



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

HISTORIA DE LOS CONCEPTOS DE HOMOLOGÍA Y ANALOGÍA:
FORMALISMO VERSUS FUNCIONALISMO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)

P R E S E N T A

CARLOS ALBERTO OCHOA OLMOS

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ANA ROSA BARAHONA ECHEVERRÍA

MÉXICO, D. F.

OCTUBRE, 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 10 de Septiembre de 2007, acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática) del alumno **CARLOS ALBERTO OCHOA OLMOS** con número de cuenta **95072319** con la tesis titulada: **"Historia de los conceptos de homología y analogía: Formalismo versus Funcionalismo"**, realizada bajo la dirección del **DRA. ANA ROSA BARAHONA ECHEVERRÍA**.

Presidente: Dr. Ismael Ledesma Mateos
Vocal: Dr. Ricardo Noguera Solano
Secretario: Dra. Ana Barahona Echeverría
Suplente: M. en C. Juan Carlos Zamora Cunningham
Suplente: Dr. Carlos López Beltrán

Sin dudar de su atención, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a 12 de Octubre de 2007.


Dr. Juan Nunez Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado.

-AGRADECIMIENTOS-

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Agradezco también el apoyo de Beca por parte del CONACYT con el número de registro 192978.

Agradezco a mi Comité Tutorial, por su dirección y asesoramiento

Dra. Ana Barahona Echeverría

Dr. Ismael Ledesma Mateos

Dr. Carlos López Beltrán

Agradecimientos (continuación)

- A Juan Carlos Zamora Cunningham, por proporcionarme material bibliográfico muy valioso que fue fundamental para la elaboración de la tesis; además por sus sugerencias, correcciones, y la pasión por el tema de la forma y la función.
- A Ricardo Noguera Solano, quien también revisó con profundo detalle el presente trabajo y por sus valiosas sugerencias.
- A Sara Betania Cruz Migoni, por su ayuda en las traducciones del francés al español.
- A los bibliotecarios del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM, a los del Museo de Historia Natural en Londres, por su amabilidad y atención durante la búsqueda del material bibliográfico.

Dedicatoria

- A Marysol

Mi musa y a la vez poeta, me alegra haber compartido contigo este tiempo, este lugar, este planeta. Te amo.

- A mi familia

Mis padres: Eligio Ochoa Martínez y Silvia Olmos Mercado. *Por su cariño y su apoyo.*

Mis hermanos: Hector, Rebeca, Angélica, Julio y Omar. *Porque siempre han estado a mi lado.*

Mi sobrino: Santiago. *Gracias por regresarle la armonía a la familia.*

- A mi segunda familia

Mi tutora: Ana Barahona Echeverría. *Gracias Ana, por darme la oportunidad de seguir creciendo.*

Carlos Guevara y Erica Torrens: *Porque no solamente son mis compañeros del laboratorio, sino también son mis hermanitos.*

Yuriditzi Pascasio, Alicia Villela, Irama Nuñez, Susana Esparza, Graciela Zamudio, Eréndira Álvarez, Juan Manuel Rodríguez, Alfredo Martínez, Ricardo Noguera, Juan Carlos Zamora, Vladimir Cachón y Carlo Marcello. *A todos ustedes, los estimo mucho.*

- A mis amigos

Oliver, Juan Carlos, Daniel, Krusty, Sergio y Anahí: *Porque pese a que pasen los años, el tiempo no nos separará.*

Elihú: *Hermano, gracias por esa amistad tan sólida.*

Liliana: *Amiga, porque siempre estas en el momento adecuado.*

Gaby Ang: *Mientras caemos en profundos precipicios, resucitamos y nos volvemos a levantar.*

Los amigos de la Facultad: Paulina Badillo, Azucena, Gaby Rosas, Andrea Roth, Leslie, Gaby Granados, María, Ferch, Fernanda, Claudia, Yared, Sara, Diana, Nidia, Roxana, Olivia, Carla, Daniela, Paulina Cruz, Rafael, Diego, Nahum, Daniel, Yanus, Luis Valdés, Juan, Jorge Serrano e Israel.

Amigos del posgrado y alrededores: Itzel, Mónica Karina, Ana (paleo), Álvaro, Ubaldo (computo), Aldy, Rafa Serrano, Fabrizzio y Alfonso.

- A todos

Los que están interesados en la ciencia en especial a los biólogos y estudiantes de biología que tienen un profundo interés por la evolución.

Un breve prólogo

Quiero comentar que esta tesis es parte de un proyecto que me he propuesto desde que terminé mis estudios universitarios. Mi tesis de licenciatura titulada "Perspectiva histórica de la pluralidad de los mundos y el debate inteligencia extraterrestre" trata acerca de la concepción de nuestro lugar en el Universo a través de la historia. Este trabajo que se titula "Historia de los conceptos de homología y analogía" no es muy diferente al anterior, puesto que trata también acerca de nuestros orígenes y nuestra comprensión del papel que desempeñamos en el mundo desde una perspectiva filosófica. Había pensado que este trabajo era sólo para biólogos interesados en cuestiones históricas, en otras palabras, que no era tan accesible al interés del público en general. Sin embargo ahora pienso lo contrario, puesto que el propósito de la tesis es conducir a cualquier lector en uno de los debates más interesantes de la biología actual empezando desde sus raíces. Una obra posterior, que será la continuación de esta tesis, nos ayudará a reflexionar sobre nuestro papel en el Universo desde una perspectiva actual, por el momento espero que este trabajo sea de su agrado.

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo 1	
La génesis del debate: Aristóteles, Kant y Buffon.	9
La pasión de Aristóteles	9
Immanuel Kant y la teoría de la vida	16
Las épocas de Buffon	23
Buffon y el formalismo, 24	
¿Era realmente Buffon formalista?, 32	
Capítulo 2	
<i>Naturphilosophie</i>: Perspectiva romántica de la homología alemana.	48
El sistema de clasificación de Oken	54
Ensayo para explicar la metamorfosis de Goethe	60
Tipo vegetal, 64	
Tipo animal, 66	
Capítulo 3	
El debate entre Geoffroy y Cuvier: Homología vs. Analogía.	76
Cuvier y el funcionalismo estricto	77
Condiciones de existencia, 83	
Correlación de las partes, 86	
Subordinación de caracteres, 88	
Analogía funcional, 90	
Geoffroy y el formalismo estricto	96
Unidad de composición orgánica, 104	
Teoría de análogos, 107	
Principio de la conexión de las partes y ley de compensación, 109	
Anatomía filosófica, 111	
Analogía formal, 114	
El debate entre Geoffroy y Cuvier	119

Capítulo 4

Homologías y Analogías británicas: ¿Síntesis victoriana o adopción de una tendencia disimulada?	133
Richard Owen y el formalismo evolutivo	135
El arquetipo vertebrado, 145	
La homología de Owen, 151	
La analogía de Owen, 161	
Charles Darwin y el funcionalismo evolutivo	171
Unidad de tipo vs. Condiciones de existencia, 176	
La homología de Darwin, 182	
La analogía de Darwin, 189	
El debate entre Owen y Darwin	200
Discusión y Conclusiones	204
Bibliografía	210

-RESUMEN-

Este trabajo pretende esclarecer el debate entre el formalismo y funcionalismo tomando en cuenta el origen de los conceptos de homología y analogía. De acuerdo a la tesis, ambos conceptos surgieron en el siglo XIX, antes de la llegada del darwinismo, y se desarrollaron conforme a las discusiones planteadas en las preferencias establecidas en cuanto a la forma y la función. Según mi hipótesis, el término de homología sustenta una base formalista: las estructuras que comparten varios grupos de organismos son la evidencia de un origen formal común. Mientras que el término de analogía mantienen una base funcionalista: las estructuras son parecidas porque existe una función equivalente en diferentes grupos de organismos, y por ello, han llegado a una misma conclusión estructural. Esta base teórica me sirvió para ubicar y entender el debate desde una perspectiva diferente. Primero tracé el origen de algunos conceptos fundamentales como la teleología de Kant y de Aristóteles, algunas interpretaciones teóricas de la arquitectura animal en las nociones de Buffon, así como también el reconocimiento de los primeros postulados de la unidad de tipo (principalmente en la corriente filosófica alemana, la *Naturphilosophie*). En segundo lugar, traté la importancia del debate entre Cuvier y Geoffroy, dos naturalistas franceses del siglo XIX quienes discutían la anatomía animal bajo diferentes puntos de vista, además de que propuse dos términos históricos para entender este debate, *analogía formal* y *analogía funcional*. Y finalmente, concluí esta discusión con los naturalistas ingleses de la época victoriana, Richard Owen y Charles Darwin. Owen fue quien esclareció los conceptos de homología y analogía a partir del debate entre Cuvier y Geoffroy, aunque lo hizo bajo un enfoque totalmente formalista. Charles Darwin acogió perfectamente los términos de Owen, y los relacionó conforme a su teoría de la evolución, dándole ahora una perspectiva funcionalista.

