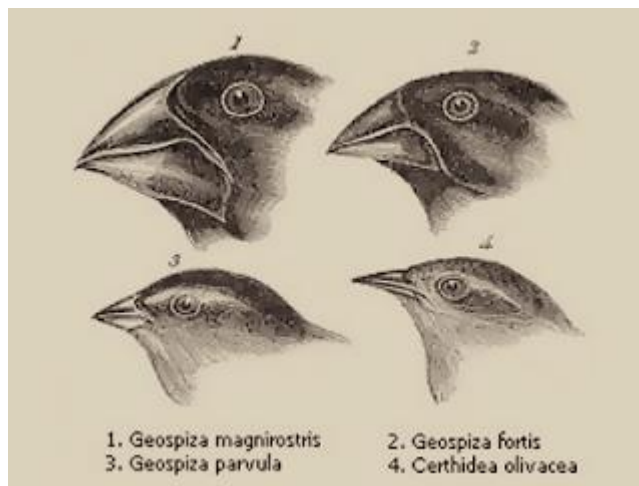
FUENTE: http://www.terra.es/personal/cxc_9747/carbonaria.html

**ANEXO 03: EVOLUCIÓN DE LA JIRAFAS POR SELECCIÓN
NATURAL.**



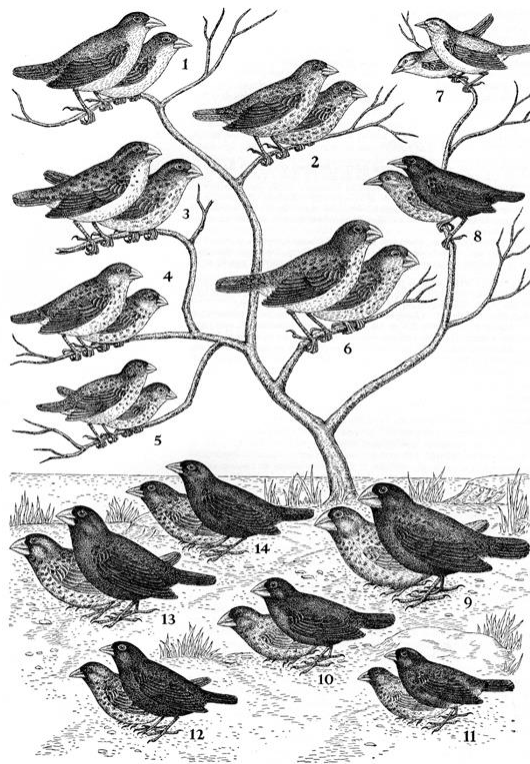
FUENTE: <https://sites.google.com/site/preupsubiologia/evolucion>

ANEXO 04: EVOLUCIÓN DE LOS PINZONES SEGÚN DARWIN



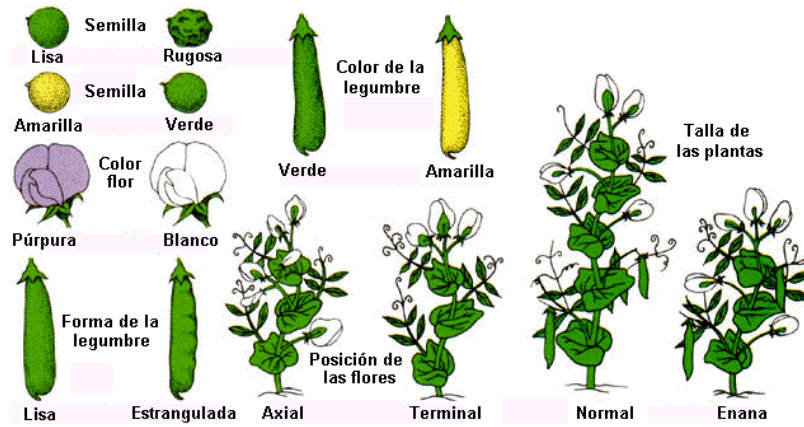
FUENTE: (Darwin, 2000: 469)

ANEXO 05: ESPECIACIÓN DE LOS PINZONES SEGÚN DARWIN



FUENTE: <http://dualjournal.files.wordpress.com/2008/01/arbol-evolutivo-pinzones.png>

ANEXO 06: CARACTERES DE LOS GUISANTES DE MENDEL



FUENTE: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/genetica/grupod/Mendel/mendel.htm>

ANEXO 07: LOS FÓSILES



Ammonites de la era Mesozoica. FUENTE PROPIA





Ammonites: FUENTE PROPIA



Diámetro 9 cm



Moluscos.
FUENTE
PROPIA

D= 22 cm



Bivalvo: FUENTE PROPIA



Equinodermo: FUENTE PROPIA



Equinodermos (erizos): FUENTE PROPIA



Bivalvos: FUENTE PROPIA



Bivalvos: FUENTE PROPIA

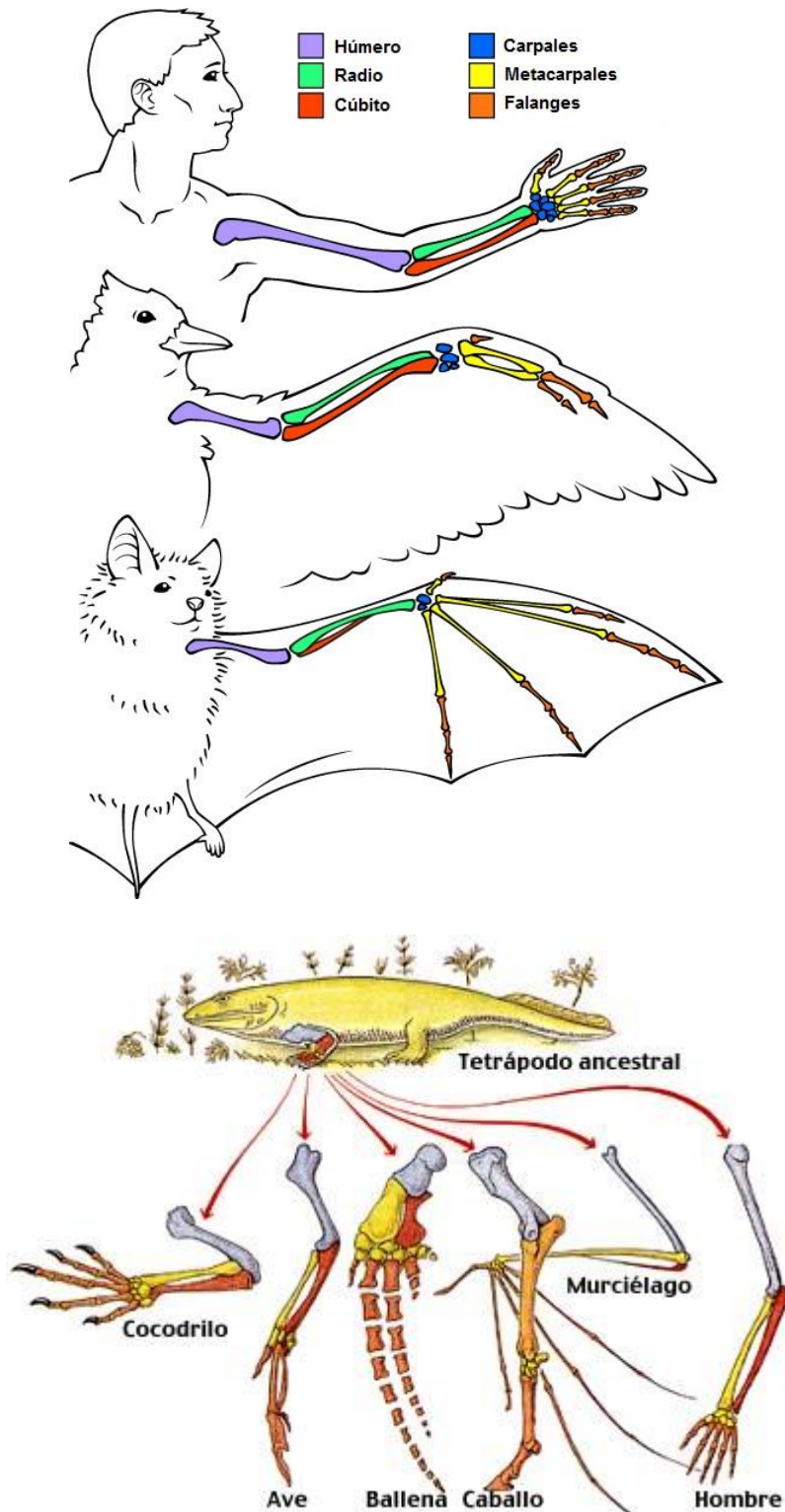


Univalvos (gasterópodos): FUENTE PROPIA



Molusco (fósil de erizo sobre un dedo humano): FUENTE PROPIA

ANEXO 08: ESTRUCTURAS HOMÓLOGAS EN ANIMALES



FUENTE: <http://www.google.es/search?um=1&biw=1280&bih=705&hl=es&tbm=isch&sa=1&q=ESTRUCTURAS+HOM>

ESTRUCTURAS HOMÓLOGAS EN VEGETALES



Nepentes

hojas modificadas
en jarras para
atrapar insectos

Atrapamoscas

hojas modificadas
en mandíbulas para
atrapar insectos

Poinsettia

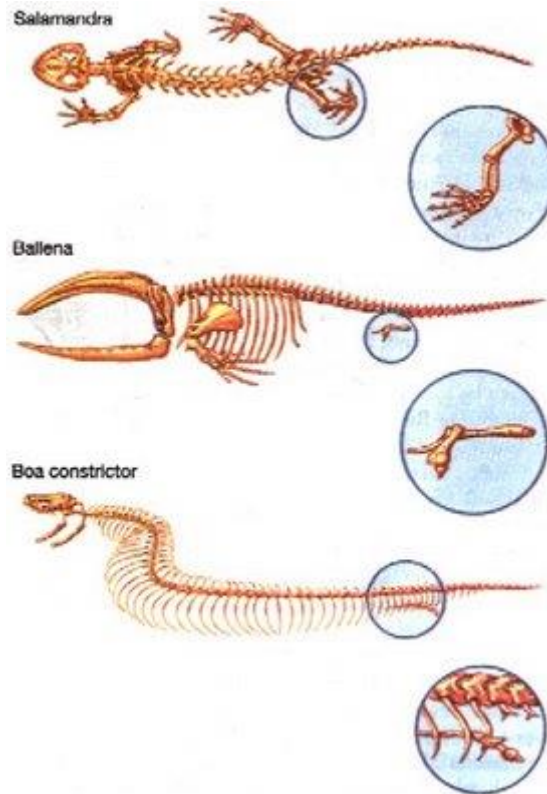
hojas rojo brillante
que parecen
pétalos de flores

Cactus

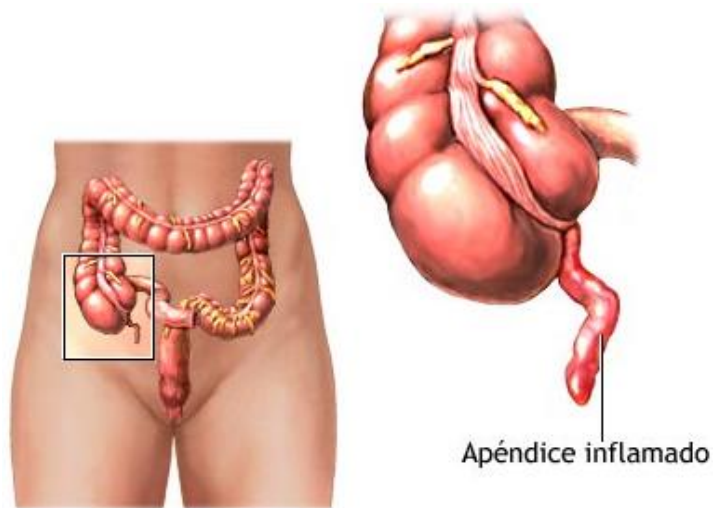
las hojas se han
vuelto espinas

<http://www.sesbe.org/evosite/lines/IIhomologies.shtml.html>

ANEXO 09: ESTRUCTURAS VESTIGIALES



FUENTE: (Audesirk, 2003: 14)



FUENTE: <http://filosofiaencolmenarejo.files.wordpress.com/2013/01/apendice.jpg>

ANEXO 10: ESTRUCTURAS ANÁLOGAS



FUENTE: <http://ecociencia.fateback.com/pruebasevol/pruebasevolucion.htm>



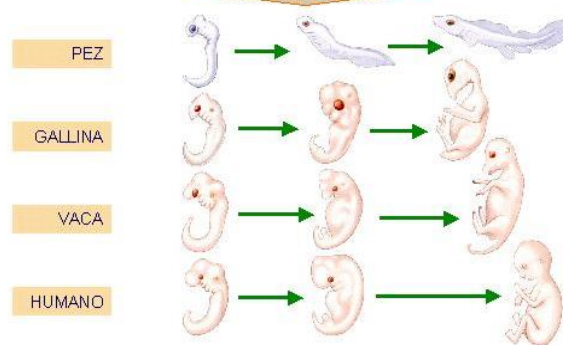
FUENTE: <http://mercedesmuniguaevolucion.blogspot.com/2013/01/pruebas-de-la-evolucion.html>

ANEXO 11: EMBRIONES EN ETAPAS TEMPRANAS

El desarrollo embrionario

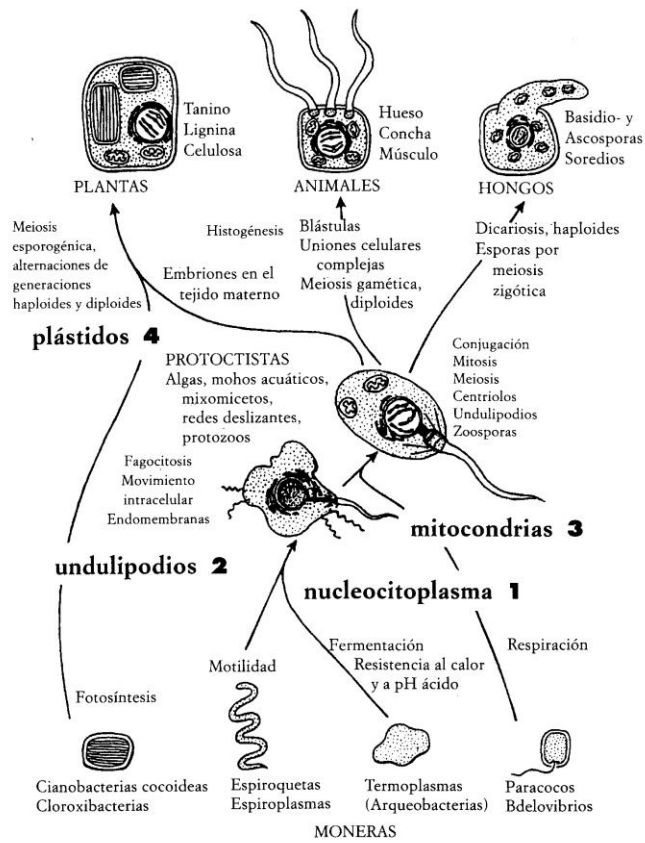
El parentesco evolutivo de distintas especies queda reflejado en las similitudes o diferencias de los patrones de su desarrollo embrionario.

En las fases tempranas de su desarrollo los embriones de diferentes vertebrados son muy parecidos entre sí.



FUENTE: <http://ecociencia.fateback.com/pruebasevol/pruebasevolucion.htm>

ANEXO 12: ORIGEN DE LA CÉLULA EUCARIOTA POR SIMBIOSIS SERIAL

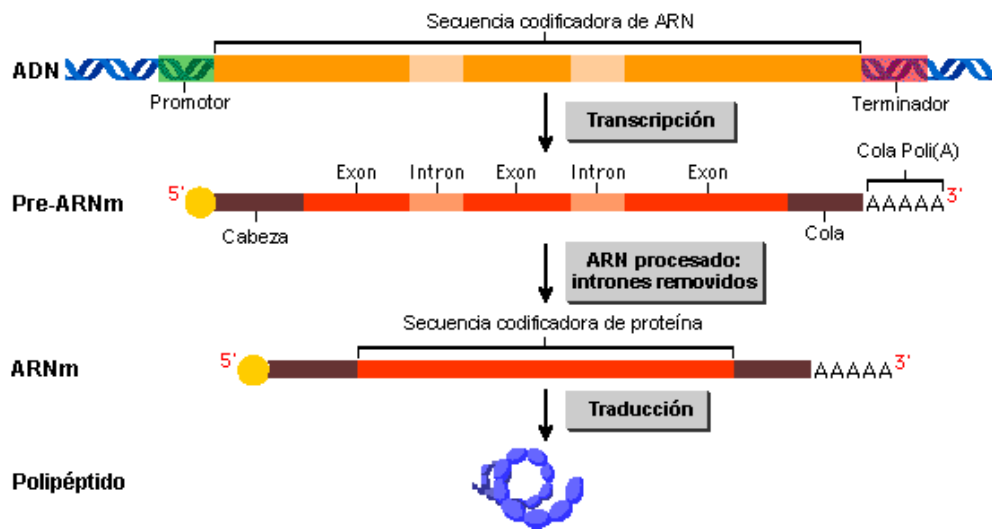


FUENTE: Lyn Margulis, 2003: 87

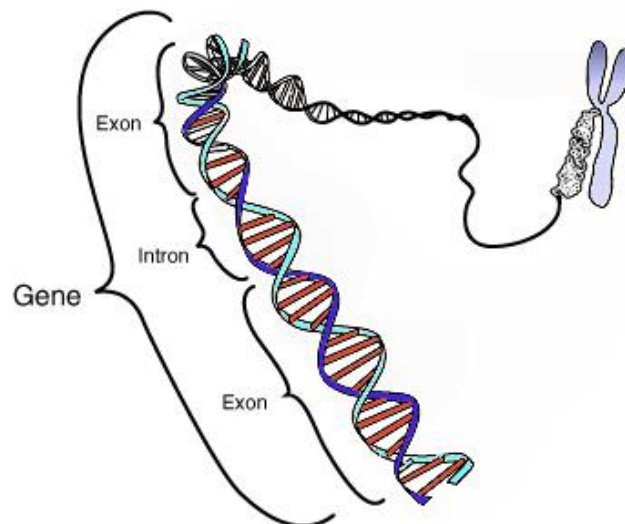
ANEXO 13: MIMETISMO DEL SALTAMONTES



ANEXO 14: INTRONES Y EXONES EN UN GEN



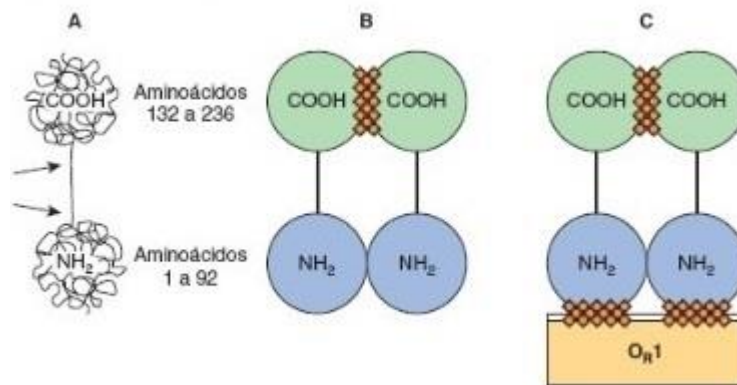
FUENTE: <http://www.maph49.galeon.com/arn/eunotcol.gif>



FUENTE: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Gene.png>

ANEXO 15: REPRESOR λ

Estructuras moleculares esquemáticas de cI (represor lambda mostrada en A, B y C)

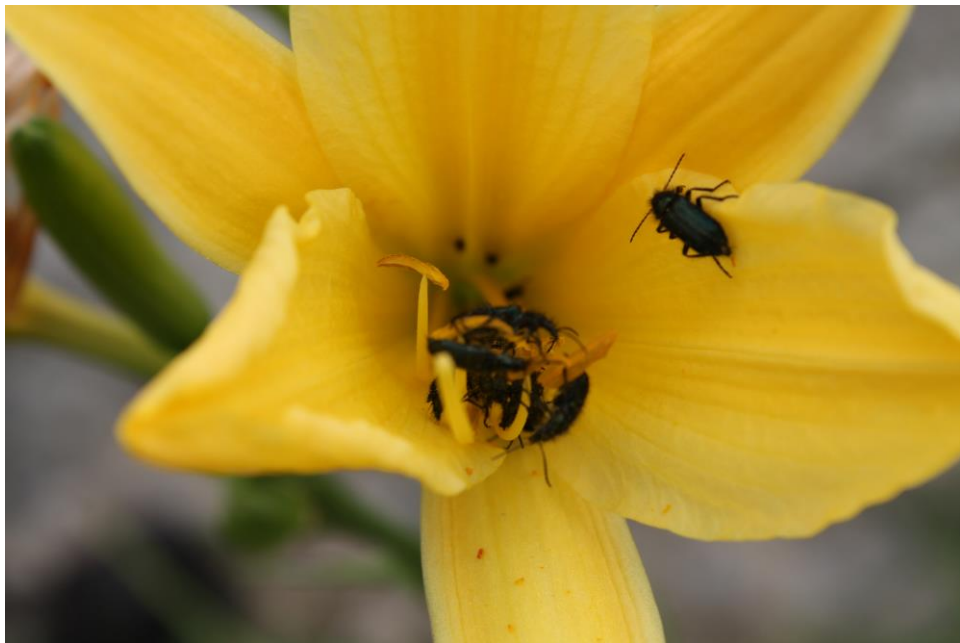


<https://www.google.com.pe/search?q=represor+lambda>

ANEXO 16: POLINIZACIÓN ENTOMÓFILA



Polinización por insectos: FUENTE PROPIA



Polinización por insectos: FUENTE PROPIA

ANEXO 17: NÓDULOS EN LAS RAÍCES DE LEGUMINOSA (CHAUCHA)



Nódulos en las raíces de leguminosa: FUENTE PROPIA

ANEXO 18: PLANTA TRIFOLIADA DE DÍA Y DE NOCHE



Trifoliada durante el día: FUENTE PROPIA



Trifoliada durante la noche: FUENTE PROPIA

**ANEXO 19: UNA MATRIZ UNITARIA, COMPRENSIVA E
INTEGRADORA.**



FUENTE: Muñoz, Francisco en <http://www.ugr.es/~fmunoz/html/matriz.html>

ANEXO 20: OJOS DE UN MAMÍFERO



Ojos de un mamífero (gato): FUENTE PROPIA