



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**INVESTIGACIÓN DEL CONCEPTO DE
EXTINCIÓN EN DOS OBRAS DE GEORGE
CUVIER (1769-1832): *ESSAI SUR LA THÉORIE DE
LA TERRE & DISCOURS SUR LES RÉVOLUTIONS
DE LA SURFACE DU GLOBE ET SUR LES
CHANGEMENTS QU'ELLES ON PRODUITS DANS
LE RÈGNE ANIMAL***

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A:

MIGUEL ÁNGEL JUÁREZ MUÑOZ

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. ANTONIO ALFREDO BUENO HERNÁNDEZ

PROYECTO APOYADO

DGAPA-UNAM PAPIIT IN 405118

Ciudad de México, Abril 2018





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE:

Agradecimientos	3
Dedicatoria	4
Resumen	6
Objetivo	7
Hipótesis	7
Introducción	7
Método	10
Marco teórico:	
Capítulo uno: Una biografía de Georges Cuvier	11
Capítulo dos: El concepto actual de extinción	21
Capítulo tres: Análisis de resultados y conclusión:	
3.1 Críticas de Cuvier a las teorías de la Tierra	30
3.2 La visión catastrofista de Cuvier	42
3.3 El concepto de especie de Cuvier	60
3.4 <i>Essay on the Theory of the Earth</i> , la traducción del <i>Discurso sobre las revoluciones de la superficie del globo</i> al inglés por Robert Jameson	82
Conclusiones	90
Apéndice I	94
Apéndice II	96
Literatura citada	98

Agradecimientos:

Al proyecto **PAPIIT IN 405118** “El Desarrollo de la Paleontología en México en el siglo XIX y Principios del XX a través de la revista *La Naturaleza*” por el apoyo brindado.

A mis profesores, con particular mención a Maribel Garay y Alfredo Gazano quienes me introdujeron al mundo de las ciencias e iniciaron desde la secundaria con sus clases mi pasión por el estudio de la Biología. También quisiera agradecer a Alfredo Bueno, Carlos Pérez Malvárez, Fabiola Juárez, Guadalupe Bribiesca, David Espinoza, Mario Kempes, Luis Samuel Campos, Catalina Machuca, Ernesto Mendoza, Patricia Rivera, Arturo, Elia, Esteban y a Leonel Robles quienes con dedicación sembraron en mí el amor a las letras, la filosofía y la ciencia y cuya influencia en mi persona es grande.

Dedicatoria:

Esta tesis constituye el acto concluyente de mi etapa como estudiante, con ella cierro un ciclo de mi vida y abro otro donde abrazo mi independencia y practico los conocimientos que adquirí a lo largo de veinticuatro años. Sería imposible hacer mención de todas aquellas personas que me apoyaron durante este recorrido ya que el espacio no lo permite, sin embargo, quiero dedicar este trabajo a mi familia, amigos y profesores.

A mi padre, Miguel Ángel Juárez, que desde que mi madre se fue se encargó de mi crianza con sudor y lágrimas y sin cuyo esfuerzo y dedicación no estaría aquí. A mis tíos, Ángel Juárez, Guadalupe Juárez, José Luis Juárez y Verónica Chávez quienes me tendieron la mano en los momentos en que lo requerí.

A mis amigos, en especial mención a Roberto Lázaro, Daniel Reyes, Alba Molina, Pavel Antonio, Arturo Montero, Carlos Sandoval, José Luis Juárez, Gladys Jocelyn Cabañas, Daniela Altamira, Norma Zermeño, Jazmín Márquez, Alejandra Reyes, Mercedes García, Erick Romero, Miguel Ángel Almanza, Aaron Neira, Luis Enrique Muñoz, Noé Rodríguez, Noé Núñez, David Gómez, Cristian Ludvic, e Ismael, y a Elizabeth García, quien hizo de los momentos complicados algo especial. A ellos y a todos los que me hicieron falta por agregar a la lista les estoy agradecido por su amistad y apoyo durante estos años.

A todos ellos y demás que no incluí por falta de espacio les estoy agradecido y dedico esta tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E.

Comunico a usted que el alumno **JUÁREZ MUÑOZ MIGUEL ÁNGEL**, con número de cuenta **308193462**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **24 de abril de 2018** a las **17:00 hrs.**, para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

PRESIDENTE Dr. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA

VOCAL Dr. ANTONIO ALFREDO BUENO HERNÁNDEZ

SECRETARIO M. en C. CARLOS PÉREZ MALVÁEZ

SUPLENTE M. en C. GUADALUPE BRIBIESCA ESCUTIA

SUPLENTE M. en C. FABIOLA JUÁREZ BARRERA

[Handwritten signatures of the jury members]

El título de la tesis que presenta es: **Investigación del concepto de extinción en dos obras de George Cuvier (1769-1832): Essai sur la théorie de la Terre & Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements qu'elles on produits dans le règne animal.**

Opción de titulación: Tesis.

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad de México, a 13 de marzo de 2018

DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ
DIRECTOR

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"
DIRECCIÓN

RECIBÍ
OFICINA DE EXÁMENES
PROFESIONALES Y DE GRADO

VO. BO.
M. en C. ARMANDO CERVANTES SANDOVAL
JEFE DE CARRERA

Resumen:

En la presente investigación se analiza la idea de extinción que Cuvier empleó en su trabajo *Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements que'les ont produits dans le règne animal* (1812).

Para ello, en el primer capítulo se expone se expone una biografía de Georges Cuvier, con la finalidad de contextualizar el tiempo en que vivió y comprender algunas limitaciones epistemológicas propias de su época y los avances que significó en su área de investigación a través de sus obras.

En el segundo capítulo se presenta un estudio de la extinción con lo actualmente conocido para apreciar qué cuestiones cambiaron desde que Cuvier formuló sus ideas catastrofistas a la fecha.

El tercer capítulo se divide en cuatro partes, de las cuales, las tres primeras se encargan de estudiar el “*Discurso*”.

En la primera parte se realizó una investigación de los naturalistas precedentes a Cuvier, así como la crítica que hace de ellos.

En la segunda parte, se compara el catastrofismo cuvieriano con el uniformismo de Hutton. Se estudian las evidencias que respaldaron la afirmación de que los cambios terrestres ocurren mediante “*revoluciones*” o acontecimientos repentinos que influyeron en la biota y que fueron el motivo de la desaparición de especies.

En la tercera parte, se averiguaron aquellas pruebas dentro del “*Discurso*” en las que Cuvier sustentó su fijismo, destacando entre éstas la idea de los *embranchement* que derivó del principio de correlación de las partes, y éste a su vez de algunos principios procedentes de Kant y Aristóteles. Asimismo, se mencionan las teorías de algunos transformistas contemporáneos a los que Cuvier refutó, con la finalidad de discernir los conceptos manejados por dicho autor

En la cuarta y última parte, se estudian los apéndices añadidos a la quinta edición de la traducción al inglés del “*Discurso*” al inglés, a cargo de Robert

Jameson, quien en dichos agregados se concentra en la defensa del Diluvio Universal a través de una larga discusión con la perspectiva de Cuvier contenida en dicho trabajo.

Objetivo:

Objetivo general:

Analizar el origen y desarrollo sobre la idea de extinción empleada por Georges Cuvier en su sistema catastrofista

Objetivos particulares:

1. Comparar la idea de extinción de Georges Cuvier respecto al concepto actual
2. Revisar el sistema catastrofista de G. Cuvier

Hipótesis:

Cuvier intuyó la aniquilación de las especies con base en el estudio empírico del registro fósil.

Introducción:

La extinción de las especies es uno de los temas que más bibliografía ha generado, ya que en la actualidad es un tópico de considerable repercusión social, lo que incrementa los esfuerzos dedicados a su investigación. Asimismo, los conceptos de especiación y extinción siguieron un camino paralelo en la historia de las ideas, por lo que puede decirse que el reconocimiento de la extinción de taxones ha precedido en la historia de la biología a la aceptación del fenómeno de la evolución de las especies, no obstante, dicho tema tiene poca visibilidad en los textos de biología fundamental y más desde una perspectiva histórica. Ello se debe tal vez a que, a pesar de que los paleontólogos han identificado patrones y elaborado explicaciones matemáticas, la extinción es un acontecimiento complejo

ya que no existe una causa única a éstas, por ello no es posible aun formular una Teoría de las extinciones a diferencia de una Teoría de la Evolución (Barberá, 2009: 30; Femenias & Colino, 2011: 3; Maldonado, 2009: 287-288).

El interés por las extinciones tiene su punto de partida en la obra *Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements que'les on produits dans le règne animal* (1812) de Georges Cuvier, de hecho, a él se atribuye la demostración concluyente de que el registro fósil contiene especies que hoy no poseen representantes vivos. Este personaje fue consciente de la existencia de similitudes entre algunos fósiles y las especies actuales además de la diferencia entre otros fósiles y cualquier ser vivo conocido hasta entonces (Barberá, 2009: 32; Silván & Gil, 2001: 152).

Cuvier logró una excelente reputación como naturalista, zoólogo, y anatomista no sólo en Francia, sino también en otras regiones de Europa. Desempeñó un papel importante en el movimiento racionalista de inicios del siglo XIX pues con su método esencialmente deductivo permitió a la incipiente biología moderna comenzar a semejarse a ciencias como la física permitiendo un conocimiento más completo de la historia del fenómeno vital y sus posibles mecanismos (Bajo, 2016: 118; Liñán & Moll, 1998: 23).

Sin embargo, dada la trascendencia que Cuvier significó para la Biología moderna, él y sus ideas no han obtenido un reconocimiento suficiente en la historia y filosofía de la ciencia o bien, en la cultura en general, pues existe un olvido injustificado cuyo posible origen se deba quizás gracias al error común de mezclar las ideas políticas con las científicas por parte de los investigadores. Por ejemplo, el empleo de palabras como “conservador” “rígido” o “autoritario” para referirse a Cuvier no permite apreciar la relevancia de sus trabajos ya que, en dicha interpretación, se le atribuye la posesión del poder político que supuestamente usó para retrasar el progreso de la ciencia en una dirección transformista (Caponi, 2004 b: 169; Maldonado, 2009: 286; Outram, 1984: 10).

Algunos historiadores conciben a Cuvier como un personaje ansioso por hallar apoyo a sus creencias religiosas proporcionando una teoría geológica

adecuada a su tiempo, aunque en realidad existe evidencia de que era poco probable que fuera un apologista de los eventos mosaicos como el Diluvio. De la misma manera, existe la concepción popular de que Cuvier argumentaba que después de cada revolución acontecía una creación especial cuando él expuso más bien otras soluciones al problema de cómo la biota brotaba de nuevo tras una catástrofe (Hugget, 1997 :93; Outram, 1984: 143; Rehbook, 2012: 411).

El “*Discurso*” gozó de tal éxito que se tradujo inmediatamente al inglés, alcanzando en 1827 una quinta edición con el título *Essay of the theory of the Earth with geological illustrations* que contó, adicionalmente, con algunos apéndices que denominó “*Ilustraciones*” escritos por el geólogo escocés Robert Jameson, en los que ofrece un análisis valorativo sobre algunos temas propios de los naturalistas decimonónicos como el Diluvio Universal y las creaciones progresivas o bien el lamarckismo. En estos apéndices Jameson continúa la defensa del océano universal descrito por el Génesis mediante una larga discusión con las ideas de Cuvier y que algunos naturalistas simpatizantes del creacionismo consideraron adecuadas para sus propios sistemas (Galera, 2009 :130; Jenkins, 2016: 540; Matijasic, 1987: 419; Secord, 1991: 7).

Es por ello que, en el presente trabajo, se pretende revisar la idea de extinción planteada en el “*Discurso*” de Cuvier, así como su traducción al inglés, el “*Ensayo*”, como una contribución al estudio de las extinciones desde una perspectiva histórica. De igual forma, a través de dicha revisión se propone demostrar que los argumentos en que se basaron tanto el catastrofismo como el fijismo cuveriano surgen a raíz de un estudio empírico-racional, ello con la finalidad de separar la mezcla entre ideologías políticas, ciencia y religión que de acuerdo con Outram (1984: 10) proporcionan una interpretación inadecuada.

Método:

Para abordar los objetivos de esta investigación se realizó una búsqueda bibliográfica de fuentes primarias de Georges Cuvier *Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements que'les on produits dans le règne animal* (1830, 6ª ed. Chez Edmond D'Ocagne Press, París) fue descargada en formato digital del portal de la Biblioteca Nacional de Francia (Gallica) cuyo link se presenta a continuación:

<http://gallica.bnf.fr/>

La obra *Essay of the theory of the Earth with geological ilustrations by profesor Jameson* (1830, William Blackwood, Edinburgh Cadell Strand, Londres) fue obtenida en formato digital a través del portal Library Archive; el link de descarga es el siguiente:

<https://archive.org/index.php>

Segundo, se tradujeron ambas obras al español; en el caso del “*Discurso*” se utilizó como herramienta el traductor de Google, mientras que en el “*Ensayo*” se empleó un diccionario inglés-español.

Tercero, se consultaron fuentes secundarias para dar sustento y validez a la investigación. En formato digital se consultaron algunas revistas como *ILUIL*, *ISIS*, *Scientiae studia*, *Journal of the History of Biology*, entre otras. Asimismo, mediante el buscador Google books pudo obtenerse información de libros de entre los que destacan *Evolution: The History of an Idea* (1989) de P.J. Bowler; *Georges Cuvier: vocation, science and authority in post-revolutionary France* (1984) de D. Outram; *The meaning of fossils: Episodes in the History of Paleontology* (1985) de M.J.S. Rudwick entre otros. De manera similar, se consultaron ejemplares físicos en la biblioteca central de Ciudad Universitaria, como es el caso del *Dictionary of Scientific Biography* (Vol. III, 1981) de C. Gilliespie y *Las vidas paralelas de Georges Cuvier y Georg Wilhelm Friedrich Hegel* (2009) de A. Casinos.

Finalmente se llevó a cabo un análisis y discusión en conjunto sobre las obras para obtener las conclusiones pertinentes.

Capítulo Uno: Una biografía de Georges Cuvier.

Georges Léopold Chértien Dagobert Cuvier nació en Montbéliard el 23 de agosto de 1769, en el seno de una familia pobre. Su padre, Jean Georges Cuvier (1715-1795) fue un soldado al servicio del ejército de Francia y su madre, Anne Clemence Chatel (1736-1792), era 20 años menor que su marido (Bourdier, 1981: 521; Lee, 1833: 8).

Montbéliard, que geográficamente pertenecía a Francia, presentaba una serie de peculiaridades que hicieron de esta región un islote de excepcionalidades, pues si bien sus habitantes lingüísticamente y culturalmente estaban ligados al francés, su influencia principal era alemana, ligada al duque de Württemberg quien contrajo nupcias con Henriette d'Orbe (1387-1444), heredera de la dinastía condal de Montbéliard, en el año de 1397. Dicha peculiaridad permitió que, años más tarde, el protestantismo fuera introducido sin mayor problema por Guillaume Farrel (1489-1565), protegido de Calvino (1509-1564) después de la revocación del edicto de Nantes por Louis XIV (1638-1715). Los ancestros de Cuvier fueron hugonotes, es decir, protestantes que escaparon de la persecución católica en Suiza, de donde ellos provenían y encontraron allí un refugio para vivir. El apellido Cuvier proviene de un pueblo del Jura, de donde es originario el linaje de la familia (Soloviev, 2010: 708; Casinos, 2009: 21).

Al nacer, se le asignó el nombre de Jean Léopold Nicolas Frédéric, aunque su madre prefería llamarle George, en memoria de un hijo anterior, malgrado durante su infancia. Además, le añadió el nombre de Dagobert en honor a su padrino, Christian-Frédéric Dagobert (1712-1783), conde de Waldner (Casinos, 2009: 24). Durante sus primeros años de vida, Cuvier manifestó una condición de salud delicada, pues se enfermaba constantemente, por lo que su madre no lo dejaba salir y se dedicó a su instrucción, permitiendo que se desarrollaran en gran medida sus capacidades intelectuales, emocionales y artísticas (Bourdier, 1981: 521).

La madre se encargó de su formación religiosa, le enseñó a leer a la edad de cuatro años haciéndole memorizar los salmos de David, los sonetos de Charles Drelincourt (1595-1669) y una serie de catecismos (Lee, 1833: 10), además de ser

enfática en el estudio de las artes, la historia y la literatura. No obstante, lo que más le fascinaba a Cuvier era el estudio de la naturaleza, interés que desarrolló a partir de la lectura de la obra de Georges Louis Leclerc conde de Buffon (1707-1788), *Historie Naturelle* (Soloviev, 2010: 709).

A los diez años ingresó a una escuela local, el *Gymnasium*, donde durante cuatro años aprovechó todas las oportunidades que se le proporcionaron. No tuvo dificultad en aprender el latín y el griego. Durante esa época, además, se dedicó a revisar un tema que, al igual que la Historia Natural, sería siempre el centro de su atención, la Historia de la Humanidad, realizando infatigables lecturas y memorizando listas grandes de soberanos, príncipes y hechos cronológicos. Aparte de la obra de Buffon, Cuvier examinó con fascinación los escritos de Gesner y los trabajos de Cicerón (106 a.C.-43 a.C.) y Virgilio (70 a.C.-19 a.C.) (Lee, 1833: 11-12).

Georges Cuvier provenía de un largo linaje de hombres que se dedicaron a la vida eclesiástica (a excepción de su padre, quien se laboró en la milicia durante cuarenta años) (Casinos, 2009: 25), por lo que sus padres, al terminar su estancia en el *Gymnasium*, decidieron que Georges se dedicara a ser un ministro luterano, así que que pensaron enviarlo a Tübingen a estudiar teología (Bourdier, 1981: 521) pero a insistencia de sus profesores y del duque Charles (familiar del rey de Württemberg), tras ver los trabajos de Cuvier quedaron convencidos de su talento y persuadieron a sus padres de enviarlo a la Academia Carolina (*Karlsschule*) en Stuttgart (Lee, 1833: 15).

Así, el 4 de mayo de 1784 Cuvier ingresa a la *Karlsschule* sin conocer el idioma alemán, aunque en nueve meses aprendió a hablarlo sin gran esfuerzo. Durante los cuatro años que duró su estancia se le impartieron diversas materias, entre las que destacan matemáticas, derecho, administración, tácticas militares y comercio. Al final, decidió especializarse en Ciencias Administrativas, Económicas y Jurídicas, pues en Alemania el estudio de esta materia incluía además la enseñanza de derecho, finanzas, política, tecnología y agricultura, ciencias naturales (Bourdier, 1981: 521; Lee, 1833: 16).

En el transcurso de sus estudios en *Karlsschule*, se inició en la filosofía con la obra de Immanuel Kant (1724-1804), *Kritik der reinen Vernunft*, lectura que marcó un impacto profundo en la mente de Cuvier (Soloviev, 2010: 709), también revisó las obras de Linnaeus (1707-1778), Reinhardt (1778-1845) y Fabricius (1745-1808) (Lee, 1833: 16). Al cumplir los veinte años, se inició en el estudio de la zoología invitado por Karl Friedrich Kielmeyer (1765-1844), quien le enseñó el arte de la disección y le introdujo en la anatomía comparada (Bourdier, 1981: 521).

En 1788 concluye sus estudios, mismo año en que por una recesión resultada de una economía turbulenta, la pensión de su padre se agotó (Bourdier, 1981: 522). Lo anterior aunado a la creciente hostilidad hacia la aristocracia por parte de las clases sociales más bajas, hizo que el duque Frederick (hermano del duque Charles y protector de Cuvier) se dirigiera a Alemania, forzándolo a Cuvier a conseguir un trabajo (Lee, 1833: 18). Cabe destacar que, aunque las personas egresadas de la Academia Carolina generalmente ocupaban puestos militares o administrativos, por mala suerte, Cuvier no pudo acceder a un cargo de funcionario, por lo que fue contratado por una familia aristócrata protestante, los d'Hericy, para ser el tutor del hijo del duque (Parés, 1983: 284-285). Aunque se le ofreció una oportunidad de trabajar en Rusia, Cuvier rechazó la invitación, pues el clima frío de este país era peligroso para su delicada salud (Langins, 2004: 297; Soloviev, 2010: 709).

La violencia contra la aristocracia llegó al grado en que los d'Hericy y Cuvier se mudaron a Caen. Un año después, al estallar la Revolución Francesa huyeron a Fiquanville, Normandía, para evitar los peligros de ésta. Así fue como Cuvier se mantuvo lejos de toda la tribulación revolucionaria (Bourdier, 1981: 522).

Al llegar, lejos de su familia y amigos, compensó su soledad con largos paseos por la costa, recolectando crustáceos, moluscos y otros invertebrados marinos (Soloviev, 2010: 710). Durante su estancia, sostuvo correspondencia con Christoph Heinrich Pfaff (1773-1852). En el epistolario plasma Cuvier gran parte de los pensamientos que como naturalista y político le hubieron de seguir toda la

vida (Outram, 1984: 31). A través de la correspondencia Cuvier-Pfaff se puede apreciar la crítica que ambos realizaron sobre los trabajos de Karl Friedrich Kielmeyer y los *Naturphilosophen*, juzgando que esta postura era meramente metafísica y, por lo tanto, no podía ser considerada como algo serio, ya que, en la visión de ambos jóvenes (marcada por el racionalismo de la Ilustración) la ciencia se construye sobre hechos empíricos (Kragh, 2003: 69-70).

Todas las noches, algunas personalidades asistían al castillo de Fiquanville para discutir temas agrícolas y políticos, de entre los que resaltó Henri Alexandre Tessier (1741-1837), un agrónomo y médico religioso del antiguo orden fundamentalmente dedicado a la agronomía, miembro destacado de la *Académie Royale des Sciences* y antiguo colaborador de la *Encyclopédie*, quien se ganó la furia del médico jacobino Jean Paul Marat (1743-1793), tras una discusión en la que Tessier dejó en ridículo a Marat y este, en consecuencia, mandó a decapitar al médico durante el Terror. Cuvier tranquilizó a Tessier con la promesa de quedarse en el castillo, y en gratitud, Tessier le facilitó el contacto, por medio de correspondencia, con la comunidad científica élite de París, donde se encontraban figuras como Laméthrie (1709-1751), Lacépedé (1756-1825) y Geoffroy Saint-Hillaire (1772-1844) (Lee, 1833: 22; Casinos, 2009: 46-47).

En 1795, por invitación de Saint-Hillaire, Cuvier se trasladó a París y un año más tarde fue nombrado miembro de la clase de Ciencias físicas del Instituto Francés. (Bourdier, 1981: 524).

En 1798, Claude Louis Berthollet (1748-1822), conocido de Cuvier y allegado a Napoleón (1769-1821), es encomendado para realizar exploraciones durante la campaña en Egipto, e invitó Cuvier a formar parte del grupo, empero rechazó la invitación aclarando que prefería trabajar desde su laboratorio (Lee, 1833: 25).

En el año de 1800 ocurrieron dos sucesos importantes para Cuvier, pues ese año falleció Buffon y Cuvier fue llamado para sustituirle en el Colegio de Francia. También es en ese mismo año conoció a Napoleón Bonaparte, con quien

simpatizó y le declaró presidente del Instituto de Francia (Lee, 1833: 27; Soloviev, 2010: 711).

La relación con Napoleón fue de gran importancia para Cuvier. El Barón consiguió el favor de Napoleón por sus habilidades políticas y administrativas. Adicionalmente, el conservadurismo político de Cuvier le pareció al emperador un síntoma de lealtad al Imperio Despótico y, por ende, le proporcionó una serie de cargos académicos económico-administrativos de los que Cuvier abusó para destruir la reputación de sus contrincantes intelectuales, como Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), quien a través de algunos escritos hizo severas críticas al imperio. La polémica con Cuvier surgió a raíz de que éste pidió a Napoleón agrandar el espacio de anatomía comparada pues, según él, gran parte de la escuela estaba destinada a las colecciones (en donde trabajaba Lamarck). Así, Lamarck se convirtió en un rival común entre Napoleón y Cuvier (Gershenowitz, 1980: 206; Naylor, 2005: 10).

En 1802 Cuvier fue nombrado por Napoleón como uno de los seis inspectores generales cuya tarea era conceder licencias a las universidades francesas, de entre las que destaca Niza, Marsella y Burdeos. A lo largo del transcurso de su estancia aprovechó la cercanía al mar para estudiar más invertebrados marinos (Lee, 1833: 28; Soloviev, 2010: 711).

En el año de 1804 contrajo nupcias con la Anne-Marie Coquet de Trayzaile (1764-1849), quien creó un halo de felicidad en la vida de Cuvier, dando como resultado de la unión cuatro hijos, de los cuales el primero murió a las pocas semanas de nacimiento, los demás empezaron a morir sucesivamente al pasar los años hasta que en 1813 feneció la última de su estirpe, Clementine Cuvier (1807-1827) mientras éste se hallaba en Roma con el fin de organizar otra universidad (Lee, 1833: 29, 32; Bourdier, 1981: 527; Soloviev, 2010: 711).

Napoleón nombró a Cuvier como consejero de la Universidad de la Sorbona en París en 1809 (Bourdier, 1981: 524). Durante el transcurso de ese año y parte de 1810 el emperador le designó la tarea de organizar las academias italianas anexas al imperio en las ciudades de Turín, Génova y Pisa, además de algunas regiones de Alemania y Países Bajos. En recompensa por su desempeño, Napoleón le otorgó en Hamburgo el título de *Chevalier* (Lee, 1833: 30-32; Soloviev, 2010: 712).

En 1812 Cuvier escribió dos de sus más grandes obras, *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupedes*, en donde expone el principio de correlación, principio a través del cual, a *grosso modo*, a partir de un hueso se podrían reconstruir organismos extintos (Soloviev, 2010: 711). Existe una anécdota en la que el principio de correlación salvó a Cuvier de una broma colegial: En cierta ocasión, un estudiante se vistió como el diablo, e intentó asustar a su maestro, gritándole a Cuvier que se lo iba a comer. El maestro recorrió con la mirada de arriba hacia abajo al alumno y le espetó: “*Llevas puestos cuernos y pezuñas, por lo tanto, eres un herbívoro y no me puedes comer*” y tras decir esto, se retiró a dormir a sus aposentos (Corona, 2015: 2). A la par de dicho escrito salió a la luz *Discours sur les révolutions de la Surface du globe*, obra en la que plasma otra de sus más brillantes ideas: el catastrofismo (Soloviev, 2010: 711). Con ella Cuvier develó un mundo prehistórico lleno de criaturas impresionantes nunca vistas. Estas contribuciones a la paleontología y la anatomía comparada impresionaron a figuras como Honoré de Balzac (1799-1850), quien en su *Comedia Humana* trata de aplicar los principios anatómicos cuverianos a la sociedad francesa. Asimismo, este autor, al igual que otros se declaró admirador de Cuvier en *La piel de zapa* (Taquet, 2006: 215-216).

A finales de 1813 Cuvier, por encomienda de Napoleón intentó de sus misiones más difíciles: agrupar a los simpatizantes del imperio que habitaban en las orillas del Rin para luchar contra las tropas invasoras pero la tarea fue frustrada por los enemigos en Nancy y le obligaron a regresar. Esta labor, a pesar

del fracaso le valió el honor de ser designado como Consejero de Estado en 1814 (Lee, 1833: 33).

Tras la caída del imperio, se reestableció la monarquía de los Borbones y Cuvier conservó aún los puestos administrativos, convirtiéndose en un devoto del rey (Bourdier, 1981: 524). Así, en el año de 1818 publicó *Le règne animal d'après son organisation*, obra en la que clasifica a los organismos distribuyéndolos en cuatro *embranchements*: a) Vertebrados, con esqueleto axial y cavidad medular; b) Moluscos, con un sistema nervioso compacto en masas separadas; c) Articulados, con un sistema nervioso constituido por cuerdas ventrales y respiración traqueal y d) Radiados, sin sistemas nervioso y circulatorio diferenciados (Soloviev, 2010: 711; Lee, 1833: 37; Outram, 1984: 38; Parès, 1983: 290).

En 1818 fue electo miembro de la Academia Francesa, en honor a su elocuencia demostrada en los *Eloges*, asimismo en ese año se le ofreció el cargo de Ministro Interior, aunque por consideraciones políticas rechazó el cargo (James, 1838: 14). Adicionalmente, viajó a Inglaterra con su familia para reunirse con el rey George IV (1762-1830). Más tarde regresó, pero ahora con fines científicos, visitó Oxford y recolectó objetos de su interés. Una vez concluidas sus labores, se reunió con su familia en el castillo de Windsor con Sir Willim Hershell (1738-1822) y su gran telescopio (Lee, 1833: 37, 39). Un año después, en 1819 Cuvier se apuntó como presidente del Comité Interior, perteneciente al Concilio de Estado, posteriormente, Louis XVIII como seña de estima personal, le asignó el título *Baron* y en repetidas ocasiones le convocó para ayudar en los consejos de su gabinete (James, 1838: 14, Lee, 1833: 41).

En 1822 trabajó como profesor de teología protestante con lo que se encargó de diferentes asuntos concernientes a diversas religiones, con excepción de la católica (James, 1838: 15).

Cuvier fue invitado a la coronación del rey Carlos X (1757-1836) en 1824, dos años más tarde, en 1826 se le otorgó el cargo de gran oficial de la Legión de Honor (Soloviev, 2010: 712).

No obstante, ese mismo año, la vida de Cuvier cambiaría para sumirse en una profunda depresión que le acompañaría hasta el día de su muerte, pues su hija única, Clementine Cuvier cayó en cama por una grave enfermedad, para después, en 1828, reestablecerse únicamente en apariencia, pues ese mismo año volvió a caer en cama. Dada la gravedad de la enfermedad, sus padres permitieron que se casara con quien ella quisiera, situación prohibida en la época, celebrando así, el 25 de agosto las nupcias. El 28 de septiembre Clementine falleció. Sus padres, abrumados por el dolor le colocaron el vestido de bodas el día de su funeral y la enterraron con la coronilla nupcial. Georges encontraría desde entonces su único consuelo encerrándose en su trabajo y aislándose del mundo. Un día, mientras se hallaba en el comité, la coraza de hierro en la que se había encerrado se quebró, pues cuando era su turno para hablar, lloró desconsoladamente. Todos en la sala guardaron silencio, pues conocían a Clementine y le tenían en estima. Al terminar, Georges Cuvier se disculpó diciendo: "*Perdónenme, una vez fui padre y hoy lo he perdido todo*". Para después secarse las lágrimas y seguir trabajando (James, 1838: 17-22; Lee, 1833: 43-44).

En 1828 apareció el primer número de una serie de veintiocho volúmenes sobre ictiología y recibió el cargo de jefe de la sociedad geográfica (Soloviev, 2010: 712; Lee, 1833: 45)

En 1830 abrió un curso en el Colegio de Francia sobre la historia y el progreso de la ciencia en todas las épocas. Quizás el suceso más llamativo de ese año para Cuvier fue el debate que sostuvo contra Saint-Hillaire a raíz de una publicación en donde este último consideraba a los pulpos como una forma ancestral de los vertebrados. Cuvier aprovechó todos sus títulos, fama y condecoraciones para aplastar a sus rivales intelectuales humillándolos, como

sucedió con Saint-Hillaire y Lamarck, por lo que se le conoció como el Legislador de la Ciencia (Lee, 1833: 45; Soloviev, 2010: 712; Parès, 1983: 290; Langins, 2004: 300-301).

Finalmente, falleció el 13 de mayo de 1832, luego de tres días de agonía a causa de mielitis. Sus últimas palabras fueron: “Caballeros, dado el estado de mi salud no podré continuar con este trabajo, es responsabilidad de ustedes terminarlo”. A su funeral asistió gente de todos los estratos sociales de Francia. Al morir, se encargaron de la autopsia el célebre anatomista Areópago y el médico francés Dupuytren y encontraron que su cerebro presentaba una configuración excepcional, ya que los lóbulos frontales eran más grandes y pesados de lo normal, con 1860 g. Georges Cuvier fue enterrado en el cementerio Père Lachaise al lado de sus hijos y familiares (Bourdier, 1981: 527; Soloviev, 2010: 712; Taquet, 2006: 217; James, 1838: 32; Lee, 1833:47).

La época en que vivió Georges Cuvier coincide con la aparición de la contemporaneidad, un tiempo lleno señalado por sus cambios profundos en los ámbitos social, cultural, político y científico a fines del siglo XVIII y durante el curso del siglo XIX. Uno de los cambios más notorios en la vida intelectual de esta época lo constituyeron las ciencias gracias a trabajos como los de Newton; de hecho, se calcula que durante el periodo de 1750-1789 se fundaron poco menos de 900 publicaciones científicas a diferencia del periodo de 1665-1699 cuando sólo se hicieron 32 artículos relacionados con el interés científico. Resalta particularmente el caso de los progresos realizados en las ciencias naturales que, gracias a naturalistas como Cuvier alcanzaron un estatus como el de la física o el de las matemáticas (Anderson, 1968: 162, 165; Alvear, 2005: 27; Dilthey, 1956: 174; Theunissen 1986: 544).

De igual manera, el contexto político en que vivió Cuvier fue caracterizado por la inestabilidad, pues durante su segunda década de vida presencié la Revolución Francesa, un hecho que cambió el curso de la historia por “abolir” el sistema político hegemónico hasta entonces, la monarquía, además de destruir los privilegios feudales para otorgar el poder a la incipiente clase burguesa (Connolly,

2014: 4, 48). La Revolución Francesa, que inició dramáticamente con la toma de la Bastilla (Connolly, 2014:18) tuvo tanta importancia para el pensamiento catastrofista de Cuvier que uno de sus trabajos más célebres, el “*Discurso*”, lleva en el mismo título la palabra “*revoluciones*”, asimismo en la misma obra, él refiere a las catástrofes como “*revoluciones*” y, en una especie de pequeña introducción a su trabajo menciona que el paisaje aparenta una estabilidad engañosa, pues conforme se excava en el registro fósil es apreciable que hubo eventos cuyas consecuencias son en la naturaleza, semejantes a las revoluciones sociales (Cuvier, 1830: 6-7).

Durante el periodo conocido como “El Gran Miedo” o bien, el “Terror” en las cercanías al año 1793 se multiplicaron las matanzas a causa de la guillotina y una fiebre de sangre recorría Francia a causa de la persecución de aquellas personas consideradas enemigas de la Revolución (Alvear, 2005: 54). Cuvier durante este periodo trabajó para los d’Hericy, quienes desde algunos años anteriores al “Terror” observaron la creciente hostilidad hacia la nobleza y se mudaron a Normandía (Bourdier, 1981: 522). Es también en estos años que Cuvier, aislado de la violencia del “Gran Miedo” enriquece sus conocimientos de anatomía comparada que en un futuro le serán de gran utilidad, ya que a través de estos estudios se formó una perspectiva más amplia de los organismos y, que en compañía del desarrollo de la idea kantiana del arquetipo y de la eternidad de Aristóteles, le llevaron a concebir su idea de los *embranchement*. Además en esta etapa Cuvier conoce a Henri Alexandre Tessier, un personaje crucial porque él será quien le introduzca en la élite científica de París, gracias a él adquirió cargos públicos en los que permaneció durante el Imperio Napoleónico y la restauración de la monarquía borbónica (Lee, 1833: 22, 25; Parés, 1983: 284-285).

Es común aquella percepción en la que Cuvier abusó de sus cargos públicos y sus múltiples títulos honorarios para opacar las teorías de sus rivales (Outram, 1984: 10), sin embargo, como se mostrará más adelante, los argumentos de Cuvier estaban más sustentados en la evidencia empírica racional que en la tropelía de sus cargos.

Capítulo Dos: El actual concepto de extinción.

Uno de los temas fundamentales en la actualidad es, sin duda, la conservación de la Biodiversidad. Éste es un tópico que adquirió relevancia en diferentes ámbitos de la vida cotidiana. Durante las últimas décadas, la pérdida de la biodiversidad se convirtió en un paradigma contemporáneo (Núñez *et al*, 2003: 387), haciendo de la extinción un tema de interés para la sociedad en general, esto le brinda al estudio de las extinciones un carácter interdisciplinario (Molina, 1994: 11).

La extinción en Biología se define como la desaparición de una especie o de un grupo taxonómico superior, como una familia, un orden, etc. (Baena *et al*, 2008: 64), como resultado de un proceso evolutivo. Las especies existentes hoy en día representan el equilibrio entre la aparición de nuevas especies y su eventual desaparición (Rodríguez & Shelden, 2009:4).

Se calcula que del total de organismos que han poblado la Tierra, alrededor de 99% se han extinto y el 1% lo constituyen las especies existentes en el presente (Sour, 1997: 216).

La única fuente que proporciona información sobre los procesos de extinción y especiación es el registro fósil. Se piensa que en la actualidad se ha descubierto cerca del 60% de las especies fósiles y con ellas, el 80% de los géneros fósiles y el 90% de las familias (Fernández, 2000: 267-270). En el registro paleontológico, la extinción es un proceso tan común que la literatura especializada hace estimaciones de tasas de extinción, calculando que la duración media de una especie es de diez millones de años (Raup, 1981: 25). El registro fósil, a pesar de ser incompleto, pone de manifiesto claramente que los linajes se extinguen al cambiar las condiciones del ambiente y no como consecuencia de un proceso de envejecimiento innato, ya que éstas ocurren independientemente de la edad de los taxones (Dobzhansky *et al*, 1980: 342).

El problema de la extinción no siempre estuvo en el horizonte filosófico y metafísico de Occidente (Crespo, 1995: 8); históricamente, la Paleontología nació

con el concepto de extinción de especies, fenómeno que hoy en día parece evidente, pero en el pasado era desconocido por la falta de datos y una interpretación literal de las escrituras bíblicas. A finales del siglo XVIII fue Georges Cuvier quien puso de manifiesto que una serie de revoluciones provocaron extinciones catastróficas a través del estudio de diversos fósiles (Molina, 1994: 12). La idea de extinción fue publicada por primera vez en la obra de Cuvier titulada *Memoire sur les espèces d'Elephants tant vivantes que fossiles* (1796). En ella Cuvier postuló tres ideas concretas: en primer lugar, el elefante africano y el asiático eran especies diferentes y no variedades de un mismo animal; segundo, los animales conocidos como mamut de Siberia y el *incognitum* (mastodonte) de Ohio consistían a su vez especies diferentes; y finalmente, descubrió que los mamuts y mastodontes son parientes desaparecidos de los elefantes modernos, es decir, son especies extintas (Arita, 2016: 43; Barysshnikov *et al*, 1999: 5).

Al comparar un ejemplar de elefante proveniente de Ceilán (hoy Sri Lanka) con otro proveniente del Cabo (Sudáfrica) era claro para el naturalista que los elefantes asiáticos y africanos no podían considerarse miembros de la misma especie. La diferencia más importante que observó Cuvier entre los dos elefantes fue la estructura de los dientes molares; los de los elefantes asiáticos presentan un patrón de desgaste de las cúspides que el naturalista describió como una serie de listones, mientras que los de los elefantes africanos muestran un patrón en forma de diamante. El joven naturalista también encontró que los dientes y las mandíbulas del mamut de Siberia eran sin duda diferentes a los de cualquier otra especie de elefantes, y que las mismas partes en el animal de Ohio eran todavía más diferentes (Arita, 2016: 43-44).

Debe destacarse que, aunque se atribuye a Cuvier la creación del concepto de extinción (Barberá, 2009: 32; Silván & Gil, 2001: 152), él no menciona dicha palabra en el "*Discurso*". Sin embargo, utiliza términos como "*aniquilación*", o bien "*pérdida de especies*" para referirse a la desaparición total de organismos pertenecientes a una especie sobre la faz de la Tierra.

Desde un punto de vista superficial, su idea de extinción no es diferente a la concebida en la actualidad, sin embargo, cuando se estudian los trabajos de Cuvier, es evidente que algunos aspectos difieren, ya que, por ejemplo, mientras que hoy se reconoce a la extinción como parte de un proceso evolutivo en el que tanto la génesis de especies como su desaparición se hallan en balance (Arita, 2016: 73; Rodríguez & Sheldon, 2009: 4), Cuvier niega la posibilidad de la transmutación de especies, idea que en sus tiempos ya existía. Contemporáneos suyos como Carl Friedrich Kielmeyer (quien fue profesor de la *Karlsschule*, que introdujo a Cuvier en los estudios de anatomía comparada y además le acercó a la visión de los *naturphilosophen*), formularon teorías como la recapitulación, en la que refirieron una correspondencia entre las etapas ontogénicas de un individuo y la serie de diferentes tipos orgánicos (Mayr, 1994: 223); teorías que a Cuvier le resultaron especulativas, ya que los transformistas partieron de principios metafísicos, que no poseían ninguna fundamentación empírica (Sánchez-Garnica, 2005: 152; Snelders, 1970: 195). Cuvier acudió al empirismo sustentado en el registro fósil, que jugó un papel definitivo en la concepción de sus ideas. En el registro fósil conocido hasta entonces, no existía evidencia de una progresión o cambio gradual (Cuvier, 1830: 121) como lo sugerían los transformistas. Lo anterior en conjunto con otros conceptos como los *embranchement*, el principio de correlación, algunos hechos de entre los que destacan la semejanza de las momias egipcias de ibis con organismos vivientes en la actualidad y una serie de razonamientos que se abordarán con más profundidad posteriormente, le llevaron a refutar la posibilidad de que los organismos pudiesen sufrir cambios en una escala temporal.

Para Cuvier, la extinción sucede gracias a cataclismos o revoluciones sucesivas y repentinas que afectan la superficie terrestre y, adicionalmente, asegura que el impacto de dichos fenómenos ocurrió con más intensidad en el pasado que en la actualidad. Las revoluciones se encuentran estrechamente relacionadas con el agua, debido a la acción de ríos, mares, tormenta o los hielos; aunque las más destacables en el “*Discurso*” son aquellas vinculadas con el ascenso y descenso en el nivel de los mares. Cuando ocurría una revolución

sobre un continente, esta desaparecía la fauna local. Posteriormente, la región era repoblada bien por algunos sobrevivientes al cataclismo, o bien por especies migrantes de otros lugares que no sufrieron consecuencias de dicha revolución (Cuvier, 1830: 15-17, 7-19, 28-29, 62-63, 133-135), por lo que puede decirse que, en la opinión de Cuvier, la extinción se restringe a un ámbito poblacional-distributivo influenciado por el medio ambiente (Galera, 2009: 130).

Actualmente no existe algo semejante a una Teoría de las Extinciones, sin embargo, se reconocen fundamentalmente dos tipos: las extinciones de fondo y las extinciones masivas (Maldonado, 2009: 284; Molina, 1995: 84).

Las extinciones de fondo fueron reconocidas por Darwin, quien concibió a la extinción y a la especiación como dos elementos esenciales del proceso evolutivo constante y gradual. Desde Darwin hasta la modernidad, se considera el papel fundamental de la selección natural, es decir, el ambiente se encarga de eliminar aquellos individuos menos adaptados para sobrevivir, bien sea como consecuencia de presiones como la competencia interespecífica e intraespecífica, la depredación, el parasitismo; o bien gracias a condiciones climáticas inestables. La selección natural opera únicamente sobre la variabilidad heredable, esto es, la que se encuentra codificada en los genes de los organismos, la cual depende esencialmente del azar (Colinvaux, 1882: 612; Savage, 2002: 85; Soberón, 2002: 21; Turk *et al*, 1981: 102).

Darwin dice que:

[...] La preservación de diferencias y variaciones individuales favorables y la destrucción de las perjudiciales es lo que yo he llamado selección natural o supervivencia del más apto [...] Por medio de la selección natural se forman nuevas especies, otras se volverán más y más raras y finalmente se extinguirán [...] Cuando muchos de los habitantes de cualquier zona se han modificado y mejorado, podemos comprender, según el principio de la competencia y las importantísimas relaciones de organismo con organismo en la lucha por la vida, que cualquier forma que no modificara o mejorara de algún modo estaría dispuesta a ser exterminada [...] Una vez que ha desaparecido una especie de la

faz de la tierra, no tenemos razones para creer que reaparezca nunca la misma forma [...] aun cuando se den exactamente las mismas condiciones orgánicas e inorgánicas, pues aun cuando la descendencia de una especie pudiera adaptarse para ocupar el lugar de otra especie en la economía de la naturaleza y así suplantarla, las dos formas, la vieja y la nueva, no serían idénticas, porque ambas habrían casi de seguro heredado caracteres de distintos progenitores [...] La vieja noción de que todos los habitantes de la tierra hubieran sido barridos por catástrofes en periodos sucesivos es muy generalmente abandonada [...] tenemos razones para creer, por el estudio de las formaciones terciarias, que las especies o grupos de especies desaparecen de manera gradual, uno tras otro, primero de un lugar y después de otro y, finalmente, del mundo [...] (Darwin, [1859] 1994, 55, 74, 243-244, 246)

En las extinciones de fondo, las especies se extinguen de manera constante y gradual por la interacción de éstas con el medio físico en constante cambio (Canudo, 2005: 185; Molina, 2006: 160; Linares, 1989: 237).

En un estudio que requirió años de recopilación exhaustiva de información, los paleontólogos J. John Sepkoski (1948-1999) y David M. Raup (1933-2015) reunieron todos los datos disponibles acerca de la extinción de los organismos marinos durante los últimos 600 millones de años. Los análisis estadísticos de estos datos mostraron que existe una tasa de extinción constante (llamada extinción de fondo), cuya magnitud es de 18-300 especies extinguidas cada millón de años (Curtis, 2006: 285). De manera similar, Jablonski (2002: 277) mediante el estudio del plancton encontró que durante los periodos de extinción de fondo existe un patrón evolutivo, es decir, la extinción de fondo atiente a una naturaleza de selección (Bascompte & Luque, 2012: 139; Sanz & Buscaloni, 1989: 306).

Por otra parte, las extinciones en masa ocurren cuando las condiciones se alteran de manera muy drástica o repentina ocasionados por sucesos geológicos o extraterrestres que recuerdan de algún modo las tesis catastrofistas (Kolbert, 2015: 25; Molina, 2006: 160; Pascual, 2011: 38), desapareciendo un alto número de grupos taxonómicos (Castellanos, 2006: 34). Las extinciones en masa

coinciden generalmente con los límites de los periodos o épocas geológicas (Prados, 2004: 12).

Se reconocen en el Fanerozoico cinco extinciones masivas, resultando de ellas la desaparición de la mayoría de la biota. Estas son conocidas como las Cinco Grandes (*Big Five*) y acontecieron en los límites de los periodos Ordovícico-Silúrico, Devónico-Pérmico, Pérmico-Triásico, Triásico-Jurásico y Cretácico-Terciario (Keller, 2005: 725). Algunos autores señalan que hoy en día la Tierra pasa por una sexta extinción masiva, conocida como la extinción del Holoceno (Whitty, 2007). Se piensa que, si la extinción de especies se detuviera en el siglo XXI, dos tercios de las especies habrían desaparecido por causa de la humanidad (Crisci, 2001: 256).

Se reconocen dos tipos de causas de extinción masiva, las endógenas y las exógenas a la Tierra (Canudo, 2005: 194).

- a) Causas endógenas: Son aquellos fenómenos terrestres que ocurren a escala global y se relacionan con las extinciones, por ejemplo, los cambios en el nivel del mar y el clima, o bien los episodios en donde se incrementa la actividad volcánica (Allam, 2002: 267).
- b) Causas exógenas: Las causas extraterrestres que son propuestas para explicar las extinciones masivas incluyen las variaciones en el calor solar, protuberancias solares masivas, influjo repentino de rayos cósmicos pertenecientes a una supernova cercana y colisiones con cometas y otros bólidos (Jablosnky, 2002: 277).

El estudio moderno de las extinciones en masa comenzó en la década de los cincuentas con una serie de trabajos centrados en los límites del Pérmico-Triásico (Fernández, 2010: 61).

La geología contemporánea descansa sobre el Actualismo (principio que se resume con el siguiente aforismo: “el presente es la clave del pasado”) que a su vez es derivado del uniformismo, propuesto por Charles Lyell en el siglo XIX, al asumir que los cambios pretéritos tenían un equivalente en la actualidad y se

habrían producido al mismo ritmo en que se aprecia en estos últimos. Dicha postura entró en debate con el Catastrofismo, modelo propuesto por Georges Cuvier, quien reconoció que a pesar de las similitudes entre los fenómenos del pasado y los actuales, los acontecimientos contundentes no tienen un símil actual (Barrena *et al*, 2010: 57). La hipótesis que resultó “victoriosa” de este debate fue el uniformismo de Charles Lyell, no obstante, tiempo después, algunos autores como Thomas Henry Huxley (1825-1895) consideraban necesario unir ambos enfoques, surgiendo lo que posteriormente el paleontólogo alemán Shindenwof, en 1962, llamó Neocatastrofismo (García, 2002: 99-101).

El Neocatastrofismo adquirió fuerza con los trabajos de Walter Álvarez (1940-), en 1980 (Molina, 1995: 85). Desde el descubrimiento del cráter de Chixulub en el área norte de Yucatán, México, existe la tendencia de algunos geólogos y paleontólogos como Álvarez de relacionar esta presencia con el impacto de un cuerpo meteórico (Köler, 2002: 1). De acuerdo con dicha perspectiva, hace 65 millones de años, a finales del Cretácico, ocurrió un cataclismo que alteró bruscamente la superficie del planeta, produciendo una de las mayores extinciones biológicas (Arz *et al*, 2000: 154). Se piensa que este impacto trajo como consecuencia una disminución en la temperatura global, semejante a un invierno nuclear originado por el polvo y otros gases invernadero, asimismo la presencia de material sulfurado ocasionó la caída de lluvia ácida (Jablosnky, 2002: 279).

El Equilibrio Puntuado:

La controversia por el Neocatastrofismo no se acotó sólo al ámbito geológico, sino que alcanzó el entorno biológico en 1972 gracias a un artículo publicado por Niels Eldredge y S.J. Gould que reavivó el debate evolutivo. Ambos autores junto con otros colaboradores postularon la Teoría del Equilibrio Puntuado (Marchisio *et al*, 2012: 72).

El equilibrio puntuado es una teoría sobre el proceso de especiación en el tiempo geológico. Como tal, trata del ritmo y del modo de la evolución. Por lo que respecta al modo, sostiene que los cambios evolutivos importantes se producen por especiación emergente, y no básicamente por la transformación total o gradual de un linaje (anagénesis clásica). En lo que respecta al ritmo, sostiene que la adecuada ordenación geológica de la especiación prueba que esas desviaciones fueron hechos geológicamente instantáneos y que, tras este rápido origen, la mayoría de las especies fluctúan sólo ligeramente en su morfología permaneciendo en estado estático durante varios millones de años. Dado que la expresión “*geológicamente instantáneo*” resulta imprecisa, Gould (1982: 122) sugirió que se defina como un periodo de hasta 100, 000 años para el origen de una especie con una duración subsiguiente de 10 millones de años.

En este sentido, las extinciones masivas son fundamentales porque éstas proporcionan nuevos nichos ecológicos a los que los organismos arriban rápidamente y toman ventaja de esa oportunidad diversificándose dentro de las limitaciones impuestas por su plan corporal básico (Eldredge, 2002 :227; García, 2002: 102; Leakey & Lewin, 1998 :24). Acorde al modelo de Gould y sus colaboradores, los equilibrios se refieren a la estabilidad morfológica de las especies fósiles durante millones de años, por otro lado, las puntuaciones se refieren a los eventos de especiación que son geológicamente instantáneos y no están directa y necesariamente acoplados a procesos adaptativos (Olea, 2009: 408).

Como conclusión del capítulo se podría decir que tanto para Cuvier como en la actualidad, la extinción es un proceso natural del que resulta la aniquilación de especies. Para Cuvier, la extinción no se halla relacionada con la evolución, o bien, con la transformación de especies en el tiempo pues él creía en la existencia de los *embranchement*, idea que se abordará más adelante. De los dos tipos de extinciones reconocidos hoy día, Cuvier desechó a las extinciones de fondo y consideró exclusivamente a las extinciones en masa fundamentando su opinión en el registro geológico hasta entonces conocido. De aquellas causas consideradas

actualmente capaces de ocasionar una extinción masiva, Cuvier tomó en cuenta al repentino ascenso-descenso de los mares como el único proceso capaz de afectar tanto a un continente que podría aniquilar a las especies habitantes en dicho lugar.

Resulta interesante la semejanza entre el catastrofismo de Cuvier con el equilibrio puntuado de Gould y Eldredge respecto a la importancia que juegan las extinciones masivas en sus respectivos modelos, no obstante, al parecer, Cuvier no pensó en que, en determinado momento, sin un proceso de génesis de especies, la Tierra luego de tantas revoluciones, se quedaría sin biota, ya que el mecanismo que él propuso para sustituir la flora y fauna de las zonas devastadas por las catástrofes fue la migración.

Capítulo Tres

Resultados: Análisis y Discusión

En los apartados que a continuación siguen se abordan distintos temas útiles para comprender el concepto de extinción en Cuvier. Primeramente, es importante analizar la crítica que Cuvier hace a las teorías de sus antecesores para distinguir la novedad que él descubre a través del estudio del registro fósil. En segundo lugar, se analiza la teoría del catastrofismo a fondo comparándola con su contraria, el uniformismo, con la finalidad de adentrarse más hondamente en la visión de la superficie terrestre de Cuvier y cómo los cambios terrestres influenciaron en la distribución de la biota. En tercer lugar, se estudia el concepto de especie en Cuvier, de cuya posición influenciada por Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) y por Kant en especial, surgen los *embranchement*, diseños inmutables en el tiempo y que sin embargo habitan en un sistema en perpetuo cambio. Todas las nociones que se tratarán provienen del “*Discurso*” excepto la última parte, que deriva del “*Ensayo*”, traducción al inglés de la obra de Cuvier a cargo de Robert Jameson (1774-1854), ello con la finalidad de ejemplificar las interpretaciones libres que se realizaron de la obra de Cuvier y que derivaron en una incompreensión de sus obras en la modernidad.

3.1 Crítica de Cuvier a las Teorías de la Tierra

El descubrimiento de los fósiles por el hombre es muy antiguo, ya que se han hallado collares de fósiles en ajuares pertenecientes a los hombres de Neanderthal con 80,000 años de antigüedad, sin embargo, su significado no fue interpretado correctamente sino hasta el siglo XVII (Borrego *et al*, 1996: 47).

La inducción geológica más antigua del hombre primitivo es la doctrina de las catástrofes terrestres. Esta creencia tiene sus raíces en la experiencia empírica del hombre primitivo, quien veía el efecto destructivo de ciertos acontecimientos como terremotos e inundaciones, y los registró en textos sagrados como los Vedas o la Biblia (King, 1877: 449).

De entre los primeros personajes que registran las inundaciones terrestres se encuentra Jenónafes de Colofón (580 a.C.-475 a.C.), quien argumentaba que las civilizaciones antiguas desaparecieron cuando el mar subió de nivel. De manera similar, Aristóteles, partidario de la eternidad del mundo, pensaba que la Tierra se desgastaba y reparaba todo en conjunto, originándose cambios en la superficie terrestre entre los espacios ocupados por el mar y los continentes (Pelayo, 1996 c: 22)

Durante los siglos XVII y XVIII, luego del triunfo del cristianismo en occidente, la mayoría de los naturalistas basaban sus hipótesis acerca de la historia de la Tierra en una lectura esencialmente literal del relato bíblico, en especial de la creación descrita en el Génesis y el Diluvio Universal, ejemplo de lo anterior puede hallarse en las obras de Tertuliano (160-220), Crisóstomo (347-407) y San Agustín (354-430), quienes pensaban que los fósiles eran restos de seres vivos que atribuyeron a los tiempos de Noé. Algunos siglos posteriores, con el movimiento de la Ilustración, los pensadores se liberaron de algunas ataduras filosóficas y religiosas para concebir a los seres humanos como entes autónomos, así la Ilustración separó al cristianismo de la historia (Kulikovsky, 2006: 210-211).

Es en este contexto ilustrado y revolucionario que Georges Cuvier expone su visión del mundo. Cuvier, a pesar de ser un creacionista, hizo aportaciones muy útiles a la ciencia. Elaboró meticulosas observaciones de la flora y fauna del registro fósil y llegó a la conclusión de que distaban mucho de la biota actual (Soler, 2009: 1-2).

La doctrina catastrofista de Cuvier es abordada con profundidad en la obra *Discours sur les révolutions de la Surface du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal* publicada en 1812, sin embargo, es en *Memoire sur les espèces d'Elephants tant vivantes que fossiles* (1796) donde aparece por primera vez.

Cuvier analiza primero algunas teorías postuladas por naturalistas y filósofos que le antecedieron, entre los que se encuentran Leibniz, Woodward, Scheuchzer y Buffon entre otros; separándolos en dos, los “*Sistemas Antiguos*” y los “*Últimos Sistemas*”.

Dentro de los “*Sistemas Antiguos*” Cuvier analiza las ideas de Burnet (1635-1715), Woodward (1665-1728), Scheuchzer (1672-1733), Whiston (1667-1752), Leibniz (1646-1716), de Maillet (1656-1738) y Buffon(1707-1788), reconociendo en ellos dos hechos en común:

“[...] Durante mucho tiempo, dos cambios han sido admitidos, la Creación y el Diluvio, con sus propias causas y acciones; y todas las labores de los geólogos han seguido la tendencia de explicar el presente mediante la imaginación del estado primitivo, modificado más tarde por el diluvio, y al cual cada una de estas especulaciones le asignaron sus propias causas, acciones y efectos [...]” (Cuvier, 1830:44-45, traducción directa del francés).

La primera teoría en estudiarse pertenece al pastor anglicano Thomas Burnet, en su obra *Telluris Theoria Sacra* (1681) considerada por algunos como la primera obra diluvista. Su idea básica era que la historia pasada y futura de la Tierra se podía describir como un ciclo compuesto por las diferentes fases por las que había pasado y debería pasar el globo terrestre: el Caos, el Paraíso, el Diluvio, el Estado Actual, la Conflagración por el fuego y el Milenio. En una de tales fases, la Tierra se había visto inundada por el Diluvio Universal, cuyas aguas al retirarse dejaron aparecer la superficie terrestre tal y como se encuentra en el presente.

Burnet partía de que, en la primera fase, la Tierra era una esfera compuesta por una mezcla de todos los elementos, que se fueron separando según su peso específico. Estos elementos líquidos formaron dos capas, una inferior de agua y otra superior de sustancias oleaginosas. Las partículas de polvo de la atmósfera se depositaron en la capa superior aceitosa, constituyéndose así la corteza superior, esférica y regular por encima del agua. Así era el estado de la Tierra antes del Diluvio. El calor solar y los vapores del agua subterránea agrietaron la

corteza superior que se hundió en la capa de agua. El diluvio tuvo lugar gracias a este hundimiento, pues al agrietarse y resquebrajarse la corteza terrestre, surgió violentamente del interior de la Tierra el agua del océano que inundó toda la superficie terrestre. Posteriormente, el agua volvió a su sitio, mientras que los restos de corteza superior, amontonados de forma regular, consolidaron los actuales accidentes geográficos (Pelayo, 1996 c: 29). Cuvier resume la visión de Burnet de la siguiente manera:

“[...] *La Tierra en un comienzo tenía una corteza homogénea y ligera, cubierta de un abismo de aguas, el cual estalló y dio origen al diluvio; de los restos de aquella explosión se formaron las montañas [...]*” (Cuvier, 1830: 45; traducción directa del francés).

De John Woodward, profesor del Gresham College Medical, Cuvier analiza *Essay towards the Natural History of the Earth* (1702). De acuerdo con el modelo propuesto por este naturalista, la corteza terrestre se componía de capas horizontales que accidentalmente se encontraban inclinadas en algunos puntos. La Tierra primitiva había sido enteramente disuelta por las aguas del Diluvio Universal, fenómeno descrito como un hundimiento en la corteza terrestre; y que posteriormente la materia que integraría la corteza se precipitó en el inmenso reservorio al interior de las aguas al que Woodward denominaba “*El gran abismo*”. Este abismo se comunicaba con los océanos a través de conductos interiores. El Diluvio, para Woodward, fue importante en la formación de rocas y montañas. Dicho fenómeno, que sucedió a nivel planetario, tuvo lugar porque Dios suspendió de manera temporal la gravedad, para que el mundo se desagregara. De esta forma, una vez cumplido su objetivo, Dios encendió de nuevo la gravedad, ocasionando que todo volviera a la normalidad, las rocas se acomodaron conforme a su densidad, originándose así las capas pétreas o estratos. Cabe destacar que el descubrimiento de nuevos ejemplares fósiles diferentes a la biota contemporánea no era un problema para Woodward, pues él estaba seguro de que todos los ejemplares hallados se encontrarían con vida en el fondo del mar

(Pelayo, 1996 c: 29; Virgili, 2016: 647; Montgomery, 2013:11). Cuvier resume la visión de Woodward de la siguiente manera:

“[...] *El diluvio ocasionó una momentánea suspensión en la cohesión de las minerales; toda la masa del globo se encontró disuelta en una pasta en la cual se incrustaron conchas [...]*” (Cuvier, 1830: 45; traducción directa del francés).

Una tercera teoría citada por Cuvier es la del naturalista alemán Johan Jacob Scheuchzer, de quien cabe destacar no cita la obra original, sino que examina una versión contenida en *la Mémoire d' la Académie* (1708). Scheuchzer es quizá uno de los autores más destacables del siglo XVIII. Expuso en su *Physica order Naturwissenschaft* (1701) que Dios quiso, tras el Diluvio Universal, que retornaran las aguas a los reservorios subterráneos, por lo que quebró y dislocó con todo su poder el lecho terrestre, dispuesto en inicio de forma horizontal y posteriormente lo levantó, originando así las montañas. Scheuchzer brindaba a Dios un papel activo en la creación, del cual eran testigos los fósiles hallados en la cima de las montañas. Años más tarde, en 1725 descubrió en Öhningen los restos de un “hombre abrumado por la inundación” y lo bautizó como *Homo diluvii testis* en un libro titulado *Physica Sacra* (1731). Posteriormente, en 1811, Cuvier identificó que los restos no pertenecen a un hombre, sino a una salamandra gigante y la nombró *Andrias scheuchzeri*. Hay que resaltar que Scheuchzer en un comienzo consideró a los fósiles como el producto de un jugo petrificante y cambió de perspectiva después de leer el “*Ensayo*” de John Woodward. De esta manera, Scheuchzer se dedicó a imprimir ensayos para demostrar que los fósiles eran restos de seres vivos testigos del Diluvio, popularizando de esta forma el Diluvismo (Pelayo, 1996 c: 33-34; Gaudant, 2008: 9, 12; Gaudant, 2009: 12). De Scheuchzer, Cuvier sintetiza que:

“[...] *Dios elevó agua por encima de las montañas, produciendo el diluvio; y removió el líquido después, exponiendo así los lugares donde había más rocas, porque de otra forma, la corteza no podría sostenerlas [...]*” (Cuvier, 1830: 45; traducción directa del francés).

William Whiston, otro autor del que Cuvier repasa *A New Theory of the Earth* (1708), fue sucesor de la cátedra de Isaac Newton en la Universidad de Cambridge. Postuló que en tiempos del Diluvio pasó cerca de la Tierra un cometa cuya cola contenía vapores rarificados, los cuales se condensaron y cayeron como lluvias abundantes durante cuarenta días. Al mismo tiempo, el impacto oblicuo o la atracción del cometa, desplazó el eje de los polos transformando la primitiva órbita circular en una órbita elíptica, ello provocó un aumento en la fuerza de las mareas, en particular las de aguas subterráneas del océano interior que emergió e inundó la superficie terrestre. El peso de las aguas ocasionó un hundimiento de la corteza terrestre en distintos puntos (Pelayo, 1996 c: 30). De Whiston, Cuvier resume:

“[...] *La Tierra había sido creada con la atmósfera de un cometa, y se inundó a través del roce con la cola de otro cometa; el calor que este suceso originó, excitó a toda la humanidad (y otros seres terrestres) a pecar, por lo tanto, todos fueron ahogados, excepto los peces, que tenían aparentemente pasiones menos rebeldes [...]*” (Cuvier, 1830: 46; traducción directa del francés).

Cuvier posteriormente revisó *Protogea* (1749) de Leibniz, obra que narra la historia de la Tierra desde su formación y transformación a través de los efectos del agua y el fuego, visto a través de su acción sobre los minerales (Elden, 2013: 83) y que Cuvier sintetiza a la perfección de la siguiente manera:

“[...] *El gran Leibniz se ocupó, como Descartes, en hacer de la Tierra un sol apagado, un globo vitrificado, cuyos vapores cayeron al tiempo de su extinción, originando así los mares, de los cuales posteriormente emergieron formaciones calcáreas [...]*” (Cuvier, 1830: 46; traducción directa del francés).

Para Leibniz, los fósiles eran registros históricos, es decir, obligaban a repensar la narrativa bíblica señalando la inmensidad del tiempo. No obstante, cometió errores en la reconstrucción de los ejemplares, el caso más célebre su reconstrucción de un unicornio, sin embargo, no debe opacarse el hecho de que se trata de los primeros intentos de re ensamblar vertebrados (Elden, 2013: 84).

La penúltima teoría de los “*Antiguos Sistemas*” es pertenece al político y diplomático Benoit de Maillet, que es quizá una la más interesante de esta categoría por tratarse de la primera hipótesis evolucionista en intentar explicar el origen del hombre, expuesta en *Telliamed* (1748), cuyo título es un anagrama de su apellido. Cabe destacar que esta obra se publicó *post mortem* debido a que la idea central resultaba escandalosamente herética. Para De Maillet, la Tierra estuvo cubierta de agua en su totalidad, y, por ende, todos los animales hoy terrestres tenían un origen marino, lo anterior, De Maillet lo consigue atendiendo al concepto de *Scala Naturae* propuesto por Aristóteles ya que, a través de sus observaciones del registro fósil y los organismos marinos, concluyó que existen cambios progresivos, siguiendo un ritmo donde los animales iban de niveles inferiores a niveles superiores. De Maillet recorrió Medio Oriente, atravesando el Mediterráneo como cónsul francés; de sus observaciones de campo concluyó que las rocas de la región resultaron de la disminución gradual de un océano primitivo, derivando de esta decantación los restos de sedimento marino y conchas en la parte alta de las montañas. El océano de 500 m.a. se filtró por grietas y fisuras. Esto estaba fuera de límites para el tiempo permitido por la cronología bíblica, por lo que no dejó ningún papel geológico para el Diluvio de Noé. También, como se mencionó anteriormente, afirmó que la humanidad tuvo su génesis en el agua, haciendo así de las sirenas un estadio anterior del hombre (Pelayo, 1996 c: 48; Claramonte, 2011: 94-95; Montgomery, 2013: 12). Cuvier resume de la siguiente manera:

“[...] *De Maillet cubrió todo el globo con agua por milenios la cual después se retiró; todos los animales terrestres fueron en principio marinos; incluso el hombre mismo fue un pez; y este autor asegura a sus lectores que no sería poco común encontrar en los océanos seres mitad pez, mitad hombre, pero algún día ellos (las sirenas) se convertirán en seres humanos completos [...]*” (Cuvier, 1830: 47; traducción directa del francés).

Los últimos trabajos incluidos en el apartado “*Los Sistemas Antiguos*” son *Théorie de la Terre* (1749) y *Epoques de la Nature* (1775) pertenecientes a Georges Louis Leclerc, conde de Buffon.

De manera general, Buffon divide la historia de la Tierra en siete épocas que a continuación se resumirán de manera breve. Para la primera, argumentó que el planeta Tierra se originó cuando un cometa golpeó un fragmento del sol. Después de que se enfriara una porción, ésta paso a constituir el satélite natural, asimismo, el enfriamiento de la esfera terrestre completa permitió la formación de un océano universal, que luego retrocedió para exponer los continentes.

Para la segunda época, el interior rocoso de la Tierra se consolidó y liberó sustancias volátiles para crear la atmósfera. El agua que cubría los continentes empezó a descender, dejando a su paso mármol estratificado junto con rocas, carbón y fósiles marinos. Los volcanes se volvieron activos durante la tercera época; y en la cuarta, los elefantes y otros animales tropicales habitaban en Siberia. Para la quinta época las regiones del norte adquirieron su clima septentrional. Después, en la sexta época, los continentes modernos se separaron unos de otros y la tierra cedió para formar las cuencas oceánicas. Finalmente, la llegada de la humanidad marcó el inicio de la séptima época, hace 6500 años.

Al hacer pública su teoría de las épocas, Buffon recibió una carta de la Facultad de Teología de la Sorbona en la que catalogaron sus ideas como heréticas, pues la atención al Diluvio de Noé era nula, por lo que lo amenazaron, o bien continuaba con sus ideas o bien perdía sus privilegios. Así que las adaptó, de tal modo que cada época coincidía con un día del Génesis cada una con diez mil años de duración. Ante este cambio la iglesia no tuvo más respuesta que guardar silencio (Montgomery, 2013: 14). Para Buffon, el agente principal de los cambios terráqueos lo constituyó el océano con movimientos de traslación cíclicos, así supuso que los océanos actuaron sobre toda la superficie terrestre. A través de los movimientos del agua, se arrancaron materiales de los continentes y se depositaron en otro lugar, ésta fue la principal forma de modelado. La fuerza de atracción del sol y de la luna fue la causante de que los océanos sumerjan y

emerjan los continentes. Al emerger la porción continental, el material humedecido se secó y endureció, acabando así de completar los fenómenos de modelado. En la concepción de Buffon, estos cambios sucedieron de manera lenta y gradual, por lo que declara que su cronología consistente de 74,832 años es insuficiente para explicar los cambios (Alsina, 2009: 13). Para Buffon, los seres del Nuevo Mundo eran inferiores respecto al Viejo Mundo, pues en América el agua estaba estancada, el suelo era improductivo y los animales eran de menor tamaño y menos vigorosos, pues se trataban de variaciones decadentes de Europa que llegaron a América a través de un puente transcontinental que conectaba el Viejo Mundo con el Nuevo. De esta manera Buffon se constituye como uno de los primeros transformistas (Bryson, 2003: 77; Espinosa *et al*, 2002: 8), aunque su perspectiva de las variaciones es refutada por Cuvier, sin embargo, este tópico se tratará posteriormente.

Al respecto, Georges Cuvier resume:

“[...] El sistema de Buffon es sólo un desarrollo de la proposición de Leibniz, con la única adición de que un cometa impacta al sol violentamente, liberando masa licuada que constituirá más tarde a la Tierra y otros planetas; de donde resultan sus datos positivos pues podemos calcular cuánto tiempo ha transcurrido desde que se enfrió [...]” (Cuvier, 1830: 47-48; traducción directa del francés).

En la sección dedicada a los “*Últimos Sistemas*”, Cuvier establece su posición fijista y brinda una introducción en donde advierte que: *“[...] En nuestros tiempos la imaginación es ejercida con más libertad que antes en esta materia (Geología)[...]”* (Cuvier, 1830: 48). En un solo párrafo adjunta *La Physique* (1801) de Johan Chrisian Rodig, y la teoría de Lamarck, argumentando que se trata de versiones distintas de la misma teoría expuesta en *Telliamed*:

“[...] Algunos escritores han reproducido y extendido las ideas de De Maillet; ellos dicen, primero, que toda cosa se hallaba en estado de licuefacción; luego ese líquido engendró animales simples, como las mónadas y otras especies microscópicas de infusorios, que, progresaron en el tiempo y asumieron diferentes hábitos, hasta llegar a los animales superiores. Estos animales convirtieron el

agua del océano en material calcáreo de manera gradual; mientras que los vegetales convertían el agua en barro; pero estas dos tierras al principio estaban desprovistas de las características que la vida necesita [...] Todas las porciones sólidas de la Tierra desde su comienzo se deben a la vida, y sin ella, todo el globo sería totalmente líquido [...] (Cuvier, 1830: 49; traducción directa del francés).

Cuvier hace de forma similar una observación de los artículos de Eugène Louis Melchior Patrin (1742-1815), quien en *Le Nouveau Dictionnaire d'Histoire Naturelle* (1803) expone una “versión parecida” a la del astrónomo Johannes Kepler (1571-1630):

“[...] Como este gran astrónomo, (Patrin) asigna vitalidad al globo; él decía que los fluidos circulaban de manera similar al cuerpo de los animales; cada uno de los componentes terrestres tiene vida; los átomos elementales tienen instinto y voluntad, con lo cual atraen y repelen por simpatía y antipatía; todos los minerales forman la carne y sangre. Las montañas son el órgano de respiración del globo, y los esquistos los órganos de secreción; el agua de mar se descompone para engendrar las erupciones volcánicas; las minas son las caries, los abscesos del reino mineral; y los metales un producto de la putrefacción y enfermedades [...] (Cuvier, 1830: 49-50; traducción directa del francés).

Cuvier incluye otro apartado que lleva el título de “Oposición a todos estos sistemas”, donde expone las ideas de sus contemporáneos, entre los que destacan Delamétherie (1709-1751), Hutton (1726-1797), Lamanon (1752-1787) y Dolomieu (1750-1801).

Cuvier resume a Delamétherie como sigue:

“[...] Todo se fue precipitando sucesivamente por cristalización; luego se fue depositando como lo es ahora y el mar se retiró gradualmente [...] (Cuvier, 1830: 52; traducción directa del francés).

Se debe mencionar que Jean Claude Delamétherie no sólo se aventuró dentro del campo de las ciencias de la Tierra, sino que estudió el origen de las especies, argumentando que éstas tenían su génesis por procesos de

cristalización. Estas especies primigenias, además de variar, degeneraban o bien podrían dar híbridos (Caponi, 2014 b: 7).

De Robert Paul de Lamanon, quien fue de los pioneros en realizar observaciones sobre el magnetismo terrestre a bordo del buque “La Bassole” (Courtilot, 2007: 13), Cuvier sintetiza:

“[...] (Lamanon) Supone que el líquido se dividía en multitud de lagos, uno encima de otro como un anfiteatro, y después se fueron depositando en capas, algunas de las cuales poseían conchas, y sucesivamente, éstas se fueron rompiendo y mezclando, dando origen al océano [...]” (Cuvier, 1830: 52; traducción directa del francés).

Todos estos autores para Cuvier cometen un error, pues:

“[...] Todos los autores de estos sistemas han considerado solamente ciertas dificultades a las que han dedicado mayor esfuerzo que a otras, las han resuelto de una manera más o menos plausible, y han hecho a un lado otras cuestiones importantes. Unos, solamente contemplaron la dificultad del cambio en el nivel del mar; otros la disolución de los materiales terrestres en un mismo líquido; [...] Ellos usaron su imaginación exhaustivamente sobre esto puntos; [...] Asimismo, desecharon otros fenómenos, ellos no siempre pensaron en determinar con precisión las medidas y los límites de lo que trataron explicar. Esto es evidente en referencia a las formaciones secundarias, las cuales conforman la parte más importante y difícil del problema. Por mucho tiempo, los naturalistas se emplearon muy poco en la determinación de los superestratos y la relación que éstos presentan con los restos de animales y plantas que los constituyen ¿Existen animales y peculiares que se encuentran en un estrato particular, y no en otro? ¿Cuáles son las especies que aparecen en unos estratos y en otros no? ¿Pueden dos especies ser encontradas juntas? ¿Hay variaciones que se repiten, o éstas

desaparecen? ¿Todos estos restos, vivían en donde fueron encontrados o fueron transportados de otro lugar? [...] Yo puedo asignar como causa a esta peculiar negligencia, que los geólogos nunca han examinado a los naturalistas de cerca, y se han dedicado a examinar superficialmente la estructura de las montañas; los mineralogistas han estudiado con insuficiente detalle las variedades de animales, y la infinita complicación de cada una de las partes que los componen. Los primeros han enmarcado los sistemas; los últimos han hecho observaciones admirables, de hecho, han establecido los fundamentos de la ciencia, pero eran inadecuados en la tarea de analizar la superestructura [...]” (Cuvier, 1830: 54-57; traducción directa del francés).

Así, Cuvier se destaca como uno de los primeros naturalistas en visualizar la importancia que tienen la evidencia paleontológica para la reconstrucción de la historia de la vida sobre la Tierra.

A finales del siglo XVIII, los descubrimientos de osamentas fósiles se volvieron más frecuentes (Matijasic, 1987: 414) y, en conjunto con el reconocimiento de que no todos los restos pertenecen a la misma antigüedad (Fernández, 1987: 185) hicieron que la explicación del origen inorgánico de los fósiles fuera desechada, aunque la teoría de la inundación bíblica persistió hasta finales del siglo XIX (Koutsoukos, 2005 a: 7), siglo en que fue escrito el “*Discurso*”. Cuvier fue uno de los científicos continentales que más se acercó al empirismo británico de forma radical (Casinos, 2009: 92), por lo que las evidencias para sus teorías eran de suma importancia. Para ello, empleó los conocimientos adquiridos a través del estudio de anatomía comparada entre animales extintos y vivientes, los cuales, daban muchas pautas para la hipótesis de la existencia de una transición entre peces, anfibios y reptiles y Cuvier utilizó como marco teórico para interpretar esta transición su famosa teoría catastrofista (Daros, 2003: 13).

3.2 La visión catastrofista de Cuvier

Los términos catastrofismo y uniformismo fueron ideados por William Whewell para referirse a tales doctrinas geológicas que resultan contradictorias entre sí; Whewell apoyó al catastrofismo en Inglaterra en una discusión que marcó el nacimiento de la paleontología (Alineli, 2004: 27; Cannon, 1960: 38; Pérez, 2003: 132). El catastrofismo, puede definirse como aquella corriente del pensamiento que pretende explicar los fenómenos geológicos como consecuencia de grandes cataclismos ocurridos en el pasado de la Tierra; considera que los procesos ocurridos en la actualidad son manifestaciones insuficientes para explicar las grandes estructuras geológicas (Pedrinanci, 1992: 216). El uniformismo, por otra parte, puede definirse como la doctrina en la que todos los fenómenos geológicos pueden ser explicados como resultado de procesos observables que operan de manera gradual. En otras palabras, postula que los procesos actuales son suficientes para dar cuenta de los cambios geológicos del pasado. Cada uno de estos conceptos presenta una visión opuesta a pesar de interpretar los mismos datos (Telfair, 1968: 129, 131).

El uniformismo fue aceptado por la comunidad científica tras un arduo debate después que fuera publicada *Principles of Geology* (1830-1833) del británico Charles Lyell (1797-1875). En ella, Lyell ensalza el método de Newton (1642-1727) de las “causas verdaderas” o la *verae causae*, para referirse a un gradualismo direccional “quasi-estático”, fusionando el método con la narrativa histórica. En poco tiempo, el concepto se convirtió en un pilar de la nueva geología hasta nuestros días. Uno de los efectos de la geología uniformista de Lyell fue destruir la coincidencia entre el registro bíblico y los orígenes de la Tierra, destacando el Diluvio Universal (Reed, 2011: 203).

La versión más temprana del uniformismo pertenece al geólogo escocés James Hutton, cuya síntesis se puede resumir con el siguiente aforismo: “*el presente es la clave del pasado*”. Hutton indicaba que los procesos geológicos observados en la actualidad son los mismos que actuaron en el pasado y continuarían sucediendo en el futuro (Ferrusquía, 2013: 9). Cuvier sintetiza la visión de Hutton de la siguiente manera:

“[...] Para otros (Hutton) el material que conforma las montañas es incesantemente arrastrado por los ríos hasta la profundidad de los océanos, donde es calentado y sometido a enorme presión. El material se dispone en capas que el calor endurece y eleva con violencia [...]” (Cuvier, 1830: 52; traducción directa del francés).

Es necesario aclarar que pese a la brevedad con que Cuvier aborda la teoría huttoniana, la mitad del “*Discurso*” versa sobre una refutación al uniformismo. En los siguientes párrafos se mostrará someramente el uniformismo de James Hutton.

James Hutton negó la existencia de fuerzas catastróficas e invocó la acción de los procesos existentes como razón suficiente, estos procesos actuarían en escalas de tiempo largas para dar forma a la superficie del planeta (Baker, 1998: 173).

Theory of the Earth or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution and restoration of land upon the Globe(1788-1795) es la obra en donde Hutton afirma la existencia de leyes y procesos en la Tierra que son constantes (Hsü, 1990: 311). La “*Teoría*” se divide en cuatro partes. En la primera, esboza las ideas que abordará en los tres restantes. En su perspectiva inicial,

Hutton hace explícitos los principios fundamentales de su hipótesis (García, 2003: 127-128):

- a) El funcionamiento de la Tierra es controlado por principios químicos y mecánicos en una serie de procesos naturales, que dependen exclusivamente de causas que actuaron por igual tanto en el pasado como en el presente;
- b) La Tierra es más que una máquina, es un complejo en donde interactúan diversos sistemas y algunos de estos ocupan el papel de destructores y otros de reparadores, por lo que es posible comparar al planeta con un cuerpo organizado;
- c) Existe un mecanismo cíclico de decadencia-restauración de la tierra firme; en el que el fuego del interior del planeta juega un papel fundamental, tanto en la consolidación de los estratos del fondo del mar, como en la fuerza que provoca el levantamiento de las nuevas masas continentales.

La teoría de Hutton es considerada como una de las piedras angulares de la visión moderna y racionalista del mundo. Es única debido al énfasis que hace en el calor como agente geológico. El calor fungió como el mecanismo básico para la fusión de escombros sueltos y elevar continentes. Hutton concibió una especie de calor distinto al fuego, por lo que su teoría pareció fantasía a muchos de sus contemporáneos (Gersner, 1968: 26-27). Por la importancia que Hutton y sus seguidores atribuían al calor subterráneo, tomaron el epíteto de plutonistas. La génesis del calor en el interior de la Tierra, liberado periódicamente gracias al vulcanismo, constituyó la causa del levantamiento de las tierras y se provocaba una mayor erosión para nivelarlas. Los sedimentos restantes se depositaban en el fondo del mar y posteriormente se consolidaban. El poder expansivo del calor llevaría finalmente al levantamiento del fondo oceánico, tal como lo indicaba la presencia de fósiles marinos en las tierras emergidas que a su vez fueron degradadas y así sucesivamente, en una serie de ciclos durante un tiempo indefinido (Hallam, 2008: 254, 256). Hubo dos claves en las observaciones de

Hutton, la primera de ellas fue reconocer al granito como roca ígnea, la cual representa la fuerza restauradora de edificación y es junto con los pórfidos testigo de la importancia del calor (Gould, 1987: 24; Hallam, 2008: 256); y la segunda fue la adecuada interpretación de los relieves geográficos como límites entre los ciclos de edificación y erosión (Gould, 1987: 24).

En la segunda parte de la *Teoría*, Hutton describe las causas naturales que explican la consolidación de los estratos del globo, estableciendo comparaciones entre los procesos de solidificación por la acción del agua y aquellos en los que interviene el fuego. En esta parte, Hutton aporta numerosas pruebas estratigráficas, petrológicas y mineralógicas en defensa de su idea plutonista sobre la intervención del calor subterráneo. En la tercera parte, Hutton examina los procesos que construyen la tierra firme. La *Teoría* finaliza con la cuarta parte, donde examina el sistema de decadencia-renovación de la tierra firme (García, 2003: 128-129).

Algunos autores indican que Hutton rompe con la hegemonía bíblica y las limitaciones de la cronología mosaica, lo cual imposibilitaba hasta entonces el entendimiento de la historia de la Tierra (Dodick & Orion, 2003: 202; Gould, 1987: 23-24; Palmer, 2003: 19), asimismo, brindan una imagen a Hutton mostrándolo como un empirista, aunque es necesario aclarar que sus razonamientos fueron consecuencia de un desarrollo deísta. Para Hutton, la Tierra fue creada con un ciclo eterno para mantener la vida del hombre sobre ella. Hutton desarrolló sus ideas sobre el tiempo a partir de la necesidad de un mundo eterno, hecho para la siempre existente raza humana (Manrique-Bonilla, 2009: 61; Reed, 2008: 123-124). Hutton argumentaba que la religión y la actividad científica no debían confrontarse (Dean, 1992: 20). Ciertos historiadores de la ciencia indican que el error de Hutton consistió en la prosa empleada, pues ésta resulta complicada, aún para los científicos de la actualidad, por lo que no convenció a la comunidad científica de su tiempo (Prothero, 2011: 6).

La armónica relación entre ciencia y teología que Hutton propone raya en la especulación que Cuvier criticó de los autores anteriores. Es común la perspectiva de visualizar a Cuvier como un naturalista ansioso por apoyar a la *Biblia* con respecto al tema de los fósiles (Rehbock, 2012: 410), lo cual podría compararlo con Hutton, pero no es así, Cuvier a diferencia de Hutton no alude a causas sobrenaturales o fuerzas teológicas para explicar los procesos que alteran la superficie de la Tierra.

Cuvier observa que la superficie de la Tierra presenta estabilidad en su estado natural y ésta puede romperse en caso de acontecimientos sociales:

“[...] Cuando los viajeros cruzan sobre los valles fértiles, donde las aguas son siempre tranquilas, la vegetación es abundante y el suelo sustenta mucha gente contenida en extensas poblaciones, con vastas ciudades y monumentos, nunca se ven señales de disturbios, a menos que haya sucedido una guerra, opresión o despotismo [...]” (Cuvier, 1830: 6-7; traducción directa del francés)

Sin embargo, en ese mismo apartado comenta que la armonía sólo es aparente, pues:

“[...] Esta opinión cambia cuando se excava en el suelo, aparentemente pacífico, o bien, cuando se ascienden colinas que unen las llanuras; entonces, la perspectiva es diferente, pues se comprende la magnitud y la extensión de acontecimientos ocurridos en eras pasadas tan pronto como se asciende más por las elevadas cadenas de las cuales las colinas forman la base; o bien, siguiendo los estratos que descienden de estas cadenas a través de torrentes, que penetran en su interior [...]” (Cuvier, 1830: 7; traducción directa del francés).

La columna estratigráfica se caracteriza por las discontinuidades, tanto en el registro fósil como en el litológico. Dicha heterogeneidad fue el soporte empírico de los catastrofistas (Newell, 1967: 63). La variación en el contenido de los estratos es un aspecto que Cuvier utiliza para explicar que el aspecto de la Tierra no siempre ha sido el mismo, es decir, experimentó cambios, que fueron sucesivos y repentinos:

“[...] Los estratos terrestres, desde el más bajo hasta el más alto, solamente muestran capas horizontales de materia variada, que a su vez contiene innumerables productos marinos. Estratos y productos similares conforman colinas de alturas considerables. En los estratos, a veces las conchas son tan numerosas que prácticamente forman el piso entero, éstas son encontradas a alturas muy por encima del nivel del mar, donde actualmente no hay océanos [...] En cada parte del mundo, en ambos hemisferios y en todos los continentes e islas de toda extensión ocurre éste fenómeno [...] el fondo marino experimentó un cambio que lo dejó en su situación actual [...] Han ocurrido variaciones sucesivas, la primera de ellas fue más general y las otras acontecieron en menor extensión, pues los estratos más antiguos son en gran medida los más amplios y uniformes, mientras que los estratos más recientes son más limitados y subjetivos a corta distancia [...] Sucedió diversos cambios en la naturaleza animal por alteraciones en el líquido (agua) en que ellos vivían o con el que tenían relación [...] es decir, el océano se retiró de los continentes [...] Se sabe que el océano se retiró de los continentes por que en los estratos más bajos se encuentran restos de animales y plantas marinos, mientras que en los estratos más recientes se encuentran animales terrestres [...] Esto es de gran importancia para entender que las repetidas inundaciones y retiros del mar no sucedieron de manera gradual ni uniforme, sino que al contrario, ocurrieron repentinamente y ello es fácil de demostrar por el último de estos eventos, el cual acaeció gracias a la acción conjunta de inundaciones y sequías en el continente europeo, o al menos, en una gran porción del suelo el cual lo compone [...] En esas partes hay carcasas de

grandes cuadrúpedos congelados en el hielo que preservaron su pelaje intacto. Si no se hubieran congelado repentinamente, la putrefacción los tendría que destruir. Y, además, si el hielo fuese perpetuo, estas especies no podrían existir a esas temperaturas [...] Este evento (el congelamiento) fue repentino, momentáneo y sin gradualidad, ello es visible en la última catástrofe y aplica también para las precedentes [...]" (Cuvier, 1830: 7-19; traducción directa del francés).

Los grandes cuadrúpedos a los que Cuvier hace referencia son unos ejemplares de mamut, descubiertos en Siberia en los tiempos del naturalista (Mc Birney *et al*, 2009: 89). Cuvier adquirió fama gracias a su interpretación de los elefántidos fósiles, pues él identificó que las osamentas halladas en París, Siberia y Ohio pertenecían a mamuts y mastodontes, animales similares a los elefantes. Al no hallar ejemplares vivos, Cuvier infirió que esas especies se extinguieron en una catástrofe repentina (Brooke, 1991: 220; Bureck, 2002: 193; Rudwick, 2005: 290).

Cuvier argumentaba que la presencia de restos de proboscídeos tanto en Siberia como en París, o bien, al otro lado del Atlántico en Ohio, era signo de que estos seres habitaron en latitudes más elevadas. Con ello demostró que los datos paleontológicos son una guía válida para la reconstrucción de climas pasados en la superficie terrestre. De acuerdo con su modelo, el hielo glacial avanzó cruzando continentes que hasta entonces habían sido templados. Posteriormente, movimientos muy violentos agitaron y conmovieron la costra de la faz de la Tierra. Incluso, según Cuvier, la historia del planeta marcaba una tendencia a formar climas cada vez más fríos (Cabezas, 2002: 72, 84; Wilford, 1985: 35-36).

Cuvier niega la propuesta de Hutton no sólo al proclamar la espontaneidad de los fenómenos terrestres, sino también en el elemento causante de los cambios. Dicho de otro modo, mientras que para Hutton el calor juega un papel

más activo en los procesos de modelado terrestre, para Cuvier es el agua. De hecho, puede afirmarse que Cuvier fue un neptunista, pues:

“El granito es un elemento abundante en las cumbres de las cadenas montañosas, es la más antigua de todas las rocas y es parte del líquido universal que contenía todos cuerpos en solución hasta que repentinamente se enfrió [...]” (Cuvier, 1830: 22; traducción directa del francés).

Y no sólo es la aceptación del origen sedimentario del granito la que convierte a Cuvier un neptunista, sino que, además, debe sumarse su reconocimiento y admiración hacia Abraham Glottlob Werner:

“[...] (La investigación de) La porción mineral de la Tierra [...] llegó a maravillosos resultados por Werner y sus numerosos, y talentosos, estudiantes. Ellos han estudiado la geología a fondo [...]” (Cuvier, 1830: 58; traducción directa del francés).

En *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten* (1787), Werner teorizaba que los estratos de la Tierra eran el resultado de la precipitación química de las sales del océano, las que mecánicamente se irían acumulando. La disminución del océano primordial ocurrió de manera catastrófica e intermitente (Baker, 1998: 173; Hallam, 2008: 246; Mortenson, 2004: 75). A pesar de la simpatía de Cuvier por teoría de Werner, Cuvier encuentra un error considerable:

“[...] Ellos no examinan la naturaleza animal ni vegetal. Ni han determinado las especies fosilizadas en cada estrato [...]” (Cuvier, 1830: 58; traducción directa del francés).

Para Cuvier existen cuatro factores que modifican la apariencia de la Tierra y operan en el presente:

“[...] Actualmente existen cuatro causas que contribuyen a cambiar la superficie de los continentes: las tormentas y los deshielos, que hacen descender a las montañas más altas, poniendo sus reliquias (fósiles) a nuestros pies; el flujo de las aguas, que llevan material en sus corrientes y las deposita en otros lugares;

el mar, que socava la base de las costas elevadas y forma colinas de arena en las playas, y finalmente; los volcanes, que perforan los estratos sólidos y dispersan material sobre las masas superficiales [...] (Cuvier, 1830: 28-29; traducción directa del francés).

A continuación, se presenta el desglose que Cuvier hace de estos cuatro factores de cambio:

- a) Deslizamientos: “[...] *En todos los lugares donde hay roca fragmentada [...] los fragmentos se convierten en ronda, y ruedan una sobre otra, en una masa que a cierta inclinación forma una cresta más o menos elevada [...]* Estas crestas forman los lados laterales de los valles y se cubren de vegetación abundante cuando el deslizamiento de las partes superiores se vuelve menos frecuente [...]” (Cuvier, 1830: 29-30; traducción directa del francés).
- b) Depósitos aluviales: “[...] *Los ríos bajos, o bien, en todas las corrientes que provienen de colinas bajas se llevan material del suelo por donde corren, efecto análogo al de los torrentes de las montañas altas. Cuando están henchidos por las lluvias fuertes, las corrientes bajas llevan en su cauce arcilla y arena, que se oponen al camino y, por lo tanto, tienden a elevarse sobre cierto punto; y cuando estos ríos están por alcanzar el mar, la rapidez disminuye y las partículas se depositan cerca de las costas [...]*” (Cuvier, 1830: 31-32; traducción directa del francés).
- c) Dunas: “[...] *Cuando la costa es llana y el fondo arenoso, las olas accionan depositando la arena en la orilla. Las porciones de arena se secan y el viento se las lleva, formando colinas arenosas [...]*” (Cuvier, 1830: 33; traducción directa del francés)
- d) Acantilados: “[...] *Cuando, de lo contrario, la costa es elevada, el mar no puede depositar material, por lo que la costa está destruyéndose perpetuamente: Las olas desgastan la costa, llevándose el material más fino y suave. Las porciones más duras forman guijarros redondos o*

cadena acumuladas que refuerzan la base de los acantilados [...] (Cuvier, 1830: 34 traducción directa del francés).

- e) Los depósitos bajo el agua: “[...] *Lagos, estanques, pantanos y puertos marítimos, dentro de su flujo, depositan lodos, fenómeno que también ocurre en las aguas marinas más tranquilas. Las corrientes de agua que fluyen encima de estos depósitos arrojan arena haciendo que las aguas se vuelvan cada vez menos profundas [...]*” (Cuvier, 1830: 35-36; traducción directa del francés).
- f) Estalactitas: “[...] *Algunas aguas contienen sustancias calcáreas como ácido carbónico, el cual se cristaliza cuando el agua se evapora y toma la forma de estalactitas y menos concreciones. Las estalactitas no se forman en aguas blandas y sus restos no se pueden comparar con los componentes del mar ancestral [...]*” (Cuvier, 1830: 36; traducción directa del francés).
- g) Litofitas (Hoy conocidas como arrecifes de coral): “[...] *En las zonas tórridas, las litofitas son abundantes y se propagan fácilmente, ellas forman columnas pétreas en las rocas, que alcanzan el nivel de las olas. Así, bloquean los puertos para la navegación. La materia de limo y arena provenientes de las islas enriquecen las litofitas [...]*”. (Cuvier, 1830: 37; traducción directa del francés).
- h) Incrustaciones: “[...] *Algunos testáceos al abandonar sus caparzones, permiten que se fundan con los agentes cementantes, formando extensos depósitos de una pasta tan sólida como el mármol, sin embargo, este fenómeno no afecta el nivel del mar [...]*” (Cuvier, 1830: 38; traducción directa del francés).
- i) Volcanes: “[...] *La acción de los volcanes es limitada y se confina a ciertos lugares. No se tiene idea sobre los medios por los que estos hornos naturales son alimentados. Cuando un volcán va a aparecer, es precedido por terremotos que abren una fisura. Piedras y cenizas son arrojadas por todas partes, lava es expulsada, la cual sigue un largo fluir. De la abertura que queda, surge el cráter [...]* Los volcanes han producido islas en medio

del océano [...] No obstante, su carácter limitado no los hace lo suficientemente poderosos como para producir una revolución [...]” (Cuvier, 1830: 40-42; traducción directa del francés).

Algunos compañeros de Cuvier, como Laplace, contemplaban el choque de cometas como un factor de alteración poco probable, pero posible (Racki, 2015: 432). Sin embargo, en la opinión Cuvier resulta imposible que factores astronómicos como el choque de bólidos o bien cambios en la polaridad de la Tierra llegasen a ocurrir y por ende los descarta. Si bien, en el *Discurso*, Cuvier no analiza la posibilidad del choque de un cuerpo extraterrestre, sí es consciente de que el eje terrestre puede cambiar. No obstante, en sus propias palabras:

“[...] Su lentitud extrema (del eje terrestre) le impediría tener alguna influencia como las catástrofes, que ocurren de manera repentina y violenta. [...]” (Cuvier, 1830: 42-43; traducción directa del francés).

El rechazo al impacto de cuerpos extraterrestres proviene de la negación a la especulación, ya que, en su época, aún era difundida la idea de que los cometas provenían de un castigo consecuencia de la ira divina de Dios sobre los pecadores (Kempe, 2003: 151). Cuvier es seguidor de la Ilustración, su obra aparece a un momento de la historia social e intelectual en donde los filósofos y naturalistas pensaban que la ortodoxia religiosa sería derrotada por el racionalismo crítico, por ello, trata de brindar una explicación racional a sus hallazgos mediante la observación objetiva de los estratos (Giordano, 2015: 37; Titlestad, 2015: 31). Cuvier nunca invocó una causa sobrenatural en sus trabajos (Gould, 1987:149; Hsü, 1990: 311). Como se comentó anteriormente, Cuvier practicó la religión protestante, por lo tanto, acorde a su creencia, el Diluvio Universal de Noé fue un fenómeno que realmente ocurrió. Este mito, descrito en el *Génesis*, supone la muerte de miles de personas alrededor del Globo (Morris, 2003: 11). Cuvier menciona mitos correspondientes a distintas civilizaciones pertenecientes a las llamadas “Cuatro Monarquías”: Persia, Asiria, Grecia y Roma (Alinieli, 2004: 27) relacionadas con el Diluvio, y añade una más, la India, al hablar

de Manú, personaje hindú cuya historia aparece en el Mahabarata y los Puranas (Rhode, 2005: 3). En la opinión de Cuvier, el Diluvio Universal no aconteció como una catástrofe única en la historia de la Tierra, sino que han sucedido varias y no debido a la voluntad divina, sino a la acción de fuerzas naturales distintas en cada época geológica (Álvarez, 2004: 283; López & Valera, 1994: 92).

La mención de los mitos, en adición a diversos textos literarios y hechos históricos constituyen las evidencias clave con las que Cuvier sustentó la brevedad de la historia de la Tierra pues proporcionan datación del origen de la humanidad:

“[...] Las tradiciones de algunas naciones que parecen antiguas, pues extienden su origen a miles de años, parecen contradecir la novedad del mundo actual, sin embargo, al examinar con más detalle estas tradiciones, se puede llegar a la conclusión de que pertenecen a la Historia (historia de la humanidad, perteneciente a las Cuatro Monarquías anteriormente mencionadas) La cronología de las naciones del oeste se puede remontar ininterrumpidamente más allá de los tres mil años. Ninguna otra puede llegar antes de esta época. Por ejemplo, el norte de Europa no tiene historia antecedente a la conversión del cristianismo; la historia de España, Galia e Inglaterra no tiene fecha anterior a la conquista de los romanos, los antecedentes de Italia antes de Roma son un misterio. Los griegos confiesan que no se conocía el arte de la escritura hasta que conocieron a los fenicios [...] Los historiadores anteriores a Heródoto se datan en unos pocos cientos de años antes que él. Homero, gran maestro de la poética, ha precedido la actualidad en 1700 o 2008 años. El Pentateuco narra la dispersión de las diez tribus de Israel, y ello tiene cuando mucho, 2800 años de antigüedad [...] El Génesis, escrito por el propio Moisés añadiría 500 años, es decir, treinta y tres siglos, junto con las tribus que él denomina “salvajes”, las cuales aluden a una catástrofe universal, una irrupción de las aguas que ocasionó la casi desaparición de la humanidad, y este evento no es remoto. Los textos del Pentateuco que hacen referencia a este fenómeno no tienen una antigüedad mayor a veinte siglos antes de Moisés [...] Los textos griegos no contradicen los registros judíos, sino al

contrario, están de acuerdo armoniosamente en cuanto a la época de las colonias egipcias y fenicias, que dieron a Grecia los gérmenes de la civilización [...] Ciertamente no se ha tenido una continua y conectada historia desde ese momento (el comienzo de Grecia) con los fundadores de colonias y sus relatos mitológicos, donde la genealogía es realmente ficticia[...] Por lo tanto, no hay de qué asombrarse de que incluso en los tiempos antiguos debió haber discrepancias en las épocas de Cécrope (Rey legendario, el primero de la ciudad-estado Atenas; se le atribuye la institución de la monogamia, la invención de la escritura y los ritos fúnebres [Garibay, 2009: 100]), Deucalión (Equivalente griego al Noé judío [Garibay, 2009: 123]), Cadmo (hijo de Agenor, rey de Tiro; se le atribuye la creación del alfabeto en Grecia [Garibay, 2009: 92-93]), y Dánao (hermano de Egipto, se les atribuye también la introducción del alfabeto griego [Garibay, 2009: 135]). Cada colonia griega que no conservaba ninguna tradición aislada comenzó con un diluvio particular, pues tenían el recuerdo del Diluvio Universal [...] Los que están deseosos de asignar una bastante remota antigüedad de los continentes, y el establecimiento de sus naciones se ven obligados a recurrir a los relatos indios, caldeos y egipcios, tres culturas que a pesar de no parecerse físicamente y cuyo hábitat no es similar, presentan tradiciones muy parecidas [...] Los Vedas, o libros sagrados, revelados por el propio Brahma en el principio del mundo [...] proporcionan un calendario datado hace 3200 años, estrechamente ligado a la época de Moisés [...] Sus fábulas no coinciden con la historia de occidente, pues narran el acontecimiento del Diluvio hace 5000 años de antigüedad [...] Los mitos de Hércules se datan hace 17000 años, mientras que los de Baco hace 15000 años, sin embargo, esto es parte de la mitología panteísta (el panteísmo, como especulación es descartado automáticamente por Cuvier) [...]” (Cuvier, 1830: 170-186, 188, 193; traducción directa del francés).

El Diluvio de Noé, para Cuvier, es la última catástrofe ocurrida, y el hombre fue testigo de ella:

“[...] Estoy de acuerdo con Dolomieu y Deluc en el pensamiento de que, si algo en geología se ha establecido es que hubo una gran catástrofe repentina, cuya

antigüedad fue de 5000 y 6000 años, y que esta revolución desapareció países que fueron habitados por el hombre y otras especies animales. Por otro lado, porciones de tierra se secaron y formaron el hábitat actual [...] La causa más segura fue una irrupción del mar [...] (Cuvier, 1830: 290-291; traducción directa del francés)

Cuvier fue monogenista, es decir, aceptó la historia de la creación Adán y Eva, y, por ende, las diversas razas del mundo eran descendientes de las ocho personas que sobrevivieron al Diluvio y encallaron en el Ararat. La postura de los monogenistas es considerada por algunos historiadores como un argumento desde la fe, por ende, el catastrofismo fue interpretado como la representación de la ortodoxia religiosa y moral (Haller, 1969: 1319; Orme, 2007: 479). No obstante, esta percepción del origen del hombre como un argumento desde la fe es errónea, como se verá más adelante.

Es común encontrar en la literatura que Cuvier argumentó que la vida en la Tierra se desarrolló en una serie sucesiva de creaciones y catástrofes, ya que cada revolución terminaba con la total destrucción de todas las especies que vivían en cada época. La serie de creaciones-destrucciones tendía a una mayor complejidad (Matijasic, 1987: 415; Palerm, 2005: 80) sin embargo, Cuvier no creía que después de cada revolución seguía una creación especial. En su lugar, argumentaba que, las revoluciones no arrasaban el globo entero, sino que quedaban zonas vastas con supervivientes. Como era común que las revoluciones formaran puentes entre las regiones previamente devastadas, los supervivientes eran capaces de repoblar las regiones por dispersión (Hugget, 1997: 93):

“[...] Cuando afirmo que los fondos rocosos contienen los huesos de varios géneros de animales que actualmente no existen, no me refiero a alegar que una nueva creación es necesaria para producir las especies ahora existentes; sólo sostengo que no existían en los lugares en los que ahora los vemos, y que fueron depositados allí por algún otro medio [...] Por ejemplo, supongamos que una gran irrupción del mar cubre con una masa de arena el continente de New Holland (Hoy llamado Australia), ello significaría sepultar canguros, equidnas y ornitorrincos [...]

Las especies de estos géneros serían totalmente destruidas, ya que ningún ejemplar de estos géneros se halla en otro país. Supongamos que la misma revolución llegara a dejar secos pequeños estrechos que conecten New Holland con el continente asiático. Ello abriría camino para que los elefantes, rinocerontes, búfalos, camellos, caballos, tigres entre otros cuadrúpedos habitaran en una tierra totalmente desconocida. Si un naturalista examinara ese suelo, encontraría formas de vida muy diferentes a las que se encuentra actualmente [...] Ahora supongamos que una segunda revolución destruyó Asia, su país natal. Aquellos (se refiere a los naturalistas) que deberían descubrirlos, se sentirían avergonzados de no poder conocer su origen como nosotros al tratar de descubrir el origen de las especies que se encuentran en nuestros propios países [...]" (Cuvier, 1830: 133-135; traducción directa del francés).

Ahora, es necesario volver a la cuestión del origen del hombre. Como se mencionó antes, Cuvier fue un monogenista protestante, es decir, un creyente del relato del Génesis en donde Dios creó a Adán y a Eva al principio de los tiempos. Suponer ello implicaría un argumento desde la fe que resulta erróneo. La misma idea de extinción desafiaba no sólo a la doctrina cristiana, sino además sus postulados. La dificultad consistía en que la extinción supone la imperfección y diseño incompleto la Creación. Este hecho rompe con la visión clásica del catastrofismo, consistente en considerarlo como una doctrina correlacionada a la religión (Koutsoukos, 2005 b: 8; Rudwick, 1976: 64). Si Cuvier se atreve a desafiar la perfección de la Creación, entonces, ¿por qué no hacerlo con el origen del hombre? Cuvier cita:

"[...] Es un hecho que hasta el momento, no se han hallado restos humanos entre los fósiles [...] Ruego ser entendido cuando digo que los huesos humanos nunca han sido encontrados entre los fósiles, es decir, en los estratos de la Tierra, [...] Muchos de los mineros de las canteras de yeso en París creen que los huesos hallados pertenecen a humanos, yo los he examinado y puedo asegurar que no son humanos [...] También he examinado los huesos de Pavia y las islas de Cérigo, encontrados por Spallanzani y de igual manera, puedo asegurar que no

eran de humanos [...] El Homo diluvii testis de Scheuchzeral ser examinado por mí, no resultó ser más que un nuevo género de salamandras. Muy recientemente se realizó un descubrimiento en Marsella, pero resultaron ser sólo curiosidades formadas por el mar [...] Los verdaderos restos humanos eran cadáveres caídos en hendiduras entre las rocas, o en galerías antiguas. Esta afirmación puede aplicarse a los esqueletos humanos descubiertos en Guadalupe, las rocas consistían en una colección de madréporas arrastradas por el mar, unidas fuertemente por el agua imbuída de materia calcárea [...] Lo mismo ocurre con los fragmentos de hierro encontrados en Montmartre, sin embargo, los huesos humanos se conservan igual que los animales [...] No existe diferencia entre las momias encontradas en Egipto y las de los cuadrúpedos. Recogí en las excavaciones hechas hace algunos años en la vieja iglesia de Santa Genoveva algunos restos de seres humanos enterrados y que se supone pueden pertenecer a la primera raza, sin embargo, es posible que pertenezcan a algún familiar del príncipe Clovis, aún conservan sus formas con mucha precisión [...] Todo esto tiende a confirmar la afirmación de que la raza humana no existía en los países donde se encuentran fósiles, en la época en que estas revoluciones enterraron las osamentas [...] Pero no quiero concluir que el hombre no existiera previamente en estas épocas. Habría podido habitar en algún tramo confinado de la Tierra, en donde se reponía después de los terribles acontecimientos. Quizás en los lugares en los que habitó fueron inundados y sus huesos enterrados en el fondo de los mares actuales, con la excepción del pequeño número de individuos que han propagado la especie. Sea como sea, el establecimiento del hombre en los países donde he dicho que hay fósiles de animales terrestres, es decir, en la mayor parte de Europa, Asia y América, es necesariamente posterior, no sólo a las revoluciones que han cubierto estos huesos, sino además a los estratos que envuelven a estos últimos [...]” (Cuvier, 1830: 135-144; traducción directa del francés).

La idea de las creaciones sucesivas proviene del alumno de Cuvier, Alcide D'Orbigny, quien va más allá de su maestro, ya que, conforme a su postura, cada época poseía su propia fauna identificable, con un total de 27 catástrofes

consecutivas (Claude & Monty, 1968: 691; Gould, 1987: 114; Koutsoukos, 2005 b: 10).

La ausencia de restos humanos en el registro fósil confirmaba que la aparición de los hombres era reciente (Colino, 2010: 10). Por otra parte, Cuvier se vale de otras pruebas que demuestran la brevedad del mundo y que a continuación se exponen:

“[...] Al examinar de cerca lo que ha ocurrido en la superficie del globo desde que se secó por última vez y los continentes asumieron su forma actual muestra que la última revolución y el establecimiento de la sociedad no deben ser muy antiguos [...] Al medir los efectos producidos por las causas aún actuantes y compararlas con las que acontecieron desde el origen, se puede casi determinar el momento de su acción, que es cuando los continentes recibieron su forma actual, o la del último retiro de las aguas [...] El retiro de las aguas (y por ende, el inicio de la civilización) debe calcularse con el desgaste de las montañas y la formación de bancos en sus bases [...] Las turberas (primera evidencia de la brevedad de la Tierra) se producen generalmente en el norte de Europa por la acumulación de restos de sphagna (Sphagnum) y otros musgos; y brindan una medida del tiempo [...] Incrementan su tamaño proporcionalmente dependiendo del lugar en donde se desarrollen, envolviendo pequeños montículos de tierra sobre los que se forman [...] Al sondear las turberas hasta llegar a la tierra sólida se puede juzgar su antigüedad y encontramos que las turberas no pueden haberse originado en una época indefinidamente remota [...] Lo mismo ocurre con los deslizamientos, que se hacen con gran rapidez en la base de las rocas escarpadas [...] Las depresiones o las dunas de arena [...] avanzan con rapidez alarmante, abrumando bosques, edificios y campos de cultivo [...] En el golfo de Vizcaína pueblos fueron cubiertos por la arena en la Edad Media, el único pueblo restante, Landes, avanza hacia una destrucción inevitable [...]” (Cuvier, 1830: 144-145,164 -170; traducción directa del francés).

Las turbas y el movimiento de la arena de los mares constituyen para Cuvier un testimonio de la corta historia del planeta, no obstante, la evidencia empírica a la que apela está contenida en las obras de los historiadores, poetas y filósofos griegos, pues ellos dan testimonio de ciudades desaparecidas por fenómenos naturales:

“[...] Según las memorias de Dolomieu en la época de Homero no existían las tierras sobre las que Alejandro construyó su imperio. Las arenas y el viento formaron un puente, pues antes se podía navegar desde la isla de Pharos a través del Mareotis; este abismo de aguas era quince a veinte leguas de largo, como lo indicó Menelao [...] Los nueve siglos entre Homero y Estrabón fueron suficientes para provocar el cambio y reducir el golfo a un lago de seis leguas de largo [...] Las arenas arrojadas por el mar y el viento formaron entre la isla de Pharos y la antigua ciudad un puente de tierra de doscientas brazas de anchura, sobre la que se construyó la ciudad moderna [...] Durante este periodo, además, las orillas del Nilo aumentaron mucho en extensión [...] Heródoto da cuenta de cómo los sacerdotes de Egipto miraban a su país como un regalo del río Nilo. En corto tiempo, dice, que de una manera apareció el delta [...] Aristóteles observa que Homero habla de Tebas como si fuera la única ciudad de Egipto, y no hace mención de Memphis. Las bocas de Canopian y Pelusian, del Nilo, eran antes las principales; y la costa se extendía en línea recta de un lado a otro, aparece así en las cartas de Ptolomeo [...] Las ciudades de Rosetta y Damietta, construidas a orillas del mar hace dos mil años se encuentran ahora más lejos [...] El lecho del Nilo, año tras año eleva su cauce, rebasando las marcas anteriores [...] Según Heródoto, un lapso 900 años estableció una diferencia de siete u ocho codos en Elefantia, la inundación ahora alcanza siete pies más de alto que durante el reinado de Septimus Severus a principios del siglo III [...] Muchas ciudades que en periodos bien conocidos eran puertos florecientes del mar, ahora están varias leguas tierra adentro; muchas se han arruinado por esta causa [...] Sabemos de Estrabón, que en la época de Augusto estaba entre lagunas, como ahora es Venecia [...] Spina fue fundada por los griegos a orillas del mar, sin embargo, en el tiempo de Estrabón había noventa y dos estadios de ella, y ahora está destruida

[...] *Adria, en Lombardía, confería su título al mar y en cual fundó su puerto principal, hoy está a seis leguas de distancia [...]*" (Cuvier, 1830:144-152; traducción directa del francés).

En la siguiente sección se abordará el fijismo de Cuvier para comprender por qué en un sistema dinámico como es el terrestre, la biota se mantuvo estable durante las revoluciones. Se repasará el transformismo de Lamarck y Saint-Hillaire, contemporáneos a Cuvier y cuyas ideas fueron contrarias a él, ello con la finalidad de entender la refutación que hace a dichos autores y su defensa a la inmutabilidad de las especies basado en la anatomía comparada y en la fisiología e influenciado por los conceptos de Kant y de Aristóteles

3.3 El concepto de especie según Cuvier

Georges Cuvier es reconocido en la Historia de la Ciencia no sólo por la teoría del catastrofismo, también lo es por su defensa del fijismo. El fijismo sostenía que las especies eran inmutables, independientes y estáticas, es decir, no alteraron sus características desde que surgieron por primera vez en el planeta. La teoría fue hegemónica y se relacionó estrechamente con el creacionismo durante el siglo XVIII y continuó siéndolo hasta el siglo XIX con Cuvier (Hidalgo *et al*, 1995: 256; Kröpotkin, 2005: 3; Florencia & Halpern, 2009: 32).

En la opinión de Cuvier, las faunas, así como las floras eran inalterables hasta su extinción y sustitución después de los cataclismos, así, constató en el registro fósil la existencia de estratos que contenían restos de biotas desaparecidas súbitamente en un ciclo de procesos que avanzaba a través del tiempo en forma lineal. El catastrofismo se consolidó como un modelo explicativo basado en la discontinuidad del registro geológico. Cuvier compagina el fijismo con la sustitución cronológica, ciñéndose exclusivamente a la mecánica de los fenómenos naturales. De esta manera, puede decirse que, para Cuvier, el cambio en el tiempo posee un significado poblacional-distributivo mas no genealógico. El

fijismo cuveriano se apoyó en el registro fósil lo que le permitió avanzar en la comprensión de las formas de organización corporal existentes a lo largo de toda la historia del globo, pues todas ellas podían ser comparadas entre sí (Galera, 2009: 130; Faria, 2015: 58-60; Bowler, 1989: 114; Sala, 1986: 90). El papel de oposición al fijismo lo jugó el transformismo de la *Naturphilosophie*, que a continuación se explicará de manera breve, para así, comprender con más profundidad el concepto de especie en Cuvier, el cual se encuentra ligado al concepto de extinción.

La *Naturphilosophie* (o filosofía romántica) fue una corriente cuyos supuestos surgieron como una reacción frente al racionalismo de la Ilustración. Los filósofos de la naturaleza se opusieron a las ideas kantianas (debe recordarse que anteriormente se comentó que este autor tuvo influencia notable en Cuvier). Dicha escuela permitió aceptar algunas teorías científicas que no poseían ninguna fundamentación, aunque estaban dotadas de valor heurístico (Sánchez-Garnica, 2005: 151-152).

La Filosofía de la Naturaleza nació en Alemania como un intento de conciliar el empirismo con la filosofía, considerados hasta entonces contrarios entre sí. Aunque en los campos de la física y la química no logró destacar, fue en la biología donde propuso teorías más interesantes. Los *naturphilosophen* sostuvieron que todos los procesos en la naturaleza consisten en una interacción polar entre la mente y la materia, y a través de ella se llevan a cabo la generación y la decadencia. Se mantuvo como un principio mental en el que todo funciona por la acción de fuerzas antagónicas, de atracción y repulsión, por otra parte, aceptó la idea de un ciclo en el trabajo del macrocosmos, así como en el cosmos y en el microcosmos (Snelders, 1970: 195-196). Los *naturphilosophen* aspiraban a ver el panorama completo y se negaron a restringir la ciencia a problemas que consideraban secundarios (Burkhardt, 1970: 287). En el campo de las ciencias de la vida, los filósofos de la naturaleza sustituyeron el determinismo adaptacionista por leyes más generales, responsables de las homologías que subyacen en los seres vivos, y sus adaptaciones se reintegraban como un todo material. Entre los

naturalistas más célebres pertenecientes a esta corriente del pensamiento destacan Lorenz Oken (1779-1851) y Friedrich Schelling (1775-1854) además de los seguidores de sus enseñanzas en Francia Lamarck y Geoffroy Saint-Hillaire (Alves, 2003: 186).

Uno de los conceptos más resaltables de los *naturphilosophen* en el campo de las ciencias de la vida fue la recapitulación, idea formulada en Alemania durante década de 1790 con los trabajos de Kiemeyer, Meckel y Serres. Pronto se convirtió en un pensamiento popular, conjuntándose con aquellos que creían en un mundo estático caracterizado por la *Scala Naturae*. Los autores previamente aludidos refirieron una correspondencia entre las etapas ontogénicas de un individuo y la serie de diferentes tipos orgánicos (Mayr, 1994: 223)

El primer contacto de Cuvier con la *Naturphilosophie* tuvo lugar en Stuttgart con su predecesor Karl Friedrich Kiemeyer, quien le entrenó para diseccionar. Kiemeyer fue uno de los primeros morfólogos en establecer una hipótesis sobre el paralelismo entre el desarrollo del individuo y de la población, con sus investigaciones halló una correspondencia entre los organismos maduros y sus formas embrionarias. A pesar de que Kiemeyer no hizo referencia al registro fósil (pues trabajó con los seres orgánicos actuales) propuso la existencia de una relación entre las etapas de la vida y la historia de la Tierra. Para él, la producción de formas vivientes puede variar; muchas criaturas debieron surgir de manera análoga en que la mariposa emerge de la oruga, así todas las producciones fueron consideradas como genuinas transformaciones en las etapas del desarrollo. Hay que señalar que Kiemeyer pensaba que los organismos no se extinguen porque con ello violarían la idea fundamental de la cadena del ser, sino que se transformaban en nuevas líneas de vida, algunas de las cuales los organismos pueden degradarse a tipos más sencillos por la aparición de oportunidades para colonizar otras tierras (Coleman, 1973: 341-348; Casinos, 2013: 318). Otros filósofos de la naturaleza importantes en Alemania fueron Johan Wolfgang von Goethe (1749-1832), quien creía en la existencia de un arquetipo ideal y Lorenz Oken, quien además de pensar en un sistema coloidal primario del que

emergieron todos los animales propuso también la existencia de un arquetipo vertebrado, *Urtyp* o modelo primitivo para vertebrados, con una vértebra generalizada que constituía una unidad básica (Rehbock, 1990: 147; Casinos, 2013: 319).

La Filosofía de la Naturaleza trajo consigo la práctica de la “anatomía filosófica” cuyos sinónimos son “morfología trascendental” o bien “anatomía trascendental”. Este enfoque suponía la existencia de un Plan Ideal o Tipo, es decir, una ley detrás de la gran multiplicidad de estructuras visibles en el reino animal y vegetal que determinaba las capacidades funcionales de un organismo. El plan ideal presupone la existencia de fuerzas que mantienen la uniformidad anatómica, se debe aclarar que las fuerzas no presentaban una existencia física en estado puro y por lo tanto sería imposible descubrirlas (Rehbock, 1990: 144-145).

Jean Baptiste Lamarck y Geoffroy de Saint-Hillaire se opusieron a las ideas de Cuvier en torno al concepto de especie y a la extinción. Debe señalarse que el tema de las especies no es abordado con profundidad en el *Discurso*, no obstante, resulta esencial comprenderlo para entender cómo Cuvier concebía la extinción de las especies.

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, *Chevalier* de Lamarck, fue uno de los naturalistas más referenciados de su época. Sus obras completas cubren todos los temas de las ciencias naturales: anatomía, botánica, zoología, fósiles, invertebrados, meteorología e historia natural; fueron publicadas entre 1778 y 1822. Su trabajo más importante, *Philosophie Zoologique* publicada en 1809 constituye un cuerpo de preceptos y principios relativos al estudio de los animales, vegetales y la naturaleza, en donde se describen sus características generales, organización, desarrollo y diversidad (Cruz-Coke, 2009: 1533).

En cuanto a la geología, Lamarck defendía los planteamientos uniformistas. El concepto de cambio continuo tuvo notable influencia en su visión de las transformaciones de los seres vivos. Para Lamarck, los animales tenían una existencia que va de los más sencillos, los infusorios originados por generación

espontánea, hasta los animales más complejos como los mamíferos. La visión de la existencia se halló relacionada con la Cadena del Ser, noción que se remonta a las filosofías platónica y aristotélica y que gozó de principal influencia en el pensamiento moderno con las propuestas de Charles Bonnet, Robinet, Marpetuis y Diderot en el siglo XVIII, aunque existen diferencias entre las respectivas concepciones (Egerton, 1973: 324; Camós, 1992: 38-39; Caponi, 2006: 10; Cruz-Coke, 2009: 1534). De acuerdo con la Cadena del Ser o bien *Scala Naturae*, todos los organismos forman parte de una sola serie que va de la simplicidad a la complejidad en un continuo sin divergencias o lagunas. La seriación se basaba en las contemporáneas y no poseía una dimensión temporal. Los religiosos a menudo la interpretaron como la serie que representa el plan seguido por Dios en la Creación (Simpson, 1974: 29). Las diferencias entre el enfoque de Lamarck respecto al enfoque tradicional de la *Scala Naturae* radican, en primer lugar, en que el concepto tradicional empieza con los minerales, mientras que en la serie de Lamarck existe un gran hiato entre la materia viva y la no viva que imposibilitaría la continuidad, de manera similar existe otro hiato entre los vegetales y los animales que origina que estos organismos formen dos series independientes, igualmente Lamarck se deshace de las jerarquías de animales que los clasifican en inferiores y superiores; en segundo lugar, la cadena tradicional es lineal y está integrada por especies, por otra parte la de Lamarck se halla más o menos ramificada y compuesta por grandes grupos sistemáticos, así por ejemplo, los géneros pueden considerarse como ramificaciones laterales de una serie; por último, el concepto tradicional visualiza la cadena del ser como una serie estática con una dirección que va del más complejo al más simple, y Lamarck al contrario, piensa en una cadena dinámica e invertida, en otros términos, va desde el más sencillo al más complejo (Camós, 1992: 39; Rudwick, 1985: 117).

En la opinión de Lamarck, las especies se transformaban en grandes periodos de tiempo, por ende, el concepto de especie resulta irreal, de hecho, él concebía a la especie como una definición arbitraria y artificial. Al no ser reales las especies, la extinción era inconcebible (Rudwick, 1985: 120; Hidalgo, 1995: 257; Castro, 2012: 24-25; Burkhardt, 1970: 292). La visión de las especies como entes

abstractos es compartida con Bernard Lacèpede, quien en su *Discours sur la durée des especes*, como una introducción al segundo volumen de su *Historie Naturelle des Pissons* (1798-1803), afirma que la especie es una conceptualización, una idea colectiva. En sus escritos, Lamarck afirma que los animales invertebrados (grupo al que Lamarck le otorgó el nombre, incluyendo en él insectos, gusanos y animales microscópicos) son prioritarios sobre los vertebrados en la investigación de la historia natural porque muestran la evidencia de una escala única, gradual y continua. Tanto Lamarck como Lacèpede concluyeron que una especie puede experimentar tantas modificaciones que en última instancia estará más distante de su estado original que otra especie, en otras palabras, las especies sufren una metamorfosis (Stafleu, 1971: 416-417; Simpson, 1974: 31; Burkhardt, 1970: 280).

Concorde a Lamarck, los cambios en las especies son graduales y continuos, originados gracias a la influencia de los climas, la diversidad ecológica, etc., los cuales a su vez son causados por fuerzas naturales y no por cuestiones sobrenaturales. Como resultado de la diversidad, las “facultades” cambian y se fortifican a sí mismas a través del uso. Los cambios se conservan imperceptiblemente y a la larga, se propagan por las generaciones, con lo que introduce la genealogía al estudio de la naturaleza (Stafleu, 1971: 416; Al-Chueyr & Haddad, 2007: 286; Mandelbaum, 1957: 350). La adaptación lamarckista es “intencional” y resulta de un proceso sin fin, destinado a aumentar los grados de perfección y complejidad. En este contexto, el ser humano sería la culminación provisional del proceso, hasta que la humanidad llegue a un nuevo estado de la evolución continua (Alves, 2003: 186; Castro 2012: 24-25).

En la *Philosophia zoologique*, bajo el subtítulo “De las llamadas especies perdidas”, Lamarck analiza el hecho de que razas enteras fueron aniquiladas en el pasado. Si bien admite la presencia de catástrofes parciales o locales, se pronuncia a favor de una postura gradualista con tiempo ilimitado. Por lo tanto, para explicar la desaparición de especies, Lamarck propone la posibilidad de que en realidad no estuvieran extintas, sino que se encontrasen en zonas aun

inexploradas en el mundo, tanto en ecosistemas terrestres como en las profundidades de los mares. En el caso de los fósiles, de los que no conocía organismos análogos vivientes y semejantes, Lamarck afirmó que se trataba de seres aún existentes, pero cambiaron dando lugar a las especies vivas en la actualidad (Makinistian, 2009: 24).

Hay en Lamarck, dos fuerzas transformadoras de los perfiles orgánicos, por un lado, se encuentra el propio poder de la vida, que tiende sin cesar a complicar la organización, así como formar y multiplicar los órganos particulares, en fin, a incrementar el número y la perfección de las facultades; y por otro lado, está la causa accidental y modificante cuyos productos son las diversas anomalías en los resultados del poder de la vida. Por eso, la forma de cada ser vivo es concomitantemente producto de la composición creciente de la organización inclinada a formar una gradación regular y producto de la influencia de una multitud de circunstancias muy diferentes que tienden continuamente a destruir la regularidad en la gradación de la composición creciente de la organización. Cabe apuntar, que, en la perspectiva de Lamarck, las influencias perturbadoras de las circunstancias sobre lo viviente no afectaban del mismo modo. Hay a este respecto, y como se señala, importantes diferencias entre plantas y animales. En el caso de estos últimos, sobre todo si se trataba de animales superiores, Lamarck consideraba que, en general, las circunstancias sólo influían sobre su forma y organización de un modo indirecto que implicaba la mediación del comportamiento. Así el mecanismo general actuante era el siguiente: “grandes cambios en las circunstancias producen grandes cambios en las de necesidades, y éstos a su vez, conllevan a grandes cambios conductuales que, de devenir constantes, modificarán los diferentes órganos implicados en su cumplimiento, desarrollándolos o atrofiándolos” (Caponi, 2006: 15-16).

El factor “intrínseco” o bien, la “adaptación lamarckista intencional”, es hoy conocido como la herencia de los caracteres adquiridos. Es pertinente aclarar que el reconocimiento de un cambio direccional en el sentido de una creciente complejidad no implica necesariamente la interpretación teleológica de la

transformación, pues dicho movimiento no se dirige hacia ningún fin prefijado (Vilas, 2012:13).

La herencia de caracteres adquiridos puede resumirse por dos leyes lamarckistas (Ledesma, 2008: 339):

- a) Primera ley: En todo animal que no ha ultimado el término de su desarrollo, el uso más frecuente y sostenido de un órgano cualquiera fortifica poco a poco este órgano, lo desarrolla, lo agranda y le da una potencia proporcional a la duración de este uso; mientras que la falta constante del uso del mismo órgano lo debilita, lo sensiblemente, lo deteriora, disminuye progresivamente sus facultades, y termina por hacerlo desaparecer.
- b) Segunda ley: Todo lo que la naturaleza ha hecho adquirir o perder a los individuos con la influencias de las circunstancias a que su raza se encuentra expuesta desde hace mucho tiempo, y por consiguiente bajo la influencia del empleo predominante de un órgano o por la falta constante del uso de tal parte, lo conserva a través de la generación de los nuevos individuos que provienen de ella, mientras que los cambios adquiridos sean comunes a los dos sexos, o a los que han producido estos nuevos individuos.

Lamarck proporciona algunos ejemplos con la finalidad de ilustrar las leyes como las aves palmípedas, las aves de percha, las ballenas, el oso hormiguero, la rata topo (*Spalax*), las serpientes, el canguro, etc. Examina el caso de las ballenas, de ellas argumenta que los miembros de los cetáceos se han acortado por que viven en un medio de gran densidad, tanto en la ballena como en el oso hormiguero los dientes desaparecieron porque tragan a sus presas sin masticar. Precisamente la herencia de los caracteres adquiridos es empleada para explicar las ramificaciones laterales de la serie general; y la causa que hace continuamente a la organización ser más compleja (Ledesma, 2008: 339-340; Burkhardt, 1970: 290).

El destino de Lamarck fue desafortunado, pues, aparte de que su doctrina transformista fue descalificada y desprestigiada por fijistas como Cuvier y Laplace, la sociedad y los gobiernos del Imperio y la Restauración; en sus últimos años de vida quedó ciego, viudo y pobre y falleció en condición de desamparo, su tumba fue saqueada en la revolución de 1830. Cuvier, al fenecer Lamarck empleó su papel establecido como redactor de los obituarios de sus colegas para componer una obra maestra del género de “desacreditar con tímidos elogios”, un documento que destruyó la reputación de Lamarck ridiculizando sus ideas especialmente las evolutivas (Cruz-Coke, 2009: 1534; Camós, 1992: 41; Gould, 2001: 119).

El siguiente naturalista en examinarse es Geoffroy Saint-Hillaire, quien en 1830 se enfrascó en uno de los debates más célebres en la historia de la biología con Cuvier. El enfrentamiento duró dos meses y consistió en un choque de opiniones contrarias acerca de la comprensión de la anatomía animal entre el funcionalismo y el formalismo (Ochoa & Barahona, 2009: 37)

Geoffroy Saint-Hillaire es el exponente más destacable de los filósofos de la naturaleza en la Francia napoleónica con su anatomía trascendental en la que apoyó la idea de que las especies modernas descendieron de formas primitivas (Sánchez-Garnica, 2005: 152; Rehbock, 1990: 148; Burkhardt, 1970: 293).

Saint-Hillaire propuso la Teoría de la unidad de composición, que se puede resumir de la manera siguiente: “Todos los animales que poseen una médula espinal alojada en un estuche óseo están contruidos del mismo modelo”; es decir, propone la existencia de un arquetipo vertebrado, que es el esquema básico y general de todos los vertebrados. Con una perspectiva morfológica, Saint-Hillaire concebía que cualquier vertebrado es una variación de ese esquema fundamental. Dichas modificaciones adaptarían la forma arquetípica, en sí misma inviable y nulamente funcional, a diversas condiciones de vida y al ejercicio de diferentes funciones, en otras palabras, la naturaleza no inventa nada nuevo, sino que trabaja siempre con los mismos materiales. Igualmente, Saint-Hillaire estableció el concepto de conexión de las partes, consistente en un método que ayudaba a inferir las transformaciones funcionales de las partes a partir de un sistema

arquetípico espacialmente invariable, el cual debe conservar siempre sus relaciones mutuas, ya sea que las partes se expandan, se contraigan, se atrofien, desaparezcan, en lugar de que nuevas se introduzcan. El principio de conexión de las partes se basó principalmente en el desarrollo embrionario, ya que el feto le servía a Saint-Hillaire como una guía fiable para la determinación de los adultos pues los estadios primarios de los vertebrados muestran una similitud morfológica que va desde los peces hasta los mamíferos, también los agentes y condiciones que alteran la forma y disposición de los órganos sólo es eficaz durante el desarrollo embrionario, ya que es el único periodo en que los organismos son maleables (Caponi, 2013: 75-76; Ochoa & Barahona, 2009: 44; Cahn, 1972: 308) Saint-Hillaire creó con el arquetipo el concepto de analogía, hoy conocida como homología, que apareció por primera vez en un escrito sobre peces en el año 1807. Entiéndase por homología el conjunto de aquellos elementos anatómicos de diferentes especies que tienen la misma relación con el plan ideal. Las estructuras homólogas pueden tener diferentes formas o desarrollar funciones distintas, más su posición respecto al diseño del cuerpo es idéntica de acuerdo a este autor (Rehbock, 1990: 149-150, Ochoa & Barahona, 2009: 45; Cahn, 1972: 307).

Los huesos de la cubierta de enmalle de los peces, por ejemplo, parecen no tener análogos en otras clases de vertebrados, pero Saint-Hillaire afirmó que, de hecho, eran huesos homólogos a los órganos asociados a la audición de los mamíferos. Un órgano asociado con la respiración en una clase de animales podría ser análogo u homólogo a un órgano asociado con la audición de otro (Somerset, 2002: 85)

Históricamente, tal fue la convicción de Saint-Hillaire de su hipótesis que en un comunicado presentado el 15 de febrero de 1830 a la *Académie des Sciences* aseveró que se podría comparar una jibia con un vertebrado, punto por punto, suponiendo que ésta es un vertebrado doblado sobre su abdomen, ello le resultó a Cuvier una licencia para la especulación por lo que tuvo que intervenir; de manera similar, en *Mémoires sur l'organisation des insectes* (1820), Saint Hillaire hizo la presunción de que existen los mismos materiales en todos los animales, de tal

forma que la estructura de los insectos podía reducirse al arquetipo vertebrado. La vinculación entre los artrópodos y vertebrados se debía a que en ambos el cuerpo está dividido en segmentos (metamerismo) y que cada uno de estos segmentos pertenece a una vértebra (Sánchez-Garnica, 2005: 168; Ochoa & Barahona, 2009: 45; Somerset, 2002: 85).

La confrontación pública entre Geoffroy Saint-Hillaire y Georges Cuvier se originó como una discusión sobre la validez de un trabajo titulado *Quelques considérations sur l'organisation des mollusques* (1829) escrito por Meyranx y Laurencet. La investigación mostraba cómo todos los órganos de un pulpo se correspondían con aquellos presentes en un vertebrado. Para lograr lo anterior, los dos naturalistas presentaron al molusco y a un cuadrúpedo doblado hacia atrás al nivel del ombligo, estableciendo todas las correspondencias estructurales de esta manera, Meyranx y Laurencet enviaron su trabajo a la *Académie des Sciences* con la finalidad de que se programara para ser expuesto en una de sus sesiones. Como durante seis meses no recibieron respuesta hasta febrero de 1830, cuando pidieron que lo examinara una comisión. Para el cumplimiento de la labor, la academia nombro a Saint-Hillaire, junto con otro naturalista, André Latreille. Debido a que aportaba evidencias de una unidad estructural del reino animal, Geoffroy, al elaborar un reporte sobre el trabajo, lo apoyó con entusiasmo, recomendando que se publicara en la revista de la academia, de la cual él no era miembro. En una reunión celebrada el 22 de febrero de 1830 Cuvier atacó los conceptos de unidad de tipo y unidad de composición de Saint-Hillaire. A partir de ese instante, el debate se centró en la pugna entre Geoffroy y Cuvier, dejándose de lado el trabajo de Meyranx y Laurence. Tras una serie de discusiones públicas, durante la sesión del 15 de abril de 1830, Saint-Hillaire anunció que no continuaría el debate, terminando de este modo la amistad de ambos personajes. Cuvier compartió el acuerdo que pondría fin a la controversia. Los discursos de Cuvier se mostraron con una retórica virtuosa pues no sólo se leían a los estudiantes y académicos sino al público en general empleando un lenguaje claro y accesible para expresar sus ideas, por el contrario, Saint-Hillaire elaboraba sus discursos de manera compleja (Zamora, 2008: 409-411; Lloyd, 2011: 13-14).

Georges Cuvier es contrario a Lamarck y Saint-Hillaire porque él continúa el método de la Ilustración y la filosofía kantiana.

La Ilustración o *El siglo de las luces* (*Enlightenment*) fue un movimiento filosófico surgido del racionalismo del siglo XVII y cuya finalidad era diseñar un Estado nuevo con una renovada organización política y como consecuencia trajo la actualización de las instituciones científicas francesas que hicieron de París la capital del pensamiento. En tanto los racionalistas como Descartes limitaban sus audacias racionales al ámbito de lo teórico, los ilustrados emplearon el raciocinio como un arma contra el despotismo, la religión y la ignorancia. El modelo epistemológico de la Ilustración estribó en guiarse por el intelecto, evitando con entusiasmo excesivo todo sentimiento, prejuicio o autoridad no racional. Durante la Ilustración, la idea de una creación fija y definitiva sufrió un revés y el tiempo se concibió como un concepto básico, convirtiéndose en un elemento que a su paso era capaz de cambiar planetas, océanos y montañas; el reflejo de esta creencia se puede hallar en el catastrofismo de Cuvier. Se estableció ídem la existencia de un supuesto prototipo o modelo interno que une a todos los seres vivos (Barreiro, 2010: 164; Carrillo, 2003: 42; Téllez, 1991: 219-220).

La idea de los arquetipos fue creada por el filósofo alemán Immanuel Kant, uno de los más célebres personajes de la Ilustración. Para él, la razón no puede ser autónoma e independiente de las sensaciones (o experiencia). Como consecuencia, el conocimiento humano nunca llegaría a saber nada de las cosas en sí, a lo más que aspiraría el sujeto cognoscente es a analizar y someter las leyes que él mismo había añadido a la cosa en sí, como la posibilidad de hacer de ella un objeto de su propia experiencia (Outram, 2013: 152; Sánchez-Garnica, 2005: 154).

Kant creía en la existencia de una súper mente divina porque en la naturaleza observaba una tendencia al orden, incluso dentro del mismo caos. Tal orden se formaba a sí mismo mediante leyes que regían toda clase de movimiento, es decir, la materia se rige por las leyes básicas de la física newtoniana, por ende, la creación de entidades inmateriales dentro del espacio-

tiempo es ilegítima, convirtiendo la explicación de los seres vivos en un problema de difícil solución ya que los organismos son entidades materiales que se extienden en el espacio y el tiempo, a los que las leyes mecánicas de atracción y repulsión que gobiernan al mundo no bastan para poder explicarlos, por lo que se requeriría de principios teleológicos. Así, Kant introduce el concepto de fin natural para caracterizar a los organismos. Con la creencia de un diseño aparentemente inteligente, los órganos sensitivos del hombre se convirtieron en la prueba de la existencia de Dios, porque para que éstos puedan existir por puras causas mecánicas debería suceder un golpe de suerte muy afortunado y de una probabilidad remota. De esta manera bajo la perspectiva kantiana, los organismos son concebidos como propósitos o fines que se auto-organizan o bien, con otras palabras, los seres vivos son causa y efecto de sí mismos. En primera instancia, un organismo genera a otro de la misma especie, planteamiento similar al de Aristóteles, otro filósofo que marcó el pensamiento de Cuvier. Para Aristóteles, los procesos de generación y degeneración de un ente son parte de un mismo proceso, que es cíclico, continuo y eterno. De este modo, Aristóteles añadió una finalidad a la reproducción, consistente en que los entes finitos se eternicen. En segundo lugar, de acuerdo con Kant, una fracción perteneciente a un ser vivo, al crecer, integra materia del medio que se transforma en una parte determinada del mismo; un organismo al proveerse de materia es causa y efecto de su propio crecimiento. Y, en tercer lugar, la sobrevivencia de un ser vivo depende de la sobrevivencia de otros seres vivos, ya sea porque uno se alimenta de otro, o bien debido a alguna otra relación ecológica. Por lo tanto, los organismos, al determinar la existencia de otros seres orgánicos, son causa y efecto de sí mismos. Aunado a lo anterior, Kant recurrió al funcionalismo (enfoque en el que tanto la estructura de un ser vivo como todas sus propiedades deben estudiarse con base en la determinación de las funciones adaptativas a la especie que pertenece) para establecer que, aun sin relacionarse con el medio externo, un organismo y sus partes son causa y efecto de sí mismos. Ello se debe a que la existencia, forma y relación entre las partes se explica sólo por medios destinados a la sobrevivencia de un ser vivo. De esta manera, las partes se entienden únicamente en relación

con el todo. Esto implica que el organismo completo es la causa final de sus partes, aun cuando la existencia, forma y relación entre las fracciones es la causa eficiente del organismo al permitir su sobrevivencia. Por otra parte, el ser vivo en su integridad es causa de su sobrevivencia por medio de sus partes. Kant enunció que un órgano es mantenido por la acción que llevan a cabo otros órganos. Debido a ello, puede concebirse como la finalidad de la existencia de otras partes, aunque la misma parte también es un medio por el que otros órganos cumplen ciertos propósitos. De ahí que se considere que las partes de un organismo son causa y efecto de sí mismas. Kant indicó que el estudio de un ser orgánico debería iniciarse con la determinación de sus finalidades para que, a partir de ello, se llevara a cabo un análisis mecanicista de sus partes. Kant indicó también que el considerar a los seres vivos como si estuvieran estructurados a partir de finalidades o propósitos, es sólo una manera de conocer acerca de ellos. No implica que la existencia, forma y relaciones entre los seres vivos y entre las partes de un organismo sean resultado de fenómenos dirigidos hacia un fin. El suponer la existencia de un Creador Inteligente lleva a idealizar la existencia de planes morfológicos básicos o arquetipos que permiten entender cómo se satisfacen las necesidades funcionales de los organismos, y a partir de lo anterior, las relaciones mecánicas entre sus partes. Kant consideró los planes estructurales básicos como formas constituidas por las partes comunes presentes en los diferentes sistemas fisiológicos de un grupo de especies. Por lo tanto, especies de un mismo grupo presentan una correspondencia estructural en la mayoría de sus partes, las cuales se diferencian en su tamaño y forma según sus necesidades adaptativas. Kant acabó dándole gran importancia a las ideas arquetípicas, que algunos filósofos retomaron como Saint-Hillaire y Cuvier (Hadley, 1963: 10; Rosas, 2008: 6-10; Zamora, 2008: 348, 363-365; Cecchi *et al*, 2001: 508).

Georges Cuvier utilizó las ideas funcionalistas de Kant con el propósito de implementar una metodología que sustentara dicha postura. Cuando Cuvier alude a las “causas finales” y “propósitos” no se refiere a la obra de Dios o de un creador inteligente, sino más bien, emplea los términos como un recurso retórico designado a un carácter animal o bien, a una función específica, como se verá

más adelante, asimismo, a diferencia de sus predecesores decidió ignorar el estudio de la embriología en su clasificación, brindándole un enfoque más práctico, defendiendo así la epigénesis en el sentido de que existen fuerzas formativas que dirigen y conservan el desarrollo embrionario. (Hoopkwood, 2010: 254; Zamora, 2008: 364; Asma, 2001: 151).

La definición de la palabra “tipo” de Denis Diderot y Jean D’Alembert, quienes la concebían como la copia, imagen o semejanza de algunos modelos es empleada por Cuvier en conjunto al arquetipo kantiano para establecer una “clasificación natural” en la que el sistema nervioso es taxonómicamente primario, ya que resulta ser el aparato fisiológico de más amplia distribución y variado en lo más mínimo. En el proyecto cuveriano, las categorías taxonómicas no son otra cosa que tipos de organización. En este contexto, pertenecer a un género, a un orden, o a una clase no significa tener en común con otras especies determinados caracteres menos numerosos que los caracteres específicos, tampoco significa tener un carácter genérico o un carácter de clase, sino más bien de poseer una organización precisa y ello es posible gracias al principio de correlación de órganos (Eigen, 1997: 182-185; Caponi, 2005: 83).

El principio de correlación es considerado como la piedra angular del trabajo con el cual se conformará el programa cuveriano ya que es la clave para entender a los seres vivos. Toda especie constituye un conjunto cerrado en el que todas las partes coinciden entre sí y convergen para la misma acción definitiva mediante una reacción recíproca, es decir, ninguna parte de un ser organizado puede cambiar sin que las otras también lo hagan. Esta ley es tan estricta que, si en una especie un determinado órgano presenta cierta conformación y ubicación particular, y, en otra especie, ese órgano aparece con otra conformación y ubicación, entonces dicha diferencia estará necesariamente correlacionada con otras disimilitudes más o menos pronunciadas en la configuración o posición de los demás órganos de esa segunda especie. Para Cuvier, un organismo es un sistema cuya armonía o coherencia interna puede ser percibida solamente considerando su inclusión en el medio ambiente. Incluía en sus escritos algunas

referencias generales al hábitat de los organismos, más lo primordial era la coordinación entre las partes, cada cual operando para una total funcionalidad (Russell, 1948: 34; Caponi, 2003: 35; Caponi, 2014 a: 59; Caponi, 2004 a: 234-235).

Como zoólogo, Cuvier no se contentó con la descripción y clasificación de los animales, más bien quiso elevar la historia natural al estado de la física y la química convencido de que tanto el mundo orgánico como el inorgánico se regían por leyes. La única forma de obtener resultados parecidos a los de las ciencias duras era la comparación de una especie con otra y de ello surge una serie de correlaciones entre los sistemas de los organismos. El principio de correlación colocó la identificación de las especies animales sobre una base firme que permitió a Cuvier elaborar predicciones que resultaron esenciales (Theunissen, 1986: 544- 545; Outram, 1986: 350).

Con respecto al principio de correlación, Cuvier expone que:

“[...] Afortunadamente, la anatomía comparada posee un principio que adecuadamente desarrollado es capaz de aclarar toda duda mediante el conocimiento de alguna de sus partes [...] Todo ser organizado constituye un todo, un sistema único y perfecto donde todas las partes se corresponden mutuamente y concurren en la misma acción definitiva. NINGUNA DE ESTAS PARTES PUEDE CAMBIAR SIN QUE TODO CAMBIE. Por ejemplo, si se tiene el intestino de un animal carnívoro, se deduce entonces que sus mandíbulas fueron diseñadas para devorar a su presa, sus garras para arañar y desgarrar, sus órganos sensoriales muy afinados para detectar a la presa, sus músculos fuertes para atraparla; tales son las condiciones del reino de los carnívoros [...] El omóplato (del carnívoro) tendrá cierto grado de fuerza en aquellos animales que emplean las piernas y estos músculos le darán cierta forma a los huesos [...] La formación de un diente puede brindar la estructura de la mandíbula, y así sucesivamente hasta descifrar la estructura del animal entero [...] en el caso de los herbívoros, es apreciable que únicamente podrán ser animales con pezuñas pues no tienen medios para apoderarse de su presa, además, no cuentan con hombros fuertes ni una

estructura anterior muy poderosa. Se aprecia además la ausencia de la clavícula o acromion junto con la rectitud de la escápula, su radio estará unido al cúbito o al menos articulado por una bisagra. Para la dieta herbácea requerirá de dientes con una superficie amplia para aplastar semillas y hierbas. Esta amplitud deberá ser irregular y, por ende, las partes esmaltadas se alternarán con el fragmento óseo [...] La descripción anterior es propia de los ungulados, pero también es compartida por otros herbívoros [...]" (Cuvier, 1830: 97-110; traducción directa del francés).

En los trabajos de Cuvier fue fundamental el acceso a una gran cantidad de información recopilada por sus predecesores, adicionalmente se le facilitó el acceso a materiales nuevos que le ayudaron a adquirir un enfoque holístico. En 1815 Cuvier separa, con base a las mandíbulas superiores, a los peces en dos categorías, cartilaginosos y óseos, mediante criterios que él consideraba propios de una clasificación natural, de esta manera su clasificación reflejaba patrones reales de afinidades entre organismos. Las afinidades eran la manifestación de las causas finales que operan en la naturaleza y que limitan la morfología de la diversidad de acuerdo con los requisitos de la integración funcional (Bornbush, 1989: 149-155).

Cuvier pensaba que las categorías Clase, Orden y Género eran abstracciones humanas, y que las divisiones reales pertenecían a los grupos superiores denominados *Embranchement* que se abordarán más adelante. Estas exigían una unidad incompatible con la evolución (Hull, 1967: 328).

En adición a la correlación de las partes, Cuvier agrega en *Leçons d'anatomie comparée* (1805) otros dos principios teóricos: las condiciones de existencia y la subordinación de caracteres. El principio de subordinación de caracteres establece que todos los sistemas permanecen invariables en una especie debido a que están subordinados funcionalmente a los requerimientos del sistema nervioso, y a su vez, afirma que en un organismo las partes difieren en el valor taxonómico; por otra parte, el principio de condiciones de existencia establece que todas las partes de un sistema se hallan ligadas mutuamente, de tal

forma que si se quita una de las piezas de la maquinaria animal, entonces el organismo se vencería, y debido a que existe un efecto interdependiente entre todas las estructuras del cuerpo orgánico. De esta manera concibe Cuvier que los organismos son sistemas cerrados en los que todas sus partes se refieren y convergen hacia la acción definitiva a través de una reacción mutua. De los tres principios referenciados anteriormente se desprenden las *embranchement*, o tipos, en el libro *Le règne animal* (1817) idea con la que Cuvier refuta la *Scala Naturae*. Debe resaltarse es que los tipos de Cuvier no se ordenaban en categorías jerárquicas (Ochoa & Barahona, 2009: 40-43; Egerton, 1973: 324; Mayr, 1982:184; Faria, 2013: 299). El concepto de especie de Cuvier y sus seguidores es a la vez genealógico y morfológico, es decir, a excepción de la pareja inicial, los organismos pertenecen a una misma especie sí y sólo sí uno desciende del otro, o ambos tienen un ascendente común; pero, aunque hayan diferencias notorias, la variación está siempre confinada dentro de límites de un tipo, que se suponía perfectamente adaptado a las condiciones de existencia de la especie. Las *embranchement* para Cuvier no eran meras relaciones de semejanzas, sino agrupamientos de analogías con base en la configuración de las plantas y los animales. Para él, inscribir una forma viviente dentro de una de esas categorías era lo mismo que formular una caracterización de la organización fisiológica. Una determinación cuvieriana es una tesis fisiológica cuya clave radica en la idea de que las estructuras y funciones orgánicas guardan relaciones jerárquicas conforme su importancia organizacional. Algunas son más prioritarias que otras y determinan cómo pueden y deben ser las menos importantes, dándose dos niveles de dominancia a las conformaciones orgánicas, las de nivel superior, que definían un margen de variación posible para las del nivel inferior. Los órdenes superiores se determinaban en virtud de los caracteres de mayor dominancia; y los órdenes inferiores se irían delimitando en función de las conformaciones particulares de los caracteres subordinados. De esta forma, al adscribir una especie a un orden taxonómico cualquiera, se estaba diciendo que su economía fisiológica se hallaba determinada por ciertos caracteres dominadores que eran compartidos por todas las especies de ese orden; y al adscribir esa misma especie

a un suborden dentro de ese orden, se establecía que esa pauta organizativa cobraba una forma particular en virtud de la posesión de ciertos rasgos subordinados que eran compartidos con sólo una parte de las especies de ese orden (Torreti, 2010: 327; Caponi, 2011: 23).

Cuvier poseía una visión arquitectural de los seres vivos que en conjunto con el enfoque adaptacionista le llevó a la pretensión de reconstruir el modo de vida de los organismos extintos a partir del conocimiento de su anatomía y fisiología, por ejemplo, con un solo diente le era posible reconstruir el organismo entero. Los sistemas armónicos se insertaban en su ambiente, empero de manera independiente a su organización interna, en otras palabras, un carnívoro no era rápido a consecuencia de su ambiente, sino gracias a su fisiología propia de carnívoro. Cada *embranchement* poseía una esencia invariable en el espacio-tiempo, eran incapaces de cambiar, ya que lo único alterable eran factores abióticos como la temperatura o el suministro de alimentos, variaciones que no afectaban sus rasgos esenciales. Los órganos superficiales eran los únicos que se podían modificar, sin embargo, aquellos esenciales como los del sistema nervioso, el corazón y los pulmones eran totalmente diferentes, porque poseían una configuración estable (Caponi, 2005: 85-87; Cojocarú, 2009: 244).

Si bien es cierto que el fijismo de Cuvier le cerró momentáneamente el paso a la evolución (transformismo), es pertinente desligar la creencia en la inmutabilidad de las especies. Es común que algunos autores piensen que el catastrofismo y el fijismo obedecen a las inquietudes religiosas de Cuvier, de quien, además, aseguran que se hallaba encadenado a doctrina luterana ortodoxa, de la cual fue practicante, (Gould, 1994: 242; Caponi, 2014 a: 58; Uribe, 2001: 62-63), aunque en el Discurso se encuentra una serie de argumentos que explican por qué los organismos no pueden transformarse en el tiempo.

Cuvier centró sus estudios en los vertebrados tetrápodos (Rieppel, 1983: 82), ya que:

“[...] Es evidente que los fósiles de cuadrúpedos llevan a realizar diversos razonamientos que cualquier otro tipo de reliquias. En primer lugar, se caracterizan más claramente las revoluciones que se hayan efectuado. Las conchas de mar demuestran que el agua se hallaba donde hoy día existe tierra firme, pero sus especies sólo poseen variaciones ligeras que dependen de la naturaleza del líquido o de la temperatura [...] Sin embargo, los huesos de cuadrúpedos indican que hubo antiguamente tierra firme y que, posteriormente se inundó, o bien, la tierra seca dejó de existir [...] En segundo lugar, la naturaleza de las revoluciones que han alterado la superficie del globo ejercieron más alteraciones a los animales terrestres que a los animales marinos. A medida que estas revoluciones constituyeron un cambio en el nivel del mar y esta destruyó a los cuadrúpedos, pudieron haber ocurrido dos resultados: que todo el género desapareció, o bien, sigue existiendo en otros continentes; por el contrario, los animales acuáticos pudieron ser arrojados por tempestades y sobrevivir en aguas más tranquilas [...] En tercer lugar, es posible conocer si pertenece a una especie extinta o bien, a una especie que continúe existiendo, a diferencia de los testáceos o los peces, de los cuáles aún no se conoce su totalidad, pues las profundidades del océano no han sido completamente exploradas y nuevas especies de este tipo son constantemente descubiertas, en especial tras explorar las vastas regiones de Asia, África, las dos Américas y New Holland [...]” (Cuvier, 1830: 62-66; traducción directa del francés).

Aquí radica una de las múltiples diferencias con las que refuta a Lamarck, ya que los trabajos de Lamarck giraron en torno a los invertebrados fósiles que le demostraron la existencia de especies fósiles semejantes o análogas a las de la actualidad (Camós, 1992: 38; Zamora, 2008: 395), por otra parte la diferencia entre ambos autores no se limitaba únicamente pues como resultado de la campaña militar de Napoleón en Egipto, Saint-Hillaire, colega de ambos, les proveyó de animales momificados de las antiguas tumbas. Para Cuvier estos ejemplares fueron cruciales para demostrar la estabilidad orgánica mediante la comparación entre un ibis moderno y un ibis embalsamado. A continuación, se

reproduce un fragmento de *Theory of the earth*, que es la traducción al inglés del *Discurso* a cargo del profesor Robert Jameson y la cual se discutirá más adelante:

“[...] El ibis es un ave al que los antiguos egipcios rendían homenaje religioso. Las criaban en sus templos y ellas vagaban sin ser molestadas por el pueblo, y si alguien se atrevía a lastimarles eran castigados con la muerte. Era un ave a la que le atribuían una pureza virginal, en la que los dioses se materializaban [...] Es un ave similar a las cigüeñas, de blanco plumaje, con púas negras, posada sobre piernas largas color rojo, armadas con un pico largo, curvado, color amarillo pálido y afilado en sus bordes [...] El ave fue descrita por Buffon, Linneo y Blumenbach, el último confesó que en la actualidad era un ave difícil de encontrar, al menos en el Bajo Egipto [...] Noté que los ejemplares descritos eran más pequeños que el ibis actual [...] y se puede concluir que el ibis momificado es distinto del ibis moderno, sin embargo [...] demostramos (Cuvier y sus colegas) que los picos examinados por Linneo y Buffon resultaron ser de especímenes jóvenes [...] Comparamos los picos de estos animales con los de los cuervos y observamos que, al igual que estos, los picos varían de tamaño respecto al sexo y a la edad[...] (Cuvier, 1827: 299-307; traducción directa del inglés).

Sólo mediante el estudio de los vertebrados terrestres Cuvier visualizó la extinción como un hecho, (Alsina, 2006: 140) contrario a Lamarck, que excluía la posibilidad de dicho fenómeno pues las transformaciones no ocurrían a una escala temporal humana y las especies eran abstracciones humanas. Cabe destacar que la principal diferencia entre el transformista y el fijista radicó en el manejo de las escalas temporales: Cuvier creía en un tiempo corto de miles de años en que ocurrían fenómenos de breve duración; y Lamarck una escala de tiempo cuasi-infinita en la que, a pesar de haber catástrofes, los cambios notables ocurren en lapsos muy largos que compaginaban con la cadena del ser (Rudwick, 1985: 120-123).

Los hallazgos de Cuvier en la cuenca de París son interesantes porque apoyan su fijismo con argumentos que en su momento fueron contundentes:

“[...] Otra objeción a mi sistema es ¿por qué las razas actuales no son variedades de las razas antiguas? Esa objeción debe parecer fuerte a las personas que creen en la posibilidad de una alteración indefinida de las formas de los cuerpos organizados, y que además piensan que durante una sucesión de edades y cambios repetidos de hábitat todas las especies podrían cambiar de unas a otras. Sin embargo, a estas personas puede dárseles una respuesta dentro de su propio sistema. Si las especies han cambiado poco a poco, se tendrían que encontrar rastros de las modificaciones graduales. Así, entre el Paleotheria y las especies actuales debe haber formas intermedias, y sin embargo, ningún descubrimiento se ha hecho [...] Los caracteres de una variación (estudiados en animales domésticos) son superficiales, por ejemplo, el color, que depende de la luz; el espesor del pelo que depende del clima; el tamaño del cuerpo que depende de la abundancia. Pero para los animales silvestres, las variaciones aún más a los hábitos de estos, por ejemplo, el lobo y el zorro habitan en los climas helados, casi no hay diferencia entre ellos. He comparado los cráneos de los zorros del norte con los egipcios y los franceses y no he encontrado ninguna diferencia [...] De esta manera, no es posible hallar un intermedio entre el conejo y la liebre [...] Soy consciente de que, como muchos naturalistas dicen, la tierra tiene miles de años y he tratado de recoger los documentos más antiguos en relación con la forma de los animales, los cuerpos que se hayan en las catacumbas egipcias (Cuvier, 1830: 121-135; traducción directa del francés).

En la siguiente sección se abordará la traducción al inglés del “Discurso” que es de donde surge una interpretación errónea de las ideas cuverianas y que hasta la fecha dicho error persiste en la mayoría de los trabajos que hablan sobre Cuvier y los catastrofistas.

3.4 *Essay on the theory of the Earth*, la traducción del Discurso al inglés por Robert Jameson

El “*Discurso*” gozó de éxito inmediato en la comunidad francesa gracias a la fauna que Cuvier expuso, una cantidad considerable de animales nunca antes vistos en la cuenca parisina, Cuvier cuenta un total de ciento cincuenta especies fósiles, de los cuáles noventa eran ignotos hasta entonces:

“[...] Noventa de estos animales son desconocidos para los naturalistas actuales; once o doce muestran semejanzas exactas con las especies conocidas de las que no hay duda de su identidad; otras muestran muchos puntos de similitud, aunque la comparación no se ha hecho con suficiente precisión. De las noventa especies desconocidas casi sesenta pertenecen a nuevos géneros y las restantes pertenecen a géneros desconocidos [...] De ciento cincuenta especies, aproximadamente un cuarto son cuadrúpedos ovíparos y todos los demás son mamíferos. Entre ellos, la mitad pertenece a animales ungulados sin pezuña [...]” (Cuvier, 1830: 110-111; traducción directa del francés).

A continuación, se muestra una enumeración de los hallazgos de Cuvier:

“[...] Hemos visto que zoofitos, moluscos y ciertos crustáceos aparecen en las formaciones de transición; en estos periodos hay también esqueletos de peces; pero se hallan a una distancia considerable de la época en que se descubren los restos de animales que viven en tierra y respiran aire. Los vastos lechos de carbón junto con los troncos de palmas y helechos evidencian la presencia de tierras secas. No existen huesos de cuadrúpedos vivíparos ni de cuadrúpedos ovíparos. Es más arriba, en las pizarras bituminosas que se hallan las primeras huellas de este tipo [...] Los primeros cuadrúpedos fueron semejantes a las lagartijas y a los monitores que ahora existen en las zonas tórridas [...] También hay esqueletos de tortugas [...] Ascendiendo se llega a las areniscas que sólo ofrecen huellas de palmas y monocotiledóneas [...] En las capas de piedra caliza del Jura [...] se encuentra un desarrollo pleno de los reptiles que alcanzan varias formas y tamaños gigantescos [...] En la parte media, compuesta por oolitas

y caliza gris existen cuadrúpedos ovíparos con órganos parecidos a los cetáceos [...] (como) el ictiosauro, ser con cabeza de lagarto, pero con un bozal atenuado, cónico y armado con dientes afilados, enormes ojos, columna vertebral compuesta de vértebras planas con forma cóncava parecida a la de los peces. Sus costillas son delgadas, con esternón y clavículas parecidas a las de los lagartos; una pequeña pelvis; cuatro miembros de los cuales los fémures y húmeros son cortos y gruesos. Aletas de una sola pieza, incapaces de flexión, análogas al uso que le dan los cetáceos [...] De ellos encontré cuatro especies [...] El plesiosaurio, que poseía cuatro miembros más alargados y flexibles. Sus hombros y su pelvis son robustos y sus vertebras y articulaciones tenían una forma igual a la de los lagartos y se distinguió por sobre todos los cuadrúpedos gracias a su cuello alargado, más que de cualquier otro animal [...] Junto con estos dos seres existían además amonitas y otros moluscos marinos [...] (Y cocodrilos) como el gavial, de hocico largo y con la cabeza más estrecha que el cocodrilo gavial del Ganges [...] Por encima de las pizarras se encuentra la caliza del Jura que contiene restos de más cocodrilos, diversos reptiles y tortugas dulceacuícolas [...] Algunos dicen encontrar fósiles de mamíferos en esta zona (en Soleura, Italia) aunque dicha afirmación está lejos de ser verdadera [...] En las arenas ferruginosas de Inglaterra, por encima de las tizas se encuentran tortugas, cocodrilos y *Megalosaurus* [...] e iguanodontes [...] (en estratos superiores) los fósiles de manatíes son diferentes a los de la actualidad, ya que tienen una cabeza más alargada. Sus costillas, son fácilmente reconocibles por su grosor, forma redondeada y textura densa [...] La población del sur de Francia cuenta con una notable abundancia de animales fósiles, con variedades del género Pachydermata que son parecidos a los tapires, rinocerontes y camellos. El Palaeotheria era similar a los tapires, aunque son más acortados los huesos de la nariz y tienen seis incisivos y dos colmillos en la mandíbula [...] En las mismas canteras de yeso está el Anaplotherium cuyas características no las presenta ningún otro animal, como pies de dos dedos, además sus metacarpianos y los metatarsianos se hallan separados; tienen seis incisivos en la mandíbula y sus caninos son cortos [...] El género Cheropotamus fue descubierto en las canteras

de yeso aunque encontrar sus restos es poco frecuente. Sus dientes son cuadrados, los molares anteriores pequeños, sin embargo, sus incisivos y los dedos de sus pies resultan desconocidos y es del tamaño de un cerdo de Siam [...] También hay huesos de marmotas y otros mamíferos restringidos al nuevo mundo [...] (en otro estrato superior) hubo un crecimiento del nivel del mar, por lo que es posible encontrar restos de cetáceos muy parecidos a los modernos, como los delfines y ballenas [...] También existen fósiles de rinocerontes, elefantes, felinos, caballos e hipopótamos junto con carnívoros del tamaño de un tigre. Dentro de estos animales se hay elefantes rusos denominados mamuts, cubiertos de lana roja, gruesa, larga, rígida con enormes colmillos como los elefantes contemporáneos. Dichos ejemplares se hallan en Rusia, Francia, España y Norteamérica, es decir, se distribuyen a ambos lados del Atlántico, por lo que se infiere que ese mar no estaba en toda extensión durante ese periodo. En América del Norte existen mastodontes, sus huesos son más grandes y sólidos y sus estómagos llenos de hojas magulladas [...] junto a los paquidermos hay rinocerontes e hipopótamos, muy comunes en áreas que hoy forman Francia, Alemania, Inglaterra e Italia [...] Asimismo se hallan hipopótamos del tamaño de un jabalí [...] El Megatherium es parecido a los armadillos y perezosos. Sus garras eran de tamaño monstruoso y su esqueleto posee una solidez extraordinaria. El Megalonix es similar y existen huesos de dedos enteros en algunas cuevas de Virginia y una isla de la costa de Georgia por lo que se infiere que convivió con elefantes y rinocerontes [...]" (Cuvier, 1830: 306-356; traducción directa del francés).

Como se aprecia, los resultados de Cuvier parecen indicar la existencia de una sucesión biótica gradual como lo proponían Lamarck y Saint-Hillaire, no obstante, Cuvier parte de una Tierra milenaria en la que hubo un solo acto de Creación en el que los animales fueron acomodados y se desarrollaron según su ambiente. En el momento en que una catástrofe llegase a sacudir alguna región del globo, ésta devastaba la fauna local para que posteriormente, los sobrevivientes repoblasen la tierra nueva debido a que las mismas catástrofes no

se limitaban a hundir fragmentos de tierra, sino que, además, emergían otros fragmentos de superficie sólida en otras partes del mundo.

Durante la primera mitad del siglo XIX, geólogos conservadores de Gran Bretaña trabajaron para reconciliar la ortodoxia científica con el relato del Génesis hallando en la obra de Cuvier el sustento para sus afirmaciones. Por ello, sus seguidores modificaron el esquema básico de la historia de la geología. Por ejemplo, para explicar la aparición de nuevas especies en el registro fósil, Cuvier alude a la migración. Sin embargo, a medida que hubo trabajos de campo más extensos, se fueron eliminando los orígenes plausibles de donde partirían las especies migratorias, por lo que muchos de los seguidores de Cuvier optaron por las creaciones múltiples como la explicación más realista para las apariciones repentinas de especies en el registro fósil dentro de un modelo creacionista (Larson, 2012: 30-33). En este contexto, el éxito del *Discurso* fue tal que éste alcanzó una traducción al inglés a cargo de Robert Jameson quien en 1827 elaboró una quinta edición cuyo título es *Essay on the Theory of the Earth*. La mayor parte de los hombres de ciencia angloparlante conocieron la teoría de las revoluciones del globo a través de las ediciones de Jameson; no resulta por tanto sorprendente que se atribuyeran a Cuvier ideas y razonamientos que éste nunca respaldó. La obra de Cuvier fue leída en un contexto cultural ideológico muy distinto en Reino Unido que en la Europa continental, ya que para los anglosajones la tradición de los físico-teólogos estaba viva, y el interés por conciliar ciencia y Escrituras tenía un amplio respaldo social (Alsina, 2006: 151).

En el prólogo de dicha traducción, Jameson ofrece un análisis valorativo sobre el debate evolucionista circulante durante la segunda década del siglo como tema propio de los naturalistas decimonónicos (Seccord, 1991: 4, 7-8; Hartley, 2001: 229; Tackray, 2002: 16; Rudwick, 1985:133; Galera, 2009: 130).

Robert Jameson, quien fue profesor de historia natural en la universidad de Edimburgo, desempeñó un papel importante en la historia de la evolución al sugerir explicaciones evolutivas de la diversidad de la vida a sus estudiantes, entre los que se encuentra el célebre naturalista Charles Darwin. En un pie de nota de la

introducción de *System of Mineralogy* (1804) expuso los principales problemas de la historia natural tal como los percibió en el siglo XIX. Para Jameson, la progresión orgánica se explicaría mejor por la transmutación, por lo que abraza la visión de Lamarck. Así, para Jameson el hallazgo de los fósiles demostraba el transformismo de Lamarck pues consideró que existía un cambio direccional en el ambiente físico de los seres vivientes que ocasionaba la transmutación de las especies (Jenkins, 2016: 528, 538, 540; Santiesteban, 2010: 1).

En 1826 Jameson redactó la última edición del “*Discurso*” de Cuvier y la publicó hasta 1827. Las *Ilustraciones* proporcionadas por Jameson fueron muy extensas, estas adiciones a la quinta edición exhiben las ideas defendidas por él. Aunque Jameson no era simpatizante de la doctrina fijista de Cuvier, fue seguidor de Werner, de hecho, fundó en Edimburgo la *Wernerian Society*, sociedad dedicada a la propagación de las ideas de Werner. En el prefacio y el apéndice de la “*Teoría*”, Jameson hace una defensa del océano universal con granito y otros estratos (Santiesteban, 2010: 1; Secord, 1991: 6). A continuación, se proporciona el prefacio a la “*Teoría*” en la que Jameson alaba a Werner y lo expone como fundador de la Geología:

“[...] La geología, ahora merecidamente una de las más populares y atractivas de las ciencias físicas, fue, hace no muchos años, tenuta en poca estimación; e incluso en la actualidad no faltan algunos que no duden en sostener que es un mero tejido de fenómenos enfermos y de hipótesis de extravagancia ilimitada [...] La obra de Cuvier ahora puesta ante el público contiene no sólo una respuesta completa a estas imputaciones ignorantes, sino también demuestra la exactitud, extensión e importancia de los hechos y razonamientos de esta rama deliciosa de la Historia Natural [...] ¿Puede mantenerse de una ciencia que requiere para su procesamiento exitoso un íntimo conocimiento de Química, Filosofía Natural, Botánica y Mineralogía y que conecta estos diferentes departamentos de conocimientos de una interesante y sorprendente manera que no tienen ningún valor? ¿Se puede mantener de la Geología, que nos revela la historia del origen de los primeros seres orgánicos, y traza su desarrollo gradual

de la monada al hombre que enumera y escribe estos cambios, y que incluso nos intuye en la primera historia de la especie humana que no ofrece gratificación al filósofo? [...] ¿Pueden incluso aquellos que estiman el valor de la ciencia, no por los deseos intelectuales, sino por las ventajas, negar la importancia de la Geología, ciertamente uno de los fundamentos de la agricultura y que nos permite buscar materiales para innumerables propósitos económicos importantes? [...] La geología tomó su lugar en la Academia de Freyberg, con el ilustre Werner, a quien se supone su actual e interesante condición. Siendo éste el caso, no deberíamos (como es actualmente demasiado la práctica) en medio de numerosos descubrimientos del reino mineral que se han hecho desde que se dio a conocer el sistema e investigación de ese gran intérprete de la naturaleza, olvidarse del amo, y arrojar todo a nosotros mismos [...]” (Cuvier, 1827: 5-7; traducción directa del inglés).

En el siguiente párrafo se expone parte del apéndice escrito por Jameson y que en la “*Teoría*” lleva el título de “Sobre el Diluvio Universal”:

“[...] Cuvier en el presente trabajo [...] enumera las tradiciones mosaica, griega, asiria, persa, india y china en lo referente al Diluvio Universal y concluye de ellas que la superficie del globo hace cinco o seis mil años sufrió una revolución general y repentina, en la cual las regiones habitadas por los seres humanos que vivieron en ese momento, y por las diversas especies animales conocidas hoy día, fueron inundadas por el océano y de ello surgieron las presentes porciones habitables del globo. Este famoso naturalista sostiene además que estas regiones de la tierra fueron pobladas por los pocos individuos que fueron preservados (fossilizados) y que la tradición de la catástrofe se preservó entre las razas de gente, modificadas de diversas maneras por la diferencia de su situación y disposición. Según Cuvier, se produjeron revoluciones de similar naturaleza en periodos anteriores al diluvio mosaico. La tierra seca estaba habitada, si no por los seres humanos sí por animales terrestres de un periodo anterior, y que la superficie cambió para formar el fondo oceánico, y hasta concluye que dicho cambio ocurrió más de una vez. Esta opinión se presenta de manera geognóstica

y nos permite preguntarnos si la conformación de las estructuras debe su conformación al Diluvio Universal[...] Sabemos por argumentos sugeridos por la química y la mecánica superior que el globo se hallaba en estado líquido [...] (Cuvier, 1827: 417-418; traducción directa del inglés).

La afirmación anterior respecto a Cuvier es errónea, como se demostró en capítulos anteriores, para Cuvier las catástrofes podían alcanzar dimensiones continentales más no globales. La última frase constituye la aprobación de Jameson a Werner, pues al igual que Cuvier, Jameson fue un neptunista. En párrafos posteriores, Jameson se dedica a criticar el sistema de las revoluciones de Cuvier. De esta manera, Jameson discute acerca de si el Diluvio Universal fue un acontecimiento real y no uno ficticio, al exponer por un lado que los restos de carbón vegetal constituyen una evidencia de que no hubo un diluvio, ya que están alternados con restos de arenisca y otros materiales pétreos que le llevan a suponer que la superficie terrestre tuvo varios cambios en su historia reciente. No obstante, como punto concluyente para demostrar la existencia del Diluvio Universal se basa en la geognosia de Werner, a través de esta, Jameson argumenta que los conglomerados son la evidencia irrefutable del Diluvio Universal, el cual, por cierto, afirma no sucedió de forma repentina y catastrófica, sino gradualmente, al hallarse en el registro fósil restos de testáceos dulceacuícolas y marinos en diferentes estratos. Jameson asegura que existen especies que con los estímulos adecuados pueden adaptarse a hábitats distintos, por ejemplo, menciona que las especies marinas son capaces de adaptarse a ambientes lacustres y viceversa. Jameson incluye al final, una defensa del Diluvio Universal al asegurar que éste no se debió al ascenso repentino de los mares ni a una lluvia prolongada, sino que más bien el diluvio proviene por el desborde de líquido proveniente de las cuencas montañosas.

Jameson sostiene también en sus ilustraciones lo siguiente:

“[...] El mundo orgánico con vigor juvenil se renueva diariamente y descompone sus materiales sólo para reunirlos por nuevas combinaciones en sucesión ininterrumpida [...]” (Cuvier, 1827: 431; traducción directa del inglés).

Esta traducción en conjunto con la tradición angloparlante de conjuntar la Escritura con la ciencia respecto a la defensa del Diluvio llevó a los naturalistas a malinterpretar la obra de Cuvier, pues apoya la visión de las creaciones sucesivas adoptada por naturalistas contemporáneos a Jameson y que fueron además seguidores de Cuvier, como D'Orbigny y Agassiz (Faria, 2012: 300).

Conclusiones:

Uno de los temas centrales en la Biología moderna es sin duda, la extinción (Núñez et al, 2003: 387), una cuestión que pese a la relevancia que tiene, no siempre estuvo presente en el marco epistemológico de Occidente (Crespo, 1995). Fue Georges Cuvier, quien a finales del siglo XVIII y principios del XIX puso de manifiesto que una serie de revoluciones provocaron la aniquilación de especies a través del estudio de diversos fósiles (Molina, 1994: 12).

Mediante el empleo de sus conocimientos en anatomía comparada, Cuvier en *Memoire sur les espèces d'Elephants tant vivantes que fossiles* (1796) se dedica al estudio de molares de diferentes especies de proboscídeos, en concreto, los elefantes africano y asiático, además de algunos ejemplares fósiles de mamut y mastodonte y de los que concluye que se tratan de especies distintas y no variedades de una misma; adicionalmente, llega a la conclusión de que las dos últimas especies mencionadas se encuentran extintas (Arita, 2016: 43; Barysshnikov et al, 1999: 5).

A pesar de que en las “*Memorias*” llega a dicha conclusión, es en *Discours sur les révolutions de la Surface du globe et sur les changements qu’elles ont les changements qu’elles ont produits dans le règne animal* (1812) donde explica más a detalle sus ideas, compaginando el descubrimiento de que las especies pueden desaparecer de la faz terrestre con una de sus más brillantes ideas: el catastrofismo.

En el “*Discurso*”, Cuvier argumenta que, a lo largo de su historia, la Tierra sufrió diversos cataclismos originados por el ascenso-descenso de los mares que a su vez le dieron a la corteza terrestre su forma actual. La consecuencia de dichas sobre la biota era sólo una: la aniquilación. Si bien, Cuvier no menciona el término “*extinción*” en el “*Discurso*”, sí empleó una idea similar a la concebida en la actualidad para referirse a la desaparición total de especies de la faz de la Tierra. Si una revolución acontecía sobre un continente, o una isla, los sobrevivientes, si es que los había, se encargarían de repoblar aquella superficie;

o bien, en caso de no haber sobrevivientes, especies migratorias de regiones cercanas se ocuparían de repoblar la porción afectada, una vez que ésta emergiera de entre las aguas (Cuvier, 1830: 15-17, 7-19, 28-29, 62-63, 133-135). Así fue como Cuvier intentó explicar las discontinuidades en el registro fósil.

Cuvier centró sus estudios en vertebrados tetrápodos (Rieppel, 1983: 82), ya que, en su opinión, las osamentas son indicadores de las revoluciones, pues éstas dan indicio del ascenso-descenso de los mares sobre determinadas regiones de la Tierra (Cuvier, 1830: 62-66). De hecho, de acuerdo con algunas interpretaciones de historiadores como Alsina (2006: 140), sólo mediante el estudio de los vertebrados terrestres Cuvier visualizó a la extinción como un hecho.

Es importante señalar cómo a pesar de que Cuvier y Lamarck estudiaron el registro fósil, el encargarse de organismos con distintas formas de organización los llevó a resultados completamente opuestos. Mientras que para Lamarck, el estudio de los invertebrados fósiles era evidencia de una gradualidad que demostraba la existencia de especies semejantes o análogas y por ende, la transmutación; para Cuvier, las discontinuidades que presentaban los vertebrados constituyeron la fuente irrefutable de que dicha gradualidad era inexistente, y por ende, la transmutación se volvió algo inverosímil para él.

Si bien, el que Cuvier fuera un antagonista de las ideas transformistas le valió un olvido injustificado por parte de la Biología moderna y la fama de ser considerado como un conservador, rígido y autoritario; su defensa del fijismo iba más allá del abuso de poder y la religión como lo mencionan las interpretaciones *whigt*.

En el “*Discurso*” se encuentran algunos apartados que Cuvier se dedica a defender al fijismo, y que pueden sintetizarse de la siguiente manera:

- ✓ Existe coincidencia entre las formas vivientes descritas en la antigüedad con las contemporáneas.
- ✓ Las discontinuidades que el registro fósil muestra en los vertebrados.

- ✓ El principio de correlación de las partes.

De acuerdo con este último punto, a partir del cual creó su sistema de clasificación dividido en cuatro *embranchements*, cada organismo constituye un sistema cerrado que se halla en armonía, y en el que todas las partes coinciden entre sí y convergen para la misma acción definitiva mediante una reacción recíproca, es decir, ninguna parte de un ser organizado puede cambiar sin que las otras lo hagan (Russell, 1948: 34; Caponi, 2003: 35; Caponi, 2014 a: 59; Caponi, 2004 a: 234-235).

Resulta interesante cómo el estudio en las discontinuidades del registro fósil constituye la evidencia de que los cambios que operan sobre la superficie terrestre y la biota suceden de manera espontánea.

Para Gould, las discontinuidades son evidencia de periodos de estasis, en los que los organismos apenas sufren modificaciones, seguidos por puntuaciones, en las que los organismos adquieren modificaciones morfológicas de forma geológicamente instantánea. En este sentido, las extinciones masivas resultan fundamentales para dicha interpretación, ya que éstas proporcionan nuevos nichos ecológicos que los organismos explotan rápidamente y toman ventaja de esa oportunidad, diversificándose dentro de las limitaciones impuestas por su plan corporal básico (Eldredge, 2002 :227; García, 2002: 102; Leakey & Lewin, 1998 : 24).

Por otra parte, en la opinión de Cuvier, las discontinuidades son evidencia de fenómenos catastróficos cuyo resultado era la extinción, dichos procesos ocurrían de manera natural, a diferencia de sus predecesores quienes acudían a explicaciones teológicas o metafísicas, como el mismo Cuvier lo mencionó en el estudio que realiza de éstos.

Finalmente, debe añadirse un breve listado con las principales aportaciones que realizó este personaje para la biología:

1. Revolucionó el estudio de la anatomía comparada.
2. Realizó aportaciones al estudio de la estratigrafía.
3. Explicó las causas del cambio en la sucesión de especies a través del catastrofismo.
4. Creo la idea de extinción, piedra angular de la teoría evolutiva.

Así, puede concluirse que Cuvier concibió la extinción como un proceso natural, irreversible de carácter catastrófico del que resultaba la aniquilación de especies empleando como evidencia empírica el registro fósil y la anatomía comparada, lo cual resulta contrario a las interpretaciones *whig*.

Apéndice I:

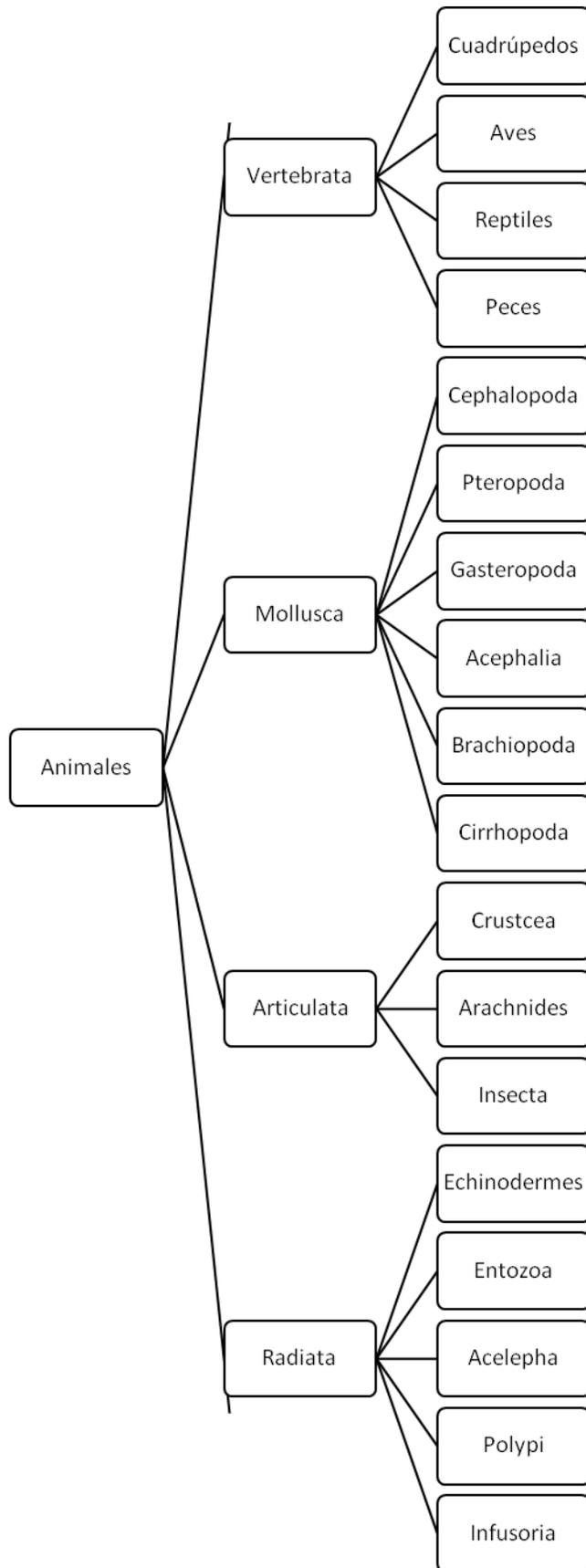
A continuación, se presenta una tabla con los cuatro *embranchements* derivados de los principios anteriormente mencionados (Bowler, 1989: 114; Zamora, 2008: 391):

<i>Vertebrata</i>	Criaturas que poseen un cerebro y sistema nervioso envueltos por columna vertebral. Los músculos generalmente cubren el cuerpo al que le ocasionan el movimiento. Presentan sangre roja, corazón, boca, órganos de los sentidos, nunca más de cuatro articulaciones y sexos separados. Aquí se incluyen las cuatro clases linneanas: mamíferos, aves, reptiles y peces.
<i>Mollusca</i>	Criaturas sin columna vertebral ni esqueleto, sino que se hallan atados a un envoltorio suave. El sistema nervioso se compone de masas esparcidas, siendo la mayor de ellas el cerebro que se encuentra en el esófago. Poseen órganos del gusto y la vista y sólo una familia tiene órganos de audición. Presentan un sistema circulatorio completo y órganos particulares de la respiración. Su digestión y secreción son complejos. Su grado de organización no es tan uniforme como el de los vertebrados. Cuentan con presencia de caparazón externa: ostras, almejas, etc.
<i>Articulata</i>	Criaturas con cuerpos segmentados o articulados. Su sistema nervioso consiste de dos cuerdas largas que presentan ganglios, siendo el primero de ellos el cerebro ubicado sobre el esófago. La cubierta del cuerpo está dividida por anillos. Los músculos están situados internamente. En general se presentan articulaciones atadas al tronco. En ellos se observa la

	<p>transición de una circulación por vasos cerrados a una nutrición por imbibición y de una respiración por órganos circunscritos a aquella por tráqueas localizadas por todo el cuerpo. Presentan órganos del gusto y la vista. Sólo una familia posee órganos de la audición: insectos, arañas, lombrices, etc.</p>
<p><i>Radiata</i></p>	<p>Criaturas con cuerpo radial o circular. Los órganos están dispuestos como rayos alrededor de un centro. No presentan sistema nervioso distintivo ni órganos de los sentidos. En algunos es difícil encontrar vestigios de la circulación. Sus órganos respiratorios se encuentran en la superficie del cuerpo. Su intestino es sólo un saco. Los inferiores de la serie son una pulpa homogénea con movimiento y sensibilidad: estrellas de mar, erizos de mar, etc.</p>

Apéndice II:

Se presenta un mapa creado por Zamora (2008: 390) en donde se incluye la clasificación natural de los grupos principales de animales inferidos en *Le règne animal arrangé en conformité avec son organisation* (1831):



Literatura citada:

1. Al-Chueyr, L.P.M. Haddad, B. A.M. 2007. Lamarck: Evolução orgânica e tempo: algumas considerações. *Filosofia e História da Biologia*. II: 279-296 pp.
2. Alineli, M. 2004. The influence of catastrophism on historical linguistics. *Origin of European Languages*. I: 26-36 pp.
3. Allam, A. 2002. Causas de extinción relacionadas a la Tierra. En: García, P. Montellano, M. Quiroz, S.A. Sour, F. Ceballos, S. Chávez, L. [Comp.]. *Paleobiología, Lecturas Seleccionadas*. La Prensa de Ciencias. 2ª ed. México. 267-277 pp.
4. Alsina, C.J. 2006. *Historia de la Geología*. Editorial Montesinos. España. 230 p.
5. Alsina, C.J. 2009. De la Teoría de la Tierra a las Épocas de la Naturaleza de Buffon: Análisis de una mutación conceptual. *ILUIL*.XXXII: 5-32 pp.
6. Álvarez M.E. 2004. *Filosofía de las Ciencias de la Tierra, el cierre categorial de la geología*, Pentalfa Ediciones. Oviedo, España. 355 p.
7. Alvear, A.C. 2005. *Historia Universal Contemporánea*. 2ª ed. Limusa Noriega. México. 328 p.
8. Alves, F.M. 2003. A teleologia na biologia contemporânea. *Scientiae studia*. I (2): 183-193 pp.
9. Anderson, M.S. 1968. *La Europa del siglo XVIII (1713-1789)*. Fondo de Cultura Económica. 245 p.
10. Arita, H.T. 2016. *Crónicas de la extinción*. Fondo de Cultura Económica. 269 p.
11. Arz, J.A. Arenillas, I. Molina, E. 2000. El impacto de un asteroide en Yucatán y la gran extinción cretácico/terciario. *Ciencia UANL*. III (2): México, p. 154-159 pp.

12. Asma, S.T. 2001. *Stuffed Animals and Pickled Heads: The Culture and Evolution of Natural History Museums*. Oxford University Press. New York. 302 p.
13. Baena, L.M. Halfter, G. 2008. Extinción de especies. En: CONABIO. *Capital Natural de México*. Vol. I: Conocimiento actual de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México. 263-282 pp.
14. Bajo, J.M. 2016. Las ideas sobre evolución desde los antiguos griegos a Darwin. *Revista FCEFyN*. III (2): 111-121 pp.
15. Baker, V.R. 1998. Catastrophism and uniformitarianism: Logical roots and current relevance in geology. En Bundell, D.J. & Scot A. C. *Lyell: The past is the key to the present*. Geological Society. London. 376 p.
16. Barberá, O. 2009. Extinción: una forma distinta de ver la vida. *Alambique* 62: 29-42 pp.
17. Barreiro, R.H. 2010. La educación como cuestión de Estado: de Platón a la Ilustración Francesa. *Historia de la Educación: Revista Interuniversitaria*. 6: 161-169 pp.
18. Barrena, P.P. Rivas, C.P. Torregosa C. V. 2010. Las colecciones de fósiles y su interés en la investigación científica y la divulgación desde los gabinetes de curiosidades de historia natural a los museos paleontológicos gestionados por entidades privadas. En: Vintaned G.J.A. [Ed.]. *La Paleontología en los museos, homenaje al profesor Eladio Liñán Guijarro*. Colección Actas Paleontológicas. Zaragoza. 55-62 pp.
19. Baryshnikov, G. Haynes, G. Klimowicz, J. 1999. Mammoths and the Mammoth fauna. *Annual of the Natural History Museum Rotterdam*. VI: 1-8 pp.
20. Bascompte, S.J. Luque S. B. 2012. *Evolución y complejidad*. Universitat de València. España. 196 p.
21. Bornbush, A.H. 1989. Lacépède and Cuvier. A comparative case study of goals and methods in the late eighteenth and the early nineteenth century fish classification. *Journal of History of Biology*. XXII (1): 141-161 pp.

22. Borrego, M.J. García, R. Guede, B. Menéndez, E. Pacheco, F. 1996. La utilización de la Historia de la Ciencia para trabajar con problemas relacionados con los fósiles. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. IV (1): 46-52 pp.
23. Bourdier, F. 1981. Georges Cuvier. En : Gilliespie, C. [Ed.]. *Dictionary of Scientific Biography*. Vol. III. Scribners. New York. 521-527 pp.
24. Bowler, P.J. 1989. *Evolution: The History of an Idea, Revised edition*, University of California Press. USA. 432 p.
25. Brooke, J.H. 1991. *Science and Religion, Some Historical Perspectives*. Cambridge University Press. New York. USA. 422 p.
26. Bryson, B. 2003. *Una breve historia de casi todo*. Editorial RBA. Barcelona, España. 449 p.
27. Bureck, C.V. 2002. History of stratigraphy and the age of the earth at the end of 18th century and 19th century, the use of the history of geology to teach pupils about geological time. En; Hernández, G.M. *Proyecto Penélope, el papel de la Historia de la Ciencia en la enseñanza secundaria; le role de l'Historie des Sciences dans l'Enseignement Secondaire; the role of the History of Sciences in secondary education*. Fundación Canaria Orotova de Historia de la Ciencia. La Orotova, España. 241 p.
28. Burkhardt, Jr. R.W. 1970. Lamarck, evolution and the politics of science. *Journal of the History of Biology*. III (2): 275-298 pp.
29. Cabezas, O.E. 2002. *La Tierra, un debate interminable: Una historia de las ideas del origen de la Tierra y el Principio de Uniformidad*, Prensa Universitaria de Zaragoza. España. 202 p.
30. Cahn, T. 1972. L'oeuvre d'Etienne Geoffroy Saint-Hilaire dans une perspective de l'évolution de la pensée scientifique. *Revue d'histoire des Sciences*. XXV (4) : 301-310 pp.
31. Camós, A. 1992. El maleficio de Lamarck. *Métode* (56): 37-41 pp.

32. Cannon, W.F. 1960. The Uniformitarian-Catastrophist Debate. *ISIS*. LVI (1): 38-55 pp.
33. Canudo, J.I. 2005. Bucardos y meteoritos, la extinción de los dinosaurios. *En: Meléndez, G. Moreno-Aranza, N. [Ed.]. La vida y los ambientes en el periodo Cretácico*. SEPAZ. España. 183-214 pp.
34. Caponi, G. 2003. Os modos da teleología em Cuvier, Darwin e Claude Bernard. *Scientiae Studia*. I (1): 27-41
35. Caponi, G. 2004 a. Los objetivos cognitivos de la paleontología cuveriana. *Principia*. VIII (2): 233-258 pp.
36. Caponi, G. 2004 b. Georges Cuvier ¿Un hombre olvidado en la historia de la fisiología? *Asclepio*. LVI (1): 169-207 pp.
37. Caponi, G. 2005. Funcionalismo cuveriano vs. adaptacionismo darwiniano. Consideraciones sobre la noción de condiciones de existencia. *Episteme*. 79-99 pp.
38. Caponi, G. 2006. Retorno a Limoges. La adaptación en Lamarck. *Asclepio Revista de la Medicina y de la ciencia*. LVIII (1): 7-41 pp.
39. Caponi, G. 2011. Los taxones como tipos: Buffon, Cuvier y Lamarck, História. *Ciências, Saúde– Manguinhos*. XVIII (1): 15-31 pp.
40. Caponi, G. 2013. Entre el Dios de Paley y el Dios de Bonnet: El parco evolucionismo teísta de Richard Owen. *Principia*. XVII (1): 71-101 pp.
41. Caponi, G. 2014 a. Herbert Spencer : Entre Darwin y Cuvier. *Scientiae studia*. XII (1): 45-71 pp.
42. Caponi, G. 2014 b. La génesis de las especies según Jean-Claude Delamethrie. *ILUIL*. XXXVII (79): 13-38 pp.
43. Carrillo, T. C. 2003. Algunas consideraciones sobre la evolución de las sirenas. *Ciencias*. I (32): 35-47 pp.
44. Casinos, A. 2009. *Las vidas paralelas de Georges Cuvier y GeorgWilhelm Friedrich Hegel, naturaleza y filosofía*. CSIC. Madrid. 301 p.
45. Casinos, A. 2013. Cuvier, Hegel and Naturphilosophie. *Revue de Paléobiologie*. XXXII (2): 315-323 pp.

46. Castellanos, C.A. 2006. Extinción: Causas y efectos sobre la diversidad biológica. *Revista Luna Azul*. 33-37 pp.
47. Castro, M.J.A. 2012. La Biología como ciencia histórica: El caso de la evolución. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. V (9): 19-37 pp.
48. Cecchi, C.M. Guerrero-Bosnaga, C. Mpodozis, J. 2001. ¿El crimen? De Aristóteles. *Revista Chilena de Historia Natural*. LXXIV: 507-514 pp.
49. Claramonte, S.V. 2011. Historia breve de las contribuciones evolucionistas a la filosofía biológica predarwinista: Desde la Edad Media hasta Darwin. *Contrastes: Revista Internacional de Filosofía*. XVI: 85-108 pp.
50. Claude, L. Monty, V. 1968. D'Orbigny's Concepts of stage and zone. *Journal of Paleontology*. XLII (3): 689-701 pp.
51. Cojocar, I. 2009. The revolutionary transition from essentialist to populationary thinking biology. *Biologie animal*. LV: 241-254 pp.
52. Coleman, W. 1973. Limits of recapitulation theory, Carl Kilmeyer's critique of the presumed parallelism of Earth history, Ontogeny and the present order of organism, *Journal of History of Biology*. LXIV (3): 341-350 pp.
53. Colino, P.F. 2010. El concepto de prehistoria paleolítica a lo largo de la investigación. *Ab Infinito*. 1: 8-21 pp.
54. Colinvaux, P. 1982. *Introducción a la Ecología*. Limusa. México. 679 p.
55. Connolly, S. 2014. *La Revolución Francesa*. Trillas. 56 p.
56. Corona, M.E. 2015. George Cuvier: Sus contribuciones a la anatomía comparada y a la paleontología. *El Tlacuache: Suplemento Cultural de La Jornada*. 660: 2 p.
57. Courtillot, V. Le Mouél J.L. 2007. The study of Earth's magnetism [1269-1950]: A foundation by peregrinus and subsequent development of geomagnetism and paleomagnetism. *Reviews of Geophysics*. XLV: 1-31 pp.
58. Crespo, C.P. 1995. *Conciencia de la extinción: una derivación metafísica del ambientalismo*. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador. 59 p.

59. Crisci, J.V. 2001. La Biodiversidad como recurso de la Humanidad. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*. LV: 256-268 pp.
60. Cruz-Coke, M.R. 2009. Bicentenario de Lamarck [1809]. *Revista Médica de Chile*. 137: 1532-1537 pp.
61. Curtis, H. 2006. *Invitación a la Biología*. 6ª ed. Editorial Médica Panamericana. Argentina. 768 p.
62. Cuvier, G. 1827. *Essay on the Theory of the Earth with geological illustrations by professor Jameson*. 5th ed. William Blackwood, Edinburgh Cadell Strand. London. 550 p.
63. Cuvier, G. 1830. *Discours sur les révolutions de la Surface du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal*. 6ª ed. Chez Edmond D'Ocagne Press. París. 335 p.
64. Daros, W.R. 2003. Charles Darwin, agnóstico y creyente, enfoque epistemológico, el creer y sus razones. *Invenio*. VI (10): 7-43 p.
65. Darwin, C. 1994 [1859]. *El origen de las especies*. Porrúa. México. 377 p.
66. Dean, D.R. 1992. *James Hutton and the History of Geology*. Cornell University Press. United States of America. 303 p.
67. Dilthey, W. 1956. *Historia de la Filosofía*. 2ª ed. Fondo de Cultura Económica. 273p.
68. Dobzhansky, T. Ayala, F. Stebbins, G.L. Valentine, J.W. 1980. *Evolución*. OMEGA. Barcelona, España. 558 p.
69. Dodick, J. Orion, N. 2003. Geology as an historical science. Its perception within science and the education system. *Science & Education*. XII:197-211 pp.
70. Egerton, F.N. 1973. Concepts of the balance of nature. *The Quarterly review of Biology*. XLVIII (2): 322-350 pp.
71. Eigen, E. 1997. Overcoming impressions: George's Cuvier types. *Journal of History of Biology*. 30: 179-209 pp.

72. Elden, S. 2013. Leibniz and Geography: Geologist, paleontologist, biologist, historian, political theorist and geopolitician. *Geographical Helvetica*. 68: 81-93 pp.
73. Eldredge, N. 2002. Macroevolución. En: García, P. Montellano, M. Quiroz, S.A. Sour, F. Ceballos, S. Chávez, L. [comp]. *Paleobiología, lecturas relacionadas*. 2ª ed. La prensa de ciencias. México. 219-241 pp.
74. Espinosa, O.D. Morrone, J.J. Llorente, B.J. Flores, V.O. 2002. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. La Prensa de Ciencias. México, 133 p.
75. Faria, F. 2012. A relucão darwiniana na paleontología e a idea de progresso no proceso evolutivo. *Scientiae studia*. X (2): 297-326.
76. Faria, F. 2013. Georges Cuvier et le premier paradigme de la paléontologie. *Revue de Paléobiologie*. XXXII (2) : 297-302 pp.
77. Faria, F. 2015. Actualismo, catastrofismo y uniformitarismo. En: Caponi, G. Bacarlett, P.M.L. [Coord.]. *Pensar la vida: Filosofía, naturaleza y evolución*. Universidad Nacional Autónoma del Estado de México. México. 55-81 pp.
78. Femenias, G.J. Colino, P.F. 2011. El concepto de extinción en el cuaternario. *Ab Initio*. IV: 3-14 pp.
79. Fernández, L. S.R. 2000. La naturaleza del registro fósil y el análisis de las extinciones. *Coloquios de Paleontología*. LI: 267-280 pp.
80. Fernández, L.S. 1987. Biocronología y Bioestratigrafía: Su desarrollo Histórico. En: Real Academia de Ciencias Exactas. Físicas y Naturales. *Curso de conferencias sobre Historia de la Paleontología*. Madrid, España. 185-215 pp.
81. Fernández, M.E. 2010. Construyendo una nueva visión de la historia de la vida. *Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. XVIII (1): 60-73 pp.
82. Ferrusquía, V.I. 2013. Geología/Paleontología: Una relación muy enriquecida. *Paleontología Mexicana: La semana de Paleontología en Coahuila*, III (64): 5-13 pp.

83. Florencia, M. Halpern, K. 2009. *Los que aquí vivieron: Paleontología argentina*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Ministerio de Educación de la Nación. Buenos Aires, Argentina. 161 p.
84. Galera, A. .2009. Lamarck y la conservación adaptativa de la vida, *Asclepio, Revista de la Medicina y de la Ciencia*. LXI (2): 129-140 pp.
85. Galera, A. 2002. Modelos evolutivos predarwinistas. *Arbor*. CLXXIII (677): 1-16 pp.
86. García, C.C.M. 2003. La teoría de la Tierra [1785-1788] de James Hutton. Visión cíclica de un mundo cambiante. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*.XII (2): 126-132 pp.
87. García, L.J.A. 2002. Catastrophism and Hindsight: Narrative Hermeneutics in Biology and in Historiograph. En: Plo-Alastrue, R. Martínez-Alfaro. M. J. *Beyond Borders: Redefining Generic and Ontological Boundaries*. Anglistische Forschungen. Heilderberg. 105-119 pp.
88. Garibay, K. A. M. 2009. *Mitología griega: Dioses y héroes*. Colección Sepan Cuantos, Porrúa. México. 383 p.
89. Gaudant, J. 2008. *Johan Jakob Scheuchzer, les fossiles témoins du deluge*. Mines ParisTech Les Presses. Paris, France. 164 p.
90. Gaudant, J. 2009. Johan Jakob Scheuchzer [1672-1733] Fossils and Deluge. *Berichte der Geologischen Bunesanstalt*. (45): 12 p.
91. Gershenowitz, H. 1980. Napoleon and Lamarck. *Indian Journal of History of Science*. XV (2): 204-209 pp.
92. Gerstner, P.A. 1968. James Hutton's Theory of Earth and his Theroy of Matter. *Isis*. LIX (1): 26-31 pp.
93. Giordano, J.L. 2015. *Cuando los mundos y las ideas chocan: Cometas. Asteroides e Inconformistas*. Editorial Dunken. Buenos Aires, Argentina. 408 p.
94. Gould, J.S. 1987. *La flecha del tiempo: Mitos y metáforas en el descubrimiento del tiempo geológico*. Alianza Editorial. España. 232 p.

95. Gould, S.J. 1982. El equilibrio puntuado y el enfoque jerárquico de la macroevolución. *Revista de Occidente*. 18-19: 121-148 pp.
96. Gould, S.J. 1994. *Ocho cerditos*. Editorial Crítica. Barcelona. 618 p.
97. Gould, S.J. 2001. *Las piedras falaces de Marrakech*. Drakontos. Barcelona. 392 p.
98. Hadley, H.G. 1963. The History of the Evolutionary Concept. *The Ministry. International Journal for pastors*. XXXIV (11): 10-13 pp.
99. Hallam, A. 2008. Neptunistas, vulcanistas y plutonistas. En: Llorente, J. Ruíz, R. Zamudio, G. Noguera, R. *Fundamentos históricos de la Biología*. UNAM. México. 243-271 p.
100. Haller, J.S. 1969. The Species Problem. Nineteenth concepts of racial inferiority in the origin of man controversy. *American Anthropologist*. LXXII: 1319-1328 pp.
101. Hartley, S.D. 2001. *Robert Jameson. Geology and polite culture. 1796-1826: Natural knowledge enquiry and civic sensibility in late Enlightenment Scotland*. Edinburgh University Press. Scotland. 275 p.
102. Hidalgo, U. Jerez, R.J.M. Varela, D. 1995. *Ciencias Biológicas*. Santillana. Santiago, Chile. 256 p.
103. Hoopkwood, N. Shafter, S. Seccord, J. 2010. *Seriality and scientific objects in the nineteenth century*. Vol. XLVIII. University of Cambridge. United Kingdom. 249 p.
104. Hsü, K.J. 1990. Actualistic catastrophism and global change. *Palaeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*[Global and planetary change section], 89: 309-313 pp.
105. Hugget, R. 1997. *Catastrophism, asteroids, comets and other dynamic events in Earth History*. 3ª ed. Verso. London, 262 p.
106. Hull, D.L. 1967. The metaphysics of evolution. *The British Journal of the History of Science*. III (4): 309-337 pp.
107. Jablosnky, D. 2002. Causas extraterrestres de extinción. En: García, P. Montellano, M. Quiroz, S.A. Sour, F. Ceballos, S. Chávez, L. [Comp.].

- Paleobiología, Lecturas Seleccionadas*. La Prensa de Ciencias. 2ª ed. México. 277-291 pp.
108. James, J.A. 1838. *The Flower faded: A short memoir of Clementine Cuvier, Daughter of Baron Cuvier*. D, Appleton & Co. New York, 351 p.
109. Jenkins, B. 2016. Neptunism and transformism: Robert Lameson and other evolutionary theorists in early nineteenth-century Scotland. *Journal of the History of Biology*. XLIX: 527-557 pp.
110. Keller, G. 2005. Impacts. Volcanism and mass extinction: Random coincidence or cause and effect? *Australian Journal of Earth Sciences*. LII: 725-757 pp.
111. Kempe, M. 2003. The Genesis story and natural disasters in early modern times. *Environment and History*. 9 (2): 151-171 pp.
112. King, C. 1877. Catastrophism and Evolution. *The american naturalist*. XI (8): 449-470 pp.
113. Köhler, U. 2002. Meteors and comets in ancient Mexico. En: Koeberl, C. MacLeod, K. Kenneth, G. *Catastrophic events and mass extinctions: Impacts and beyond*. Special paper of the Geological Society of America, Colorado. 1-7 pp.
114. Kolbert, E. 2015. *La sexta extinción: una historia nada natural*. Editorial Drakontos. España. 340 p.
115. Koutsoukos, E. 2005 a. Stratigraphy. Evolution of a concept. *Applied Stratigraphy*. XXIII: 3-19 pp.
116. Koutsoukos, E. 2005 b. *Applied Stratigraphy*. Springer, Netherland. 488 p.
117. Kragh, H. 2003. Volta's Apostle: Christoph Heinrich Pfaff, Champion of the Contact Theory. En: Bevilacqua, F. Fregonese, L. *Nouva Voltiana: Studies on Volta and his times*. Università degli di Pavia. Italia. 69-82 pp.
118. Kröpotkin, P. 2005. *El apoyo mutuo, un factor de evolución*. Instituto de Estudios Anarquistas. Santiago, Chile. 242 p.

119. Kulikovsky, A.S. 2006. Creation and Genesis: A historical Survey. *Creation Research Society Quaterly Journal*, XLIV (2): 206-219 pp.
120. Langins, J. 2004. Diverging parallel lives in science, unpublished correspondence from George Frederic Parrot to George Cuvier. *Journal of Baltic Studies*. V (3): 297-320 pp.
121. Larson E.J. 2012. *Evolución*. Penguin Random House. 416 p.
122. Leakey, R. Lewin, R. 1998. La sexta extinción: El futuro de la vida y de la humanidad. Metatemas. España. 177 p.
123. Ledesma, I. 2008. Jean Baptiste Lamarck: la primera teoría coherente de la evolución. En: Llorente, J. Ruiz, R. Zamudio, G. Noguera, R. [comp]. *Fundamentos históricos de la Biología*. UNAM. México. 327-343 p.
124. Lee, R. 1833. *Memoirs of George Cuvier*. Longman, Rees, Orme, Brown, Green & Longman paternoster-row. London, 351 p.
125. Liñán, G.E. Moll, H.M. 1998. *Los fósiles y el pensamiento paleontológico: La interpretación histórica de los fósiles*. Academia de Ciencias Exactas de Zaragoza. España. 42 p.
126. Linares, A. 1989. Extinciones y cambios fosilíferos en relación con los grandes límites cornoestratigráficos. *Revista de la Sociedad Geológica de España*. III (4): 235-250 pp.
127. Lloyd, R. 2011. George Cuvier and the power of the rethoric. *Nineteenth-Century Prose*. XXXVIII (1): 13-19 pp.
128. López, F.C. Valera, C.M. López-Sánchez, J.F. 1994.El evolucionismo en Murcia [1870-1880] a través de la prensa cultural y científica. *LLULL*. XVII: 89-102 pp.
129. Makinistian, A.A. 2009. En el Bicentenario de la publicación de la Filosofía Zoológica de Lamarck: La relación entre los seres vivos y su ambiente en Lamarck: Dos interpretaciones, *eVOLUCIÓN: Revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva*. IV (2): 23-30 pp.

130. Maldonado, C. 2009. Evolución: Teoría de las Extinciones, complejidad. *Acta Bio. Colomb.* XIV: 283-300 pp.
131. Mandelbaum, M. 1957. The scientific background of Evolutionary Theory in Biology. *Journal of the History of Ideas.* XVIII (3): 342-361 pp.
132. Manrique-Bonilla, J.A. 2009. Análisis Epistemológico de la Teoría de la Tierra de James Hutton [1785]. *Geología Colombiana.* 34: 57-66
133. Marchisio, A.O. Devesa, H.D. Rosso, C.C. Sica, F. 2012. *La evolución biológica: Actualidad y debates*, Ministerio de Educación en la Nación. Buenos Aires, Argentina, 145 p.
134. Matijasic, T.D. 1987. Science, religion and the fossils at Big Bone Lick. *Journal of the History of Biology.* XX (3): 413-421 pp.
135. Mayr, E. 1982. *Biological thought, diversity, evolution and inheritance.* The Belknap of Harvard University Press. Massachusetts. 974 p.
136. Mayr, E. 1994. Recapitulation reinterpreted: The somatic program. *The Quarterly Review of Biology.* 69 (2): 223-232 pp.
137. McBirney, A. Cook, S. Retalack, S. 2009. *The Philosophy of Zoology before Darwin. A translated and annotated version of the original french text.* Springer, New York. 224 p.
138. Molina, E. 1994. Aspectos epistemológicos y causas de la extinción. En: Molina, E. [Ed.]. *Extinción y registro fósil.* Cuadernos Interdisciplinarios. MIRA Editores. Zaragoza, España. 11-31 pp.
139. Molina, E. 1995. Modelos y causas de extinción masiva. *INTERCIENCIA.* XX (2): Caracas. 83-144 pp.
140. Molina, E. 2006. Evidencias y causas de los principales eventos del paleógeno basadas en los patrones de extinción y supervivencia de los foraminíferos. *Revista Española de Paleontología.* XXI (2): 159-173 pp.
141. Montgomery, D.R. 2013. Faith in floods: Field and theory in landscape evolution before geomorphology. *Geomorphology.* 200: 9-19 pp.
142. Morris, M.H. 2003. *Biblical Catastrophism and Geology.* Institute for Creation Research. Texas, United States of America. 20 p.

143. Mortenson, T. 2004. Philosophical and the age of the Earth, Are they related? *The Masters Seminary Journal*. 71-92 pp.
144. Naylor, S. 2005. Historical Geographies of Science, places, context and cartographies. *The British Journal for The History of Science*. XXXVIII (1): 1-12 pp.
145. Newell, N.D. 1967. Revolutions in the history of life. *The Geological Society of America*. LXXXIX (1): 97-101 pp.
146. Núñez, I. González, G.E. Barahona, A. 2003. La biodiversidad, Historia de un contexto. *INTERCIENCIA*. XXVIII (7): 387-393 pp.
147. Ochoa, C. Barahona, A. 2009. El debate entre Cuvier y Geoffroy y el origen de la homología y de la analogía. *Ludus Vitalis*. XVII (32) : 37-54 pp.
148. Olea, F. A. 2009. La Teoría del Equilibrio Puntuado: una alternativa al neodarwinismo. En: Morrone, J.J. Magaña, P. [Ed.]. *La evolución biológica: Una visión actualizada de la Revista Ciencias*. UNAM. México. 397- 421 p.
149. Orme, A.R. 2007. The rise and fall of the Davisian Cycle of erosion, prelude, fugue, coda and sequel. *Physical Geography*. XXVIII (6): 474-506 pp.
150. Outram, D. 1984. *Georges Cuvier: vocation, science and authority in post-revolutionary France*. Manchester University Press. U.K. 299 p.
151. Outram, D. 1986. Uncertain Legislator: George Cuvier's laws of nature in their intellectual context. *Journal of History of Biology*. XIX (3): 323-368 pp.
152. Outram, D. 2013. *The Enlightenment. New approaches to European History*. 3^a ed. Cambridge University Press. United Kingdom. 186 p.
153. Palerm, A. 2005. *Historia de la Etnología*. Vol. II: *Los evolucionistas*. 3^a ed. Universidad Iberoamericana. México. 255 p.
154. Palmer, T. 2003. *Perilous Planet Earth: Catastrophes and catastrophism through the ages*. Cambridge University Press. United Kingdom. 522 p.

155. Parés, R. 1983. *Cartas a Nuria: Historia de la Ciencia*. Editorial Almuzara. España. 380 p.
156. Pascual, J.A. 2011. La coevolución de la Tierra y de la vida o cómo se han influido mutuamente la geología y la vida. *Alambique*. 67: 37-45 pp.
157. Pedrinaci, E. 1992. Catastrofismo versus Actualismo, implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*. X (2): 216-222 pp.
158. Pelayo, F. 1996 a. Creacionismo y evolucionismo en el siglo XIX. Las repercusiones del darwinismo en la comunidad española. *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*. I (13): 263-284 pp.
159. Pelayo, F. 1996 b. *Del Diluvio al Megaterio: Los orígenes de la Paleontología en España*. No. 16. Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España. 310 p.
160. Pelayo, F. 1996 c. Teorías de la Tierra y sistemas geológicos, un largo debate en la historia de la Geología. *Asclepio*. XLVIII (2): 21-52 pp.
161. Pérez, T.R. 2003. *¿Existe el método científico? Historia y realidad*. 3ª ed. Fondo de Cultura Económica. México. 301 p.
162. Prados, T.C. 2004. *Grandes catástrofes en la historia de la Tierra: Extinciones en masa*. Universidad de Jaén. España. 51 p.
163. Prothero, D.R. 2011. *Catastrophes! Earthquakes, tsunamis, tornadoes and other Earth-Shattering disasters*. The John Hopkins University Press. Maryland. 360 p.
164. Racki, G. 2015. Catastrophism and Neocatastrophism versus cosmic Hazard: Ager versus Álvarez, Cuvier versus Laplace. *Palaios*. XXX (6): 432-436 pp.
165. Raup, D.M. 1981. Extinction. Bad genes or bad luck?. *Concepts and method in Paleontology*. XVI (1): 25-33 pp.
166. Reed, J.K. 2008. Hutton's hagiography. *Journal of Creation*. XXII (2): 121-127 pp.

167. Reed, J.K. 2011. Untangling uniformitarianism. Actualism in crisis, *Answers Research Journal*. IV: 203-215 pp.
168. Rehbock, P.F. 1990. Transcendental anatomy. En: Cunningham, A. Fandine, N. [Ed.]. *Romanticism and the Science*, Cambridge University Press, United Kingdom: 144-159 pp.
169. Rehbock, P.F. 2012. Rudwick Martin: Georges Cuvier, fossil bones and geological catastrophes, new translations & interpretations of the primary texts [Review]. *Medical History*. XLIV (3) 410-411 pp.
170. Rhode, T.E. 2005. *La India literaria: Mahabaratta, Bagavad Gita, los Vedas, leyes de Manú, poesía, teatro, cuentos, apólogos y leyendas*. Colección Sepan Cuantos, Porrúa. México. 229 p.
171. Rieppel, O. 1983. The problem of extinction. *Sonderdruck aus Z.f. Zool. Systematik u. Evolutionforshung*. II (22): 81-85 pp.
172. Rodríguez, L. E. Shelden, G. A. 2009. El concepto de Especie y Explicación de la extinción. *La ciencia y El Hombre, Revista de Divulgación de la Universidad Veracruzana*. XXII (3): 1-4 pp.
173. Rosas, A. 2008. Kant y la ciencia natural de los organismos. *Ideas y Valores*. 137: 5-23 pp.
174. Rudwick, M. 1976. *The meaning of fossils: Episodes in the history of Paleontology*. 2ª ed. Neale Watson Academic Publications. 287 p.
175. Rudwick, M. 1985. *The meaning of fossils: Episodes in the History of Paleontology*. 2a ed. The University of Chicago Press. USA. 304 p.
176. Rudwick, M. 2005. Picturing nature in the Age of Enlightenment. *Proceedings of the American Philosophical Society*. CXLIX (3): 279-303 pp.
177. Russell, E.S. 1948. *La Finalidad de las actividades orgánicas*. Espasa Calpe. Buenos Aires. 293 p.
178. Sala, C.J. 1986. Conflictos y paradigmas en la biología de la segunda mitad del siglo XIX. *Ciencias*, 1: 277-291 pp.
179. Sánchez-Garnica, D.E. 2005. La biología romántica de los Naturphilosophen. En: González, R. J.L. [ed.]. *El taller de las ideas, diez*

- lecciones de Historia de la Ciencia*. Plaza Valdés Editores. Barcelona, España. 151-181 pp.
180. Santisteban, C. 2010. Lo que la mayoría de darwinistas desconoce sobre Darwin. *Revista Eubacteria*. 24: 1-7 pp.
181. Sanz, J.L. Buscaloni, A.D. 1989. La extinción y el registro fósil. En: Aguirre, E. [Comp]. *Paleontología*. Editorial CSIC. España. 433 p.
182. Savage, J.M. 1981. *Evolución*. 3ª ed. CECSA. México. 198 p.
183. Secord, J.A. 1991. Edinburgh lamarckians: Robert Jameson and Robert E. Grant. *Journal o History of Biology*. XXIV (1): 1-18 pp.
184. Silván, E. Gil, D. 2001. Algo acerca de las extinciones. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. IX (2): 151-153 pp.
185. Simpson, G.G. 1974. The concept of progress in organic evolution. *Social Research*. XLI (1): 28-51 pp.
186. Snelders, H.A. 1970. Romanticism and Naturphilosophen and the inorganic natural sciences (1797-1840) An introductory survey. *Studies in Romanticism*. IX (3): 193-215 pp.
187. Soberón, M.J. 2002. *Ecología de poblaciones*. 3ª ed. Fondo de Cultura Económica. México. 149 p.
188. Soler, M. 2009. 100 preguntas, 100 respuestas. Especial Evolución, *Andalucía Innova*. 1: 2-35 pp.
189. Soloviev, Y.Y. 2010. 240 Aniversary of the birth of Georges Cuvier (1769-1832). *Paleontological Journal*, XLIV (6): 107-112 pp.
190. Somerset, R. 2002. The naturalist in Balzac: The relative influence of Cuvier and Geoffroy Saint-Hillaire. *French Forum*. XXVII (1): 81-111 pp.
191. Sour, T.F. 1997. Registro fósil y evolución. En: García, P. Sour, F. Montellano, M. *Paleontología*. UNAM. México. 246 p.
192. Stafleu, F.A. 1971. Lamarck: The birth of Biology. *Taxon*. XX (4): 397-492
193. Tackray, J.C. 2002. Historia de la Paleontología antes de Darwin. En: García, P. Montellano, M. Quiroz, S.A. Sour, F. Ceballos, S. Chávez, L.

- [comp]. *Paleobiología, lecturas relacionadas*. 2ª ed. La prensa de ciencias. México. 9-19 pp.
194. Taquet, P. 2006. Les années de jeunesse de George Cuvier. En : Taquet, P. *Georges Cuvier : Naissance d'un génie*. Éditions Odile Jacob. Paris. 215-224 pp.
195. Telfair II, R.C. 1968. An appeal to a review of uniformitarianism and catastrophism. *Bios*. XXXIX (3): 139-133 pp.
196. Téllez, V.J. 1991. La Revolución Francesa en la ciencia y la tecnología. En: Instituto de Investigaciones Jurídicas. *Bicentenario de la Revolución Francesa*. Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 219-225 pp.
197. Theunissen, B. 1986. The relevance of George Cuvier's lois zoologiques for his palaeontological work. *Annals of Science*. XLIII (6): 543-556 pp.
198. Titlestad, M. 2015. End times: Catastrophism and its limits. *English Studies in Africa*. LVIII (2): 31-33 pp.
199. Torreti, R. 2010. La proliferación de los conceptos de especie en la biología evolucionista. *Theoria*. 69: 325-377 pp.
200. Turk, A. Turk, J. Wittes, J.T. Wittes, R.E. 1981. *Tratado de Ecología*. 2ª ed. Interamericana. México. 542 p.
201. Uribe, U.V. 2001. *El prodigio de la Evolución: Del simio ancestral al hombre moderno*. Cristina Uribe Editores. Colombia. 352 p.
202. Vilas, P.R. Álvarez, J.G. 2012. ¡Justicia para Jean Baptist! Chevalier de Lamarck. *Encuentros en la Biología*. V (137): 13-14 pp.
203. Virgili, C. 2016. Scientific premises of Geology in the Encyclopédie of Diderot and D'Alembert. *Boletín Geológico y Minero*. 127: 643-652 pp.
204. Whitty J, (2007), *Animal extinction. The greatest threat to mankind*, Common Dreams. Breaking New & Views for the Progressive Community, United Kingdom, Consultado el domingo 22 de mayo de 2016 a las 17:46 p.m., Disponible en :

<http://www.commondreams.org/news/2007/04/30/animal-extinction-greatest-threat-mankind>

205. Wilford, J.N. 1985. *El enigma de los dinosaurios*. RBA Editores. España. 407 p.
206. Zamora, J.C. 2008. Forma o función en el nacimiento de la Biología: la polémica de Cuvier y Saint-Hillaire. En: Llorente, J. Ruiz, R. Zamudio, G. Noguera, R. [comp]. *Fundamentos históricos de la Biología*, UNAM. México. 347-439 p.