-ABSTRACT-

This investigation intends to clarify the debate between formalism and functionalism taking into account the origin of the concepts of homology and analogy. According to this thesis both concepts originated in the nineteenth century before the arrival of darwinism and developed due to discussions based on the preference of form or function. Under my hypothesis the term homology sustains a formalist basis: structures that share various groups of organisms prove a common formal origin. On the other hand, the term analogy maintains a functionalist basis: structures are similar due to equivalent functions in different groups of organisms and, therefore, have arrived to a same structural conclusion. This theoretical framework helped me structure and understand the debate from a different perspective. First, I traced the origin of fundamental concepts such as Kant's and Aristotle's teleology, theoretical interpretations of animal architecture according to Buffon, and the recognition of the first propositions of a unity of type (primarily in the German philosophical tradition of *Naturphilosophie*). In second place, I analyzed the importance of the debate between Cuvier and Geoffroy, two French naturalists of the nineteenth century who studied animal anatomy with different frameworks of mind, and I proposed two historical terms to understand this debate, *formal analogy* and *functional analogy*. And finally, I concluded this dissertation with the English naturalists of Victorian times Richard Owen and Charles Darwin. Owen was the one who clarified the concepts of homology and analogy based on the debate between Cuvier and Geoffroy, even though he did it with a formalist point of view. Charles Darwin embraced with perfection the terms of Owen by relating them with his theory of evolution, in his case, under a functionalist perspective.

-INTRODUCCION-

Una parte fundamental de la teoría de la evolución descansa en la aceptación de que la selección natural es la principal fuerza de cambio evolutivo. Stephen Jay Gould (2004, pág. 45) menciona que la creatividad de la selección natural como fuerza formadora de novedades evolutivas, a pesar de que se sigue manteniendo como uno de los rasgos centrales dentro de la teoría de la evolución, ha sido fuertemente golpeada por el pensamiento formalista. Dentro de la estructura de la teoría de la evolución, se concibe que en el organismo se generan variaciones no dirigidas (por mutación y recombinación) entre los miembros de una población y la selección natural actúa como un tamiz resguardando y llevando dicha variación hacia caminos favorables de eficacia adaptativa en un entorno local determinado. Esto conlleva a pensar que la selección natural es capaz de generar toda una gama de posibilidades fenotípicas. Incluso que los grupos filogenéticamente separados pueden coincidir en un mismo punto adaptativo según las circunstancias ambientales. Esto último pertenece a una visión funcionalista. Un punto de vista formalista (o estructuralista), por el contrario, intentaría restringir esta autonomía de la selección natural, al limitar estas posibilidades fenotípicas, y al mismo tiempo, le permitiría únicamente trabajar por canales de cambio bien definidos.

La dicotomía entre la forma y la función es bastante antigua, y ha sido uno de los temas centrales dentro de la historia de la biología (Russell, 1916, Ospovat, 1978, Appel, 1987, Rupke, 1994, Asma, 1996, Gould, 2004), aunque hay que resaltar que al principio, el debate no tenía una connotación evolutiva. Amundson (1998) dice que ha habido una mala interpretación en los debates biológicos suscitados en el siglo XIX. Por un lado, la perspectiva ortodoxa de la historia de la biología muestra el esquema “creacionismo contra evolucionismo”, el cual consiste en decir que la preocupación principal era saber si los organismos habían sido

creados por una mente divina o eran el producto de un proceso evolutivo. *El Origen de las especies* de Darwin ha sido el principal promotor de esta falsa dicotomía; el éxito de la Síntesis Moderna en los años 1940s y su difusión también ayudó a dar esta perspectiva, por lo que muchos filósofos, científicos e historiadores la representaron en los libros de texto durante los años de 1959 a 1980. La otra alternativa que señala Amundson, por el otro lado, es la representada en esta tesis, ya que de acuerdo a Rupke (1994, p. 69) y Ospovat (1978, pp. 33-35), durante el periodo anterior a la publicación de *El Origen de las Especies* de Charles Darwin, la principal polémica que dividía a los naturalistas británicos fue el debate entre la forma y la función, ¿es la forma la que determina el rumbo de las estructuras anatómicas o es la función la que dirige la orquesta de la arquitectura orgánica? Parte de esta división había surgido directamente de la disputa entre Étienne Geoffroy de Saint Hilaire y George Cuvier; los británicos estuvieron interesados en las labores de cada uno de estos adversarios, adoptando sus implicaciones teóricas según sus conveniencias; de hecho este conflicto se conoció en Inglaterra como la lucha entre *la morfología y la teleología* (Appel, 1987, p. 223).

El formalismo o estructuralismo era una corriente que invocaba la preferencia de la forma en cuanto a la explicación del origen arquitectónico fenotípico de los seres orgánicos. Los formalistas o estructuralistas argumentaban que todos los seres vivos, en el concepto abstracto, tienen una forma fundamental arquetípica que une a varios grupos de organismos en una sola entidad (la unidad de tipo) y una vez partiendo de esta estructura fundamental, el organismo tomaría una forma adaptativa conforme la influencia del ambiente. Por otro lado, el funcionalismo fue una corriente que daba preferencia a la función en cuanto a la explicación del origen de las estructuras morfológicas. Los funcionalistas argumentaban que las estructuras se crean conforme a la función que desempeñan en el exterior, la forma se debe adecuar a un ambiente determinado y no existe una relación estructural directa entre varios grupos de organismos, al menos haciendo referencia a las condiciones de existencia. Este concepto, en

Inglaterra, estuvo enfocado en la perfección de un diseño divino que explica la adaptación de los organismos.

Para entender con mayor detalle la controversia entre el formalismo y el funcionalismo debemos tener en cuenta dos conceptos claves que se arraigan y discuten a lo largo del debate, estos son las homologías y las analogías. De acuerdo a la teoría de la evolución moderna, las homologías son aquellas estructuras compartidas por diferentes organismos que se derivan de un ancestro común. Las analogías son estructuras similares en diferentes organismos que no provienen de un ancestro común, y son parecidas porque realizan funciones semejantes. A las analogías también se les llama *homoplasias*, y como subcategorías se derivan los conceptos de convergencia y paralelismo (el primero es un sinónimo estricto de analogía y el segundo tiene un grado más limitado de analogía). No obstante, lo interesante de esta discusión es que los conceptos de homología y analogía no surgieron a partir de una teoría evolutiva, sino que dichos conceptos aparecieron durante el debate entre formalismo y funcionalismo, pero a su vez, dicho debate tampoco provino de la teoría de la evolución, sino de un conflicto referente a las consecuencias de la anatomía comparada.

Este trabajo pretende esclarecer el debate entre el formalismo y funcionalismo tomando en cuenta el origen de los conceptos de homología y analogía. Según la hipótesis planteada en esta tesis, el término de homología sustenta una base formalista: las estructuras que comparten varios grupos de organismos son la evidencia de un origen fundamental común. Mientras que el término de analogía mantienen una base funcionalista: las estructuras son parecidas porque existe una función equivalente en diferentes grupos de organismos, y por ello, han llegado a una misma solución estructural.

El problema central ha sido que los términos modernos de homología y analogía surgieron con sus significados actuales a mediados del siglo XIX con Owen y Darwin, sin embargo es preciso señalar que sus significados, dentro del debate formalismo y funcionalismo, emergieron desde antes que se utilizaran dentro de la teoría evolutiva, además de que cambiaron a lo largo del debate y variaron de manera relativa, por ejemplo, Geoffroy siempre usó el término de

“analogía” en vez de “homología”. Para él las analogías significaban estructuras compartidas en todos los animales que tienen un origen estructural común, refiriéndose a este origen como algo abstracto, en el sentido de molde o materia prima con la cual la naturaleza siempre trabaja, y no con una idea transformista en el que las partes descienden de un ancestro en común. Mientras tanto George Cuvier utilizaba el mismo término “analogía” para referir que los organismos compartían las mismas estructuras debido a un origen funcional común. Por ello, para evitar problemas conceptuales, es necesario distinguir dos términos históricos que nos ayudarán a entender el desarrollo progresivo de la diferencia de los términos de homología y analogía. Geoffroy concebía lo que he denominado *analogía formal o correspondencia de las partes de los diferentes animales que anteceden a una forma arquetípica común*, y por otro Cuvier ideaba lo que llamo una *analogía funcional o equivalencia estructural de los diferentes animales por un origen funcional común*.

Una vez que tenemos en cuenta esta distinción, ahora podemos trazar un esquema que nos ayude a diferenciar a los formalistas de los funcionalistas. Un formalista apelará a que las estructuras morfológicas se derivan de la forma, sin que esta forma, a la vez, tenga un principio funcional y, por lo tanto, podemos decir que la forma precede a la función. Un funcionalista concebirá que los órganos se configuran porque parten de una misma función, y, por lo tanto, la función antecede a la forma. Esta dicotomía nos ayudará a entender mejor el debate, y éste será el principal propósito de esta tesis.

Algunos trabajos que han tratado el debate entre formalismo y el funcionalismo son: Russell (1916) en su *Form and Function*; Appel (1987) en *The Cuvier-Geoffroy Debate*; Ospovat (1981) en *The Development of Darwin's Theory*; Stephen T. Asma con *Following Form and Function*; una breve reseña histórica del libro Gould (2002), *The Structure of Evolutionary Theory*; y *Sobre el origen de la teoría de descendencia con modificación* de Zamora-Cunningham. Con respecto a los estudios realizados en el desarrollo histórico de los conceptos de homología y analogía, cabe señalar que existen pocos documentos (por ejemplo véase Hall, 1994; Boyden, 1943 y Hubbs, 1944). Por lo que esta tesis tratará un esquema

más amplio, en cuanto a los orígenes del significado de la homología y analogía en el siglo XIX con Owen y Darwin, y para llegar a ello, es necesario estudiar primero las raíces del debate formalismo y funcionalismo; primero desde Aristóteles, Kant y Buffon, consecutivamente con la escuela formalista alemana más importante del siglo XIX, la *Naturphilosophie*; y finalmente, con las influencias que se dieron en Francia con el debate que se hizo público entre Geoffroy y Cuvier.

Conforme a este esquema, en el capítulo uno trataré la teleología de Aristóteles y de Kant, el primero considerado como el padre de la anatomía comparada, y el segundo como el iniciador del romanticismo alemán, ambos influyeron en las ideas de Cuvier; después trataremos a Buffon como el principal promotor de la biología francesa, pero además cuestionaremos su postura formalista como ha indicado Appel (1987) y Roger (1989), proponiendo más bien una visión funcionalista. En el capítulo dos conoceremos acerca de la importancia de la corriente romántica alemana del siglo XIX, la *Naturphilosophie*, además de que seguiremos algunos de sus iniciadores más importantes, señalando brevemente sus conexiones con otros personajes. En el capítulo tres se examinarán las teorías de Geoffroy y de Cuvier, para poder definir los términos históricos que se han señalado con anterioridad, *la analogía formal* y *la analogía funcional*, esto con el fin de poder entender sus teorías; al final de este capítulo veremos que estos dos naturalistas franceses entendían la anatomía comparada de manera muy diferente. Y por último, en el capítulo cuatro se mostrará la extensión del debate “forma y función” a la visión evolutiva, primero analizando las ideas de Richard Owen. Es necesario ver que se ha pensado que Owen unificaba el formalismo y el funcionalismo en un solo cuerpo teórico; sin embargo mostraremos que Owen siempre prefirió el formalismo. La importancia de este personaje recae en que él fue el primero en proponer los términos de homología y analogía en el sentido moderno (aunque sus significados no son del todo los mismos que se usan en la actualidad), pero en este trabajo, haremos ver que sus conceptos eran relativamente diferentes a como se concebirían en la teoría de Darwin, en especial el término de analogía. Posteriormente, se estudiara las ideas de Darwin, quien al igual que Owen, se ha identificado como un pluralista que unía las ideas

formalistas con las funcionalistas (véase por ejemplo: Appel 1987, Asma 1996 y Zamora-Cunningham 2005); pero aquí señalaremos que Darwin era funcionalista al igual que Cuvier y Paley. Por último, se verá brevemente el debate entre Owen y Darwin, para así poder concluir que el evolucionismo del siglo XIX se incrustó en la polémica entre formalismo y funcionalismo.

-CAPÍTULO 1-

La génesis del debate: Aristóteles, Kant y Buffon.

Podemos hacer una distinción de los tres personajes más influyentes para el desarrollo de las ciencias de la vida. Aristóteles (384–322 a.C.), con la *Historia de los Animales* y *Las Partes de los Animales*, impactó en las ideas de George Cuvier. Por otro lado, Immanuel Kant (1724-1804), con su *Crítica del Juicio*, fundó toda una disciplina en Alemania, la *Naturphilosophie*, además de que influyó en los escritos de Cuvier. Y por último, en 1749, Georges Louis Leclerc conde de Buffon (1707-1788) publicó una extensa obra, la *Historia Natural*. Estos trabajos serían fundamentales para la ciencia francesa, ya que influirían directamente en Lamarck, Cuvier y Geoffroy, quienes influenciarían a su vez a los naturalistas ingleses del siglo XIX como Richard Owen y Charles Darwin. Entonces, el objetivo principal de este capítulo es revisar las bases epistemológicas que dieron lugar al debate entre formalismo y funcionalismo, y, al mismo tiempo, entender cómo surgieron los conceptos de *homología* y *analogía*. Primero entenderemos las ideas de Aristóteles sobre las causas que intentan explicar la existencia de las cosas, enfocándonos principalmente en su aspecto teleológico. Después revisaremos la concepción teleológica de Kant, así como su explicación de la naturaleza orgánica, y finalmente haremos un extenso análisis sobre los escritos de Buffon, comentando su posición funcionalista.

La pasión de Aristóteles

Es sorprendente que un pequeño apartado, de tan sólo unos cuantos párrafos, haya sido uno de los escritos más influyentes de toda la historia de la biología. Aristóteles en su *Metafísica, Libro V, apartado II*, mencionaba que había cuatro causas que explicaban la existencia de las cosas: la causa formal, la causa

material, la causa eficiente y la causa final. Para entender cada una de estas causas y sus efectos es necesario revelarlas mediante un ejemplo sencillo. Una casa existe por diversas razones, primero en ella descansa su esencia, esto es lo que la hace ser y no ser otra cosa, una casa (*causa formal*). Segundo, una vez que tenemos a la casa en abstracto, ahora se necesita de un material que la conforme para que ésta pueda ser tangible, como los ladrillos, aunque los ladrillos sin el abstracto de la casa, no serían una casa, pero la casa sin ladrillos, no podría ser tangible (*causa material*). Tercero, la casa necesita construirse, aquí necesitamos evaluar de qué manera se edifica la casa, o bien, el cómo el arquitecto trabaja en la construcción de una casa (*causa eficiente*). Por último, una vez que tenemos la casa (con ladrillos y ya edificada), ahora nos preguntamos ¿para qué sirve la casa? es entonces cuando responderemos que la casa sirve para ser habitada, esa es la *causa última o final*. A esa idea, la cual dice que las cosas tienen un propósito natural o que tienen una causa final para explicar su existencia, se le ha conocido como teleología.

Como se sabe, Aristóteles se adentró a un sin fin de temas, sin embargo había uno que le interesaba en particular, uno en el cual sus principios de las causas podían ser útiles, ese fue el estudio de los animales. Aristóteles reconocía que, así como los matemáticos han hecho demostraciones en astronomía, el naturalista tenía la necesidad de explicar las causas de la existencia de los animales mediante la observación de las partes que lo conforman. Primeramente podemos pensar en un género de animales, después es necesario que haya determinada materia para que estos puedan existir, luego debemos pensar en a partir de qué se produjeron al ponerse en movimiento, y después pensaremos en el fin, es decir, el para qué cada animal se produce y existe.

En su *Historia de los Animales*, Aristóteles comienza con la descripción de la causa formal y material en los animales. Aristóteles dice que las partes de los animales se dividen en partes *homogéneas* y *no homogéneas*, las primeras se representan por la carne, la cual se puede dividir a su vez en carne; mientras que la segunda se ejemplifica con la mano, una mano no se puede dividir en otras manos, ni caras en caras, estas constituyen partes enteras. Por otro lado, las

partes *no homogéneas* están compuestas de las partes *homogéneas*, por ejemplo, la mano está compuesta de carne, tendones y hueso. Ahora bien, Aristóteles dice que en los animales hay algunos que tienen todas las partes idénticas entre sí, pero además hay otros que las tienen distintas. Por ejemplo, los de la misma especie, como en el humano, la nariz y los ojos son partes idénticas y, a su vez, tienen las mismas partes de carne y huesos. Pero si comparamos estas partes con otra especie, como el caballo, veremos que las partes “son idénticas entre sí pero difieren por exceso o por defecto”. Esto es que las proporciones, en cuanto su forma, cambian pero de manera relativa, algunas partes pueden ser más grandes o más pequeñas, pero ambos son del mismo género. Aristóteles menciona que por un género entiende esencias, como el ave o el pez, pues las diferencias se dan a un nivel más general, “su género respectivo [...] poseen más especies de peces y de aves” (Aristóteles, 1990, p. 46).

Según Aristóteles, la mayoría de las partes que existen dentro de estos géneros difieren entre sí por algunas cualidades como el color, la forma, que algunas partes son “más pronunciadas y otras menos, y, además, también en cuanto que unas son más numerosas y otras más escasas, unas más grandes y otras más pequeñas” pero en general siendo que unas se dan en exceso y otras por defecto. Como es el caso de que entre los animales unos son “de carne blanda y otros de carne dura, unos tienen pico largo y otros corto, y unos presentan muchas plumas y otras pocas”. Aristóteles razona que la mayoría de estas partes son idénticas entre sí, aunque tienen pequeñas variaciones por el principio del más o menos (Aristóteles, 1990, p. 47).

Ante esto, Aristóteles reconoció otro fenómeno; que en los animales existen partes correspondientes que son idénticas, pero no en cuanto a su forma sino de manera analógica:

“Como, por ejemplo, el hueso se comporta analógicamente igual que la espina, la uña igual que la pezuña, la mano igual que las garras y la escama igual que la pluma, pues lo que es pluma en el ave eso es escama en el pez” (Aristóteles, 1990, p. 47).

Así de esta manera, las partes de los animales son distintas o idénticas ya sea por el principio del más o menos, o por el principio de analogía, pero además por la posición que ocupan. Porque hay animales que tienen las mismas partes pero están colocadas de manera distinta, como es el caso de las mamas, unos los tienen en el pecho mientras que otros entre los músculos. Con respecto a esto, Aristóteles concluiría que la forma era más importante que la naturaleza de la materia.

En cuanto a la causa eficiente, para Aristóteles era interesante saber “a partir de qué” se han formado los seres vivos, pero para llegar a ello era necesario reconocer primero las características relativas de cada género, y después intuir en su generación, porque el desarrollo de la formación se produce para la existencia, y no de la existencia para el proceso. En *Las Partes de los Animales*, Aristóteles menciona que el germen contiene lo que debe existir, pues ese germen es potencialidad del ser que va a generar; por ejemplo, un humano siempre genera un humano y nunca genera un perro. Sin embargo hay algo importante que se debería considerar “la idea creadora preexiste a su producto y es igual que [...] el arte” que “es concepto de la obra, pero sin materia”. La esencia del humano son las partes que lo conforman, porque sin estas no sería posible existir. Por lo tanto, “es necesario que su proceso de formación suceda así y de tal forma. Por eso una parte se forma primero, luego otra. Y de la misma manera igual para todos los organismos naturales”. Esta afirmación la propone porque intentaba refutar las consideraciones de los antiguos naturalistas que decían que las partes se producen por su necesidad, por ejemplo, “que al fluir el agua en el cuerpo se forma el estómago y toda su cavidad” (Aristóteles 2000, pp. 55-56). Para Aristóteles la necesidad era una confusión de los antiguos, pues la necesidad más bien quiere decir que no es posible vivir sin aquel órgano, por lo tanto, es una necesidad condicional, por ejemplo, “puesto que el hacha corte, hay necesidad de que sea dura y, si es dura, de bronce o de hierro y de la misma manera, puesto que el cuerpo es herramienta (pues cada una de sus partes sirve para algo, y lo mismo para todo), hay consecuentemente necesidad de que sea así y hecho de tales elementos” (Aristóteles 2000, p. 62).

De aquí viene su explicación de causas finales, porque la necesidad existe en dos categorías, la primera que es absoluta y la que es condicional. La primera es para los seres eternos, pero la segunda es para los seres sujetos al devenir, como una casa. En estos objetos que explicamos el devenir natural, podemos hacernos la pregunta “para qué de algo”, por ejemplo, el arquitecto da la razón y la causa para construir una casa, y también da la razón del por qué se debe hacer así. Pero, Aristóteles comenta una cosa interesante, “existe más finalidad y belleza en las obras de la naturaleza que en las técnicas [como la casa]” (Aristóteles 2000, p. 53). Entonces la necesidad significa, que una parte tiene un fin, y por eso se dan esas condiciones, y por otro lado, que las cosas son así y lo son por su naturaleza. Las cosas no surgen al azar y de modo espontáneo, por eso decimos que una cosa es para algo.

Ahora bien, Aristóteles al haber analizado cada una de sus causas, se enfrenta al problema de decidir cómo implementar un método apropiado de clasificación para los animales. Aristóteles comenta que muchos han intentado dividir el género, ya sea por particularidades, o por diferencias funcionales, como acuáticos, y terrestres, este sesgo recae en que pueden definir una ballena como un pez, pero esencialmente no son los mismos tipos de animales. Otro error también ha sido al dividirlos por dicotomías, por ejemplo, los que tienen patas o los que son alados, el problema que representa este tipo de clasificación, es que los miembros de un mismo animal, podrían estar en ambas determinaciones, como las hormigas que algunas pueden tener alas, mientras que otras no. Entonces Aristóteles plantea que cada uno de los grupos se podría determinar por características comunes, de las cuales sólo tendrían pequeñas diferencias con respecto al principio del más o menos; aunque deberían de estar bien diferenciadas con el principio de analogía:

“En efecto todos los géneros que se diferencian por exceso, sea lo más o menos, están agrupados en un único género, mientras que los que representan analogías están aparte, quiero decir, por ejemplo, que un ave se diferencia de otra ave, por el más o [el menos] [...] (unas tienen alas

grandes, otras pequeñas), mientras que los peces se diferencian de un ave por la analogía (lo que es pluma en una, es escama en el otro)” (Aristóteles, 2000, p. 70).

Pero ¿a qué se refiere Aristóteles con analogía?, él mismo explica: “Entiendo por *analogía* que unos animales tienen pulmón, pero otros no lo tienen, sino otro órgano en lugar del pulmón [...] también unos tienen sangre, otros algo análogo que tiene la misma función que la sangre entre los animales sanguíneos” (Aristóteles, 2000, p. 75). Entonces solamente los géneros se pueden definir por las semejanzas, como los peces, los cefalópodos, los gasterópodos, etcétera; y un sesgo estaría conformado por la similitud de analogía “como en el hombre y el pez se representa el hueso frente a la espina” Por lo tanto, hacer una clasificación “con todos los animales no es fácil, pues a muchos animales les afecta la misma relación analógica” (Aristóteles, 2000, pp. 70-71).

Entonces, como en las obras de la naturaleza, en efecto, no existe el azar sino más bien el “para qué” de las cosas; la causa material no debe ser importante en el estudio de los animales sino la causa formal, “se habla de una casa, pero no de los ladrillos, mortero y maderas”, en la naturaleza, se debe hablar de la composición del ser total, pero no sobre los elementos, pues si se dan por separado, el animal perecerá. Pero la causa formal no debe ser más importante que la causa final, ya que “no es posible que la ciencia natural se ocupe de ninguno de los productos de la abstracción, puesto que la naturaleza lo hace todo para algo” (Aristóteles, 2000, p. 60). Por ello es necesario explicar primero los caracteres accidentales que pertenecen a todos los animales, y después explicar sus causas. Pues, como se ha mencionado antes, muchos animales tienen elementos comunes siendo de forma directa como es el principio del más o menos y de forma indirecta como es el principio de analogía. Pero en general es la finalidad de las cosas que hacen a las cosas como son, y por ende, las partes de los animales tienen determinada forma para cumplir con una función.

“Puesto que todo instrumento tiene una finalidad, que cada una de las partes del cuerpo es para algo, y que la finalidad es una acción, es evidente que también el cuerpo está constituido para una acción compleja. La acción de serrar, efectivamente, no tiene como finalidad la sierra, sino que la sierra tiene la finalidad de serrar, pues serrar es un uso de la herramienta. De modo que [...] las partes tienen como finalidad las funciones que cada una tiene fijadas por naturaleza. Entonces hay que hablar primero de las funciones comunes a todos los animales y de las propias de cada género y especie” (Aristóteles, 2000, p. 75).

Estas funciones comunes a las que se refiere Aristóteles son aquellas que existen en todos los animales pero que son del mismo género. Entonces Aristóteles reconoce que la similitud entre los animales se debe a tres funciones: Primera, la de analogía (comparar órganos en los animales de diferentes géneros y establecer sus semejanzas); segunda, la de género (comparar órganos en los animales de un mismo género, utilizando el principio del más o menos); y tercera, la de la especie (comparar esas pequeñas diferencias en una especie, lo que hoy llamaríamos variaciones). Como podemos observar, para Aristóteles toda la anatomía comparada debe estar relacionada con la causa final, el “para qué de las cosas”. Las partes de los animales tienen una razón, tienen un propósito, y no hay otra alternativa más que explicar cada una de sus funciones; incluso podemos pensar en una relación interdependiente de cada una de las partes, porque las demás causas no son más que herramientas para la causa final.

“Todas las funciones que tienen como finalidad otras, es evidente que los órganos a los que corresponden esas funciones están en la misma relación que ellas. Igualmente, si algunas son anteriores y resultan ser fin de otras funciones, la misma relación tendrá también cada una de las partes cuyas funciones son tales; y en tercer lugar, algunos órganos existen necesariamente como consecuencia de la existencia de otros” (Aristóteles, 2000, p. 76).

Aristóteles fundó la anatomía comparada, influyó en casi (sino es que en todos) los naturalistas del siglo XVIII y XIX, y también propuso las bases epistemológicas para el desarrollo de los conceptos de *homología* y *analogía*; por un lado porque fue el primero en comparar a los animales con sus semejanzas relativas, y por otro, al proponer la existencia de órganos similares no porque tuvieran una misma esencia, sino porque cumplen con una misma función. Aunque tratar de interpretar que Aristóteles planteó la unidad de tipo, las homologías y las analogías en el sentido moderno, puede ser un error. Pero no hay duda que Aristóteles podía ser considerado como funcionalista, porque para él la función es prioritaria a la forma.

Immanuel Kant y la teoría de la vida

Para finales del siglo XVIII el gran avance de las disciplinas científicas como la química y la física, incitaron el inicio de una nueva disciplina, una que estaría enfocada principalmente al entendimiento de los seres orgánicos. La explicación del funcionamiento interno de los organismos no era una tarea fácil y aun menos al tratar con su reproducción; guiados por la mecánica newtoniana, muchos naturalistas fracasaron. Para Immanuel Kant (Figura 1.1) la respuesta residía en llevar a cabo dos tipos de explicaciones, una mecánica y otra teleológica. En 1790 en su *Crítica del Juicio*, Kant decía que el objetivo principal de la ciencia es siempre proveer una explicación mecánica a todos los fenómenos naturales (incluso aunque pareciese no contar con ello). Si bien los modos de explicación de la mecánica son inadecuados para convergir con los procesos del mundo orgánico, la explicación teleológica ayudaría a llenar todos aquellos huecos de los cuales la mecánica le es imposible explicar; por supuesto, esto no es rechazar a la mecánica completamente, más bien es unir dos tipos de explicaciones.

Según Kant las cosas tienen una relación de causa y efecto, pero cuando consideramos una cosa como propósito o fin de la naturaleza es cuando decimos que hay una causa final para un determinado efecto. La idea del propósito en la naturaleza significa que un objeto natural debe mantener puntos enlazados de



Figura 1.1. Immanuel Kant (1724-1804). (Richards, 2002).

interdependencia; los seres organizados son un modelo de estos propósitos naturales. Por ejemplo, un árbol es dependiente de sí mismo, existe causa y efecto; ese árbol, desde su nacimiento, necesita capturar material del exterior para llevar a cabo su crecimiento, por otra parte, una parte de este árbol, durante el desarrollo, depende recíprocamente de otras partes manteniendo el estado de conservación. Todas estas relaciones tienen una causa y un efecto, y son dependientes de cada una de las cosas que los originó, y como había mencionado Kant, a diferencia del reino inorgánico que solamente puede explicarse por medio de la mecánica, estas particularidades son características del reino orgánico que requiere el tipo de explicación teleológica. Lenoir (1982, pp. 24-25) esclarece esta divergencia con un simple ejemplo. El reino inorgánico tiene efectos recíprocos en la dinámica de interacción de la materia, tales efectos pueden ser analizados a manera de combinaciones lineales de causas y efectos $A \rightarrow B \rightarrow C$, o bien, A

produce *B* y *B* produce *C*. Para el reino orgánico las cosas cambian radicalmente. Las causas y efectos son interdependientes uno de otro y es imposible pensar uno sin el otro; es más apropiado pensar en un tipo de serie reflexiva que vaya de $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$. Este modo de explicación teleológica parte del desarrollo de la noción de “causas finales”, cuando la mecánica explicaba que *A* tenía un efecto independiente de *C*, la teleología decía que *A* causaba *C* pero tampoco *A* era capaz de existir independientemente de *C*. La causa final es la primera causa y la relación de causas independientes es llamada causa eficiente.

Por ejemplo, Kant dice que cualquier ser orgánico podría compararse, en cierto sentido, a un reloj. Una parte del reloj permite que las demás partes funcionen, quítese cualquier pieza y el reloj dejará de funcionar. Cada una de sus partes es dependiente de otra, pero a diferencia de los entes orgánicos, la pieza del reloj no es la causa eficiente de producción de las otras piezas, porque una rueda no produce otra, ni mucho menos un reloj produce otro reloj. Los organismos vivos no sólo se comportan como máquinas, tienen una característica que los distingue de cualquier otra cosa, poseen fuerza formadora. En comparación a las fuerzas gravitatorias de Newton, Kant asume que la fuerza formadora ayuda a moldear los cuerpos orgánicos partiendo de estructuras primarias ya concebidas por la mente del arquitecto de la naturaleza.¹

Cualquier ser orgánico para que llegue a su estado adulto, debe tener, antes de su nacimiento, estructuras primarias que lleven a cabo el enlace de todas sus partes, porque cada una de las partes existe sólo mediante la presencia de las demás y darán como punto final una forma específica. Aquí es cuando Kant concibe que todos los seres orgánicos compartan un mismo modelo arquitectónico común. Y como los seres organizados muestran una similitud en sus partes, la meta del investigador de la naturaleza, por medio de la anatomía comparada, es intentar descubrir una base de organización primitiva, para así poder explicar la diversidad de las especies a partir del desarrollo de cada una de las partes arquetípicas.

¹ Barahona y Torrens (2004) comentan que la aceptación de causas finales y leyes mecánicas de Kant, sólo fue posible en el contexto de una teleología externa neoplatónica; esto quiere decir que el orden natural es el producto final de un agente racional externo y no del orden en sí mismo.

“La confluencia de tantas especies animales en un cierto esquema común que parece apoyar no sólo en su esqueleto sino también en la disposición de las restantes partes, de suerte que la admirable simplicidad de contorno tan gran variedad de especies pudo producir gracias al acortamiento de unas partes y al alargamiento de otras, envolviendo unas y desenvolviendo otras, deja atisbar un rayo, aunque tenue, de esperanza de que tal vez en este caso sea perfectamente posible obtener información con el principio mecánico de la naturaleza, sin el cual no puede haber en absoluto una ciencia de la naturaleza” (Kant, 1961, pp. 269-270).

En el párrafo anterior encontramos una de las primeras nociones de la unidad de tipo para la tradición alemana, aclarando que su significado no sólo descansó en la concepción de una lógica existente para explicar las causas comunes para el desarrollo de los seres, también se enfocó en vista de una nueva forma de entender la historia natural, no simplemente como una manera de describir la naturaleza, sino que ahora se añade un concepto temporal, en el cual se pretende buscar un origen común a todas las formas orgánicas.

“Esta analogía de las formas, que parece responder a un arquetipo común, a pesar de toda su diversidad, da mayor vigor a la suposición de una verdadera afinidad entre ellas como producidas por una madre común originaria, a través de una aproximación gradual de una especie animal a otra, a partir de aquello en que más confirmado parece estar el principio de los fines, a saber: el hombre, hasta el pólipo, y aun desde éste hasta los musgos y líquenes, y, por último, hasta las fases ínfimas que la naturaleza podemos percibir, hasta la materia bruta, de la cual, y de sus fuerzas, parece proceder, de acuerdo con las leyes mecánicas (análogas a aquellas según las cuales actúa en la producción de cristales), toda la técnica la naturaleza, para nosotros tan incomprensibles en los seres organizados

que nos creemos en el caso de concebir para aquellas otro principio” (Kant, 1961, p. 270).

Estos conceptos son utilizados por Kant para expresar la coherencia existente en la fisiología y la anatomía comparada de su tiempo, sin embargo aún nos queda un solo elemento por contemplar: ¿cómo podríamos explicar la afinidad estructural de los organismos a su medio externo? Los pájaros, Kant argumenta, tienen características físicas eficientes para la realización del vuelo, como la cavidad en sus huesos, la posición de sus alas para el movimiento, la cola para la dirección, etcétera; todas estas particularidades podría alguien pensar que tienen como propósito fundamental la capacidad del vuelo. Ahora bien, si tomamos el concepto del vuelo como propósito, no entenderíamos la necesidad de una configuración unitaria existente en la anatomía de las aves, porque “la naturaleza considerada como mero mecanismo, habría podido formarse a sí misma de otros mil modos distintos sin precisamente ir a dar en la unidad en virtud de semejante principio” (Kant, 1961, p. 270). La función está relacionada con una causa eficiente, pero como la observación empírica nos conduce a contemplar un único plan que unifica a todas las aves, la función del vuelo como propósito se convierte automáticamente en un concepto de segunda categoría.

La intención de muchos naturalistas de la época era la de buscar un sistema de clasificación natural, pues se creía que el método de clasificación de Linneo era puramente descriptivo y no tomaba en cuenta una historia de identidad real entre los organismos. La persecución de un sistema de clasificación natural no sólo tomaría en cuenta la estructura de los organismos sino también las condiciones que afectan su vida, como el clima, los nutrientes, etcétera; pero sobre todo, ayudaría a explicar las causas físicas de la variación. En su ensayo de 1788 titulado *Sobre el uso de principios teleológicos en la filosofía*, Kant, al hablar de razas humanas, explica que tal variación residía en el acoplamiento ambiental ya determinado en la estructura del organismo, puesto que una vez derivando de un tronco común, los seres desarrollarían la forma en el medio que les es propicio para sobrevivir.

Según Kant las razas humanas sugieren un linaje (*Abstamm*) en común, ya que en ellas se encuentran una multiplicidad de características compartidas, que va no solamente a un mismo nivel de género animal (*Tiergattung*), sino también de un mismo tronco originario (*Stamm*). Claramente podemos observar que Kant, a diferencia de otros naturalistas de su época, ve a las razas humanas como manifestaciones particulares a un ambiente específico, explicando que todas estas razas derivan a partir de un tronco básico. Es necesario aclarar que no hay que mal interpretar los argumentos de Kant en lo que concierne a ideas transformistas o creación de nuevas especies (Lenoir, 1978, p. 68), él simplemente habla del origen común de las razas humanas como un único evento histórico (véase más adelante).

Para Kant, la naturaleza tiende a incrementar la diversificación de las características físicas, de ahí que cada criatura se vuelva apta para una diversidad de climas. La diferencia radica en los conceptos de raza y variedad, que según Kant son distintos niveles en cuanto a diferencias físicas. Por ejemplo el nivel de raza tiene un grado de fijación mayor que las variedades, piénsese en un caucásico o un negro, eso es la raza, ahora piénsese en humanos de una raza determinada, sabemos que ellos tienen diferencias físicas individuales (como la estatura, el rostro, el tamaño del cuerpo, etcétera) a eso le llama las variedades. De aquí surge la pregunta central ¿cómo surgen las variedades? Según Kant las variedades están predeterminadas en lo que él llama estructuras originarias (*Anlagen*), éstas simplemente se expanden para desarrollarse en multitud de características diferentes; y una vez que se ha desarrollado la gran diversidad de cuerpos, cada característica deberá encontrar su fin para el cual ha sido preparado y así podrán adecuarse al mundo exterior, nada puede ser producto de la casualidad.

“La variedad entre hombres de precisamente la misma raza, con toda probabilidad, ha sido dispuesta en el tronco originario conforme a un fin, para fundar y desplegar en los sucesivos la máxima multiplicidad a favor de fines infinitamente diversos, tanto como la diferencia de razas han sido

dispuestas para fundar y desarrollar en lo sucesivo la aptitud a pocos, pero más esenciales fines; en ello se halla también la diferencia consistente en que las últimas disposiciones, después de haberse desplegado de una vez (lo que tiene que haber ocurrido ya en el tiempo más remoto), no dejan que se generen formas nuevas de esta clase ni tampoco dejan que se borren las primeras; por el contrario, las primeras, al menos según nuestros conocimientos, parecen indicar una naturaleza inagotable de nuevos caracteres (tanto internos como externos)” (Kant, 2004, p. 15).

Kant señala que tales caracteres están encerrados en lo que él llama el Germen (*Keime*) y que de éste se han dispuesto todas las capacidades de adaptación. Aunque es preciso señalar que toda esta manifestación originada de un tronco común solamente fue posible como único evento histórico concerniente al origen de todas las razas, un periodo en el cual era todavía indistinta la disposición de las características para la supervivencia. Kant escribió, que la primera estirpe humana:

“Permanecía todavía indistinta en la disposición originaria completa para todas las derivaciones futuras, se adaptaban a todos los climas (*in potencia*), a saber, de manera tal que el germen capaz de adecuarlos a aquella franja de la tierra en la que ellos o su descendencia inmediata dieran a parar pudiera desplegarse allí mismo. Por lo tanto [...] allí donde llegaban de manera casual y donde proseguían durante largo tiempo su reproducción, se desarrollaba el germen que se encontraba en su organización para esta región de la tierra, capaz de adecuarles a un clima semejante” (Kant, 2004, p. 20).

Kant pensó que el germen contenía todas las vías alternativas en las cuales las fuerzas orgánicas ensamblan los órganos funcionales en los seres vivos a partir de estructuras originarias, siendo ello un sistema que capacita su supervivencia. Bajo diferentes circunstancias, estos agentes determinados son

capaces de manifestar diversas adaptaciones; las fuerzas subyacen detrás de estos planes y son hábiles para asumir las diferentes expresiones para llevar a cabo sus efectos, que puede ser ideado como la producción funcional del organismo. La gran diversidad de las generaciones y la máxima unidad de linaje son unificadas por la razón humana, y si hay un parentesco en los géneros animales, las observaciones confirmarían la unidad del linaje.

Las conclusiones de Kant subyacen al principio del propósito, no hay entonces otra alternativa más que observar al reino orgánico como un sistema de causas finales. La vida está fuera de toda comprensión humana, aunque:

“La respuesta a esta pregunta yacería, sí fuera accesible en general para nosotros, visiblemente fuera de la ciencia de la vida, a saber en la metafísica. Por mi parte yo deduzco que toda la organización de los seres orgánicos (mediante generación) y las formas subsiguientes (cosas naturales de esta especie), según leyes de despliegue paulatino de estructuras originarias [...] podían encontrarse en la organización de su tronco” (Kant, 2004, p. 26).

En conclusión, Kant intentó resolver la problemática referente a la construcción de los cuerpos organizados, así como también el entendimiento de la relación de los organismos con los factores externos además de que infundió la noción de la unidad de tipo, hecho que tuvo una gran influencia en naturalistas posteriores quienes intentarían unificar una ciencia para la vida.

Las épocas de Buffon

No ha sido clara la posición de Georges Louis Leclerc conde de Buffon (Figura 1.2) en cuanto a la relación de la forma y la función. Por ello he delimitado fundamentalmente dos épocas en la vida de Buffon. La primera época empieza a partir de 1753 en el cuarto tomo de la *Historia Natural (Histoire Naturelle)* en los apartados de “*le cheval*” y “*l’âne*”, hasta 1766 en el tomo catorce al tratar la

Nomenclature des singes. La segunda época comienza desde los *Supplément* de 1775 hasta *Las épocas de la naturaleza* de 1778. A continuación veremos algunos argumentos en cada una de las épocas anteriormente delimitadas para evaluar las distintas posiciones de Buffon con base en la forma y la función y, por lo tanto, entender cómo comenzaron los estudios de morfología y anatomía comparada en Francia.

Pero ¿por qué centrarse en tal dicotomía en los escritos de Buffon? Appel (1987, p. 23) ha señalado que Geoffroy probablemente adquirió la idea de la unidad de plan a través de Buffon. Esta afirmación no es falsa, sin embargo hay que recalcar que por este tipo de aseveraciones se ha asociado a Buffon en un contexto meramente formalista. No se duda completamente de la influencia de los escritos de Buffon en Geoffroy. Pero por otro lado, los escritos de Buffon no solamente recayeron en Geoffroy, estos documentos también fueron leídos por Cuvier y Lamarck, siendo estos dos últimos representantes estrictos del funcionalismo francés (aunque Cuvier se volvió un acérrimo oponente de la historia natural de Buffon). Entonces, analizar los argumentos de Buffon, puede darnos información sobre el origen de los conceptos de homología y analogía y, al mismo tiempo, del surgimiento de las corrientes funcionalistas y formalistas en la Francia del siglo XIX.

Buffon y el formalismo

En 1753, en la *Historia Natural* de Buffon (tomo cuatro), Louis-Jean-Marie Daubenton (1716-1800) en el momento en que describía cada una de las partes del caballo, comentaba que uno podía percatarse de que existían ciertas similitudes y diferencias en todas las estructuras anatómicas de los animales. Para ejemplificar sus observaciones, Daubenton decía que el caballo y los otros solípedos (cuadrúpedos de un solo dedo), tomando como referencia la presencia de los 5 dedos, eran las especies que más diferían de los demás animales; y en cuanto a la similitud con el ser humano, el mono era quien más parecido tenía con él. Por lo tanto, el caballo y el mono era los dos extremos de ésta comparación.

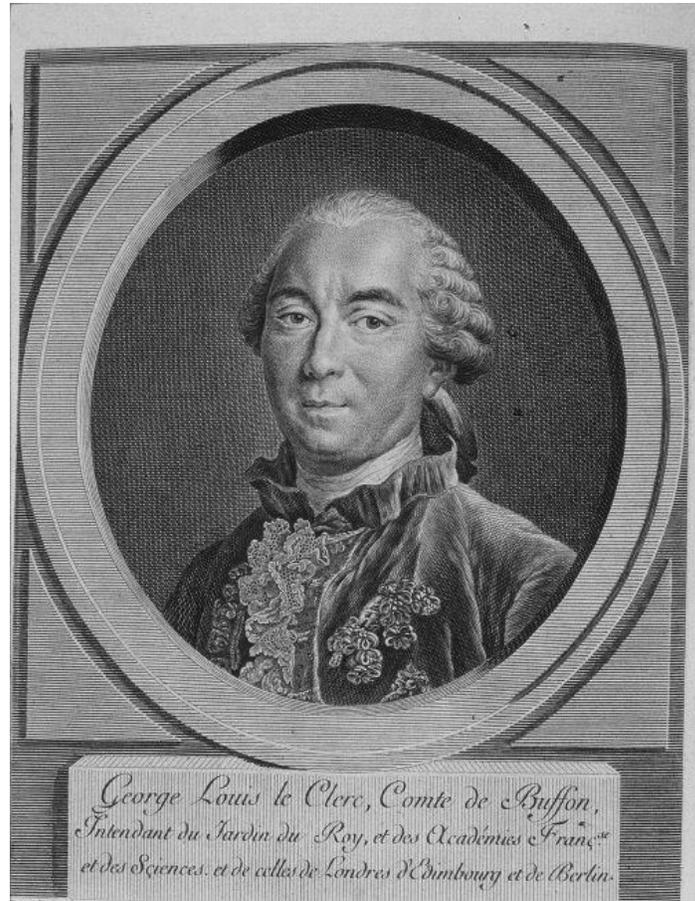


Figura 1.2. George Louis le Clerc Conde de Buffon (1707-1788). (Buffon, 1774).

Daubenton parte de la idea de la cadena del ser, pues las semejanzas y diferencias en todos los animales cuadrúpedos (mamíferos) están dictaminadas en una serie graduada, de manera que la morfología del caballo es la más apartada, seguida sucesivamente de los demás animales llegando a la configuración del mono, hasta topar con el cuerpo humano. Al finalizar, Daubenton al tratar la descripción osteológica, compara cada uno de los huesos del caballo con los del ser humano, indicando que existen algunas diferencias con base a la longitud y la forma de los huesos, aunque admite que la similitud es casi exacta en cuanto a posición y ensamblaje se refiere.

Por otra parte, en el apartado del caballo, Buffon comenta que existe un patrón ideal para cada una de las especies animales y que los individuos son

modificaciones producidas a partir de un tipo originario (las traducciones del francés son mías).

“En la Naturaleza hay un prototipo general en cada especie, sobre el cual cada individuo está modelado, pero que parece, al realizarse, alterarse o perfeccionarse por las circunstancias; de modo que, relativamente en ciertas cualidades, hay una variación bizarra aparente, en la sucesión de los individuos, y al mismo tiempo una constancia que parece admirable en la especie entera” (Buffon, 1753, pp. 215-216).

Las variaciones en los individuos han sido causadas por agentes externos y, como esto ha ocurrido durante sucesivas generaciones, los individuos actuales son manifestaciones que se han ido alejando cada vez más del tipo primitivo. Sin embargo las pretensiones de Buffon no solamente estaban enfocadas en presentar un tipo básico como mera abstracción de un conjunto de individuos, él representaba a la unidad de plan como algo existente de un pasado remoto. La presencia de un organismo primitivo simbolizaría el molde del cual han derivado diversos ejemplares alterados, esto explicaría el por qué de las diferencias o variedades de cada individuo y, de la misma forma, el por qué cada uno de ellos tiene similitudes profundas.

“El primer animal, el primer caballo, por ejemplo, fue el modelo exterior y el molde interior sobre el cual todos los caballos que nacieron, todos aquellos que existen y todos los que nacerán fueron formados; pero este modelo, del cual sólo conocemos las copias, pudo alterarse o perfeccionarse al comunicar su forma y al multiplicarse: la huella originaria subsiste enteramente en cada individuo, pero, aunque haya millones, ninguno de esos individuos, no es, sin embargo similar en todo a otro individuo, ni por consiguiente al modelo del cual lleva la huella” (Buffon, 1753, p. 216).

Más adelante en la sección de *l'âne*, Buffon empezaba a darse cuenta que todos los animales vertebrados poseían los mismos tipos de huesos, esto le hizo pensar que existe un mismo arreglo para todos ellos. Entonces si delineamos cada uno de los huesos, podríamos postular un “diseño primitivo y general” para todos los animales vertebrados, de tal manera que las partes esenciales varíen de manera graduada en infinidad de formas. Por ejemplo, las costillas, dice Buffon, se encuentran en la misma posición en todos los animales, desde los cuadrúpedos hasta los peces, incluso las costillas están presentes como vestigios en las tortugas donde se localizan por surcos debajo del plastrón. Y como lo ha remarcado Daubenton:

“Que el pie de un caballo, aparentemente es tan diferente de la mano del hombre, a pesar de que está compuesto de los mismos huesos, y que tenemos en las extremidades de cada uno de nuestros dedos, el mismo huesecillo de herradura del caballo que termina en el pie de este animal; juzgaremos si esta similitud que se esconde no es más maravillosa que las diferencias aparentes” (Buffon, 1753, pp. 380-381).

Para Buffon, esta visión ha dado indicios de cómo la naturaleza a diseñado un plan general para todos los tipos animales “y variarla al mismo tiempo de todas las maneras posibles, a fin de que el hombre pudiese admirar igualmente la magnificencia de la ejecución y la simplicidad del plan” (Buffon, 1753, p. 381).

Por lo tanto podemos abstraer un prototipo de todas las estructuras morfológicas básicas y modificarlas de diversas maneras para obtener las distintas formas de las clases de animales, por ejemplo, alargando un hueso, reduciendo otro, etcétera. De esta manera es como Buffon idealiza su plan general y primitivo, que de manera objetiva, podríamos ubicarlo en distintos niveles jerárquicos, por ejemplo, una categoría primaria se observaría en el caballo y sus variedades; una segunda categoría estaría representada por los cuadrúpedos y sus diferentes formas como caballos, monos, perros, etcétera; y una tercera categoría, que

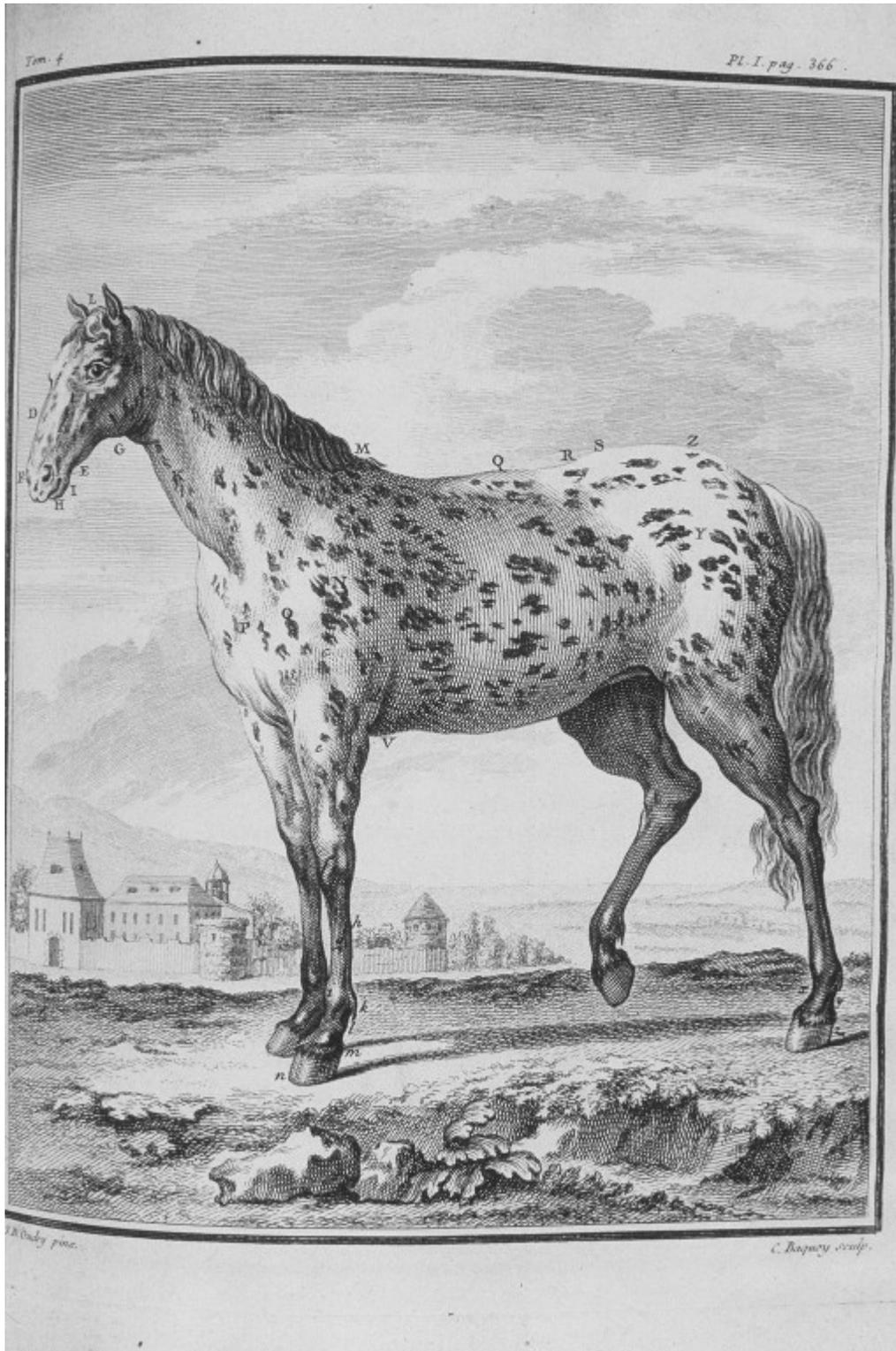


Figura 1.3. Ilustración del caballo en el tomo IV de la *Historia Natural* de Buffon. (Buffon, 1753).

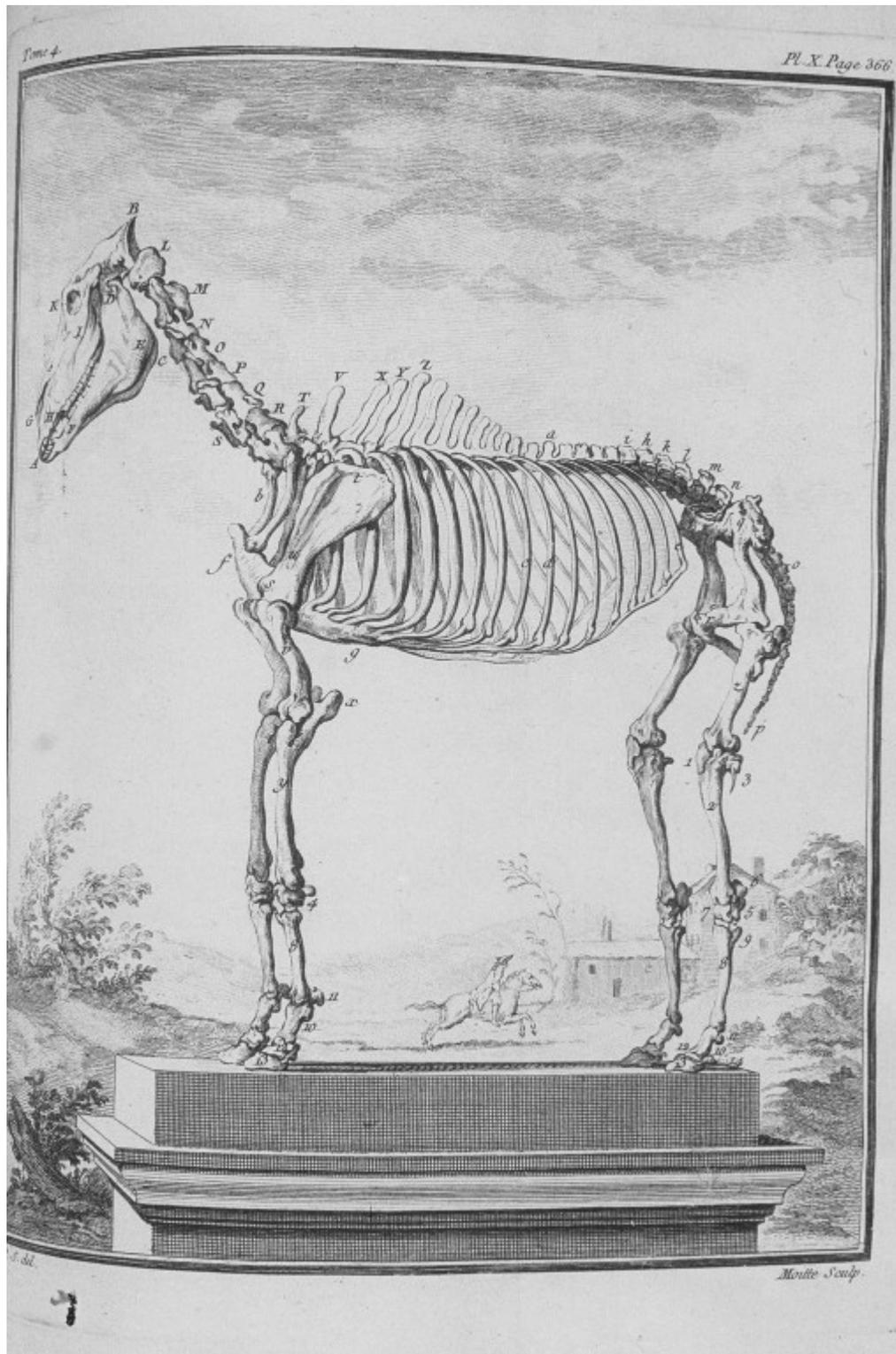


Figura 1.4. Ilustración del esqueleto del caballo en el tomo IV de la *Historia Natural* de Buffon. (Buffon, 1753).

incluiría a todos los vertebrados, mamíferos, aves, reptiles y peces. Ahora bien ¿existirá una cuarta categoría?

En 1766, en la *Nomenclature des singes*, Buffon regresaba nuevamente al tema, indicando que toda la morfología del animal podría obtenerse a partir de cualquiera de sus representantes.

“Que disecando al mono, se podría conocer la anatomía del hombre; que al tomar otro animal encontramos siempre el mismo fondo de organización, los mismos sentidos, las mismas vísceras, los mismos huesos, la misma carne, el mismo movimiento en los fluidos, el mismo juego, la misma acción en los sólidos [...] los mismos órganos de circulación, de respiración, de digestión, de nutrición, de excreción [...] una armadura sólida, compuesta de las mismas piezas ensambladas casi de la misma manera” (Buffon, 1766, p. 28).

Ese plan siempre es el mismo pasando por todas las escalas de los animales, empezando por el ser humano, seguido del mono, los cuadrúpedos, los cetáceos, los pájaros, los reptiles, hasta los peces. Sin embargo Buffon va más allá de estas consideraciones, y extiende la unidad de plan en toda la escala natural.

“Ese plan que primeramente sólo había variado por matices [en los animales superiores, ahora observamos] que se deforma por grados desde los reptiles a los insectos, de los insectos a los gusanos, de los gusanos a los zoófitos, de los zoófitos a las plantas; y aunque alterado en todas sus partes externas, conservan sin embargo el mismo fondo, el mismo carácter cuyos trazos principales hacen la nutrición, el desarrollo y la reproducción; trazos generales y comunes a toda subsistencia organizada, trazos eternos y divinos que el tiempo, lejos de borrar o destruir, sólo renueva y lo hace más evidente” (Buffon, 1766, p. 29).

Con esta clase de argumentos ¿cómo podría dudarse del formalismo? Roger (1989, pp. 384-389) comenta que este tipo de nociones en Buffon abrió un nuevo campo de investigación dirigido al nacimiento de la anatomía comparada, que empieza desde los trabajos de Daubenton, pasando por Félix Vicq d'Azyr (1748-1794), hasta llegar a Cuvier quién tomará a la anatomía comparada como una disciplina autónoma y reconocida. Por otro lado nace la Morfología que es capturada primero por los alemanes, después en Geoffroy Saint-Hilaire hasta Owen. Roger nota que es con Cuvier en donde la anatomía comparada se vuelve auxiliar de la fisiología general haciendo énfasis en los diferentes planes de organización de los cuales su característica más sobresaliente es la función orgánica como la digestión, la circulación y el sistema nervioso. Mientras que en el campo de la Morfología el problema se orienta principalmente en la forma enfocándose primordialmente en la estructura esquelética, Roger afirma que Buffon entendía esta diferencia cuando escribió:

“Sin hablar de los órganos de digestión, circulación y generación, que pertenecen a todos los animales, y sin el cual los animales cesarían de ser animal y no podrían ni sobrevivir ni subsistir ni reproducirse, hay en las mismas partes, que contribuye a la mayor variedad de la forma exterior, un prodigio parecido que nos recuerda necesariamente a la idea de un primer diseño sobre el cual todo parece haber sido concebido” (Buffon, 1753, p. 379).

Roger sostiene que esta frase indica que el sistema fisiológico, tan importante para la vida animal como son las partes internas en su organización, no fue el principal objeto de atención en Buffon. Y a diferencia de Cuvier, según Roger, Buffon no estableció una relación entre forma y función, ya que esto conlleva a una explicación teleológica, algo que él rechazaba. Por lo tanto, al comparar el esqueleto humano con el esqueleto del caballo, y al postular las deformaciones de los huesos para obtener ambas topologías, su preferencia estaba inclinada en tomar a la forma como algo primordial.

Sin embargo Roger reconoció una segunda alternativa, y es referente a los argumentos de la *Nomenclature des singes*, cuando Buffon dice que el tiempo no puede alterar el fondo de organización de todos los seres organizados, por ejemplo, la nutrición, el desarrollo y la reproducción. Si esto es cierto, entonces, ¿podría el tiempo alterar el plan morfológico? Esta pregunta acarrea a otra pregunta de mayor importancia, ¿de dónde o cómo surge el primer diseño? Buffon había respondido que del “Ser Supremo”, pero Roger afirma que para él, Dios significaba la Naturaleza, y aunque podamos sustituir ambas palabras, eso no soluciona el problema. Buffon no era un evolucionista (en el sentido moderno de la palabra) por lo tanto, el “primer diseño” no podría sufrir ningún tipo de alteración, ni siquiera por el tiempo, de hecho comenta Roger que aunque uno se pregunte cómo el plan ha degenerado de especie a especie, la respuesta tendría mucha dificultad.

¿Era realmente Buffon formalista?

Debido a que el pensamiento de Buffon era ambiguo y que hay distintas interpretaciones de su pensamiento, no es fácil responder a la pregunta si Buffon era o no formalista. Para dar con la respuesta, primeramente debemos marcar la diferencia entre los distintos significados del tipo; en segundo lugar tendríamos que identificar los objetivos de Buffon al postular el tipo, por ejemplo ¿qué significaba para Buffon “el primer diseño”? y consecuentemente ¿cómo surgió este “primer diseño”?; en tercer lugar es necesario profundizar en los argumentos que hacen mención a la fisiología para entender si hay algún interés de Buffon sobre éste.

Lawrence (1976) hace la distinción de los conceptos del tipo que serían usados comúnmente durante la mitad del siglo XIX. El primero es el concepto del modelo taxonómico, el segundo es el concepto del espécimen o interpretación de colección y el tercero es el concepto morfológico. Es dudoso que Buffon haya utilizado el concepto taxonómico, por lo menos refiriéndose a los argumentos descritos anteriormente. Sin embargo, aunque Buffon se dedicó a criticar la

clasificación de Linneo diciendo que en la naturaleza no existen más que individuos, y que las clasificaciones taxonómicas no son más que abstracciones inventadas por la mente humana, al tratar acerca del diseño primitivo en el artículo de *l'âne*, Buffon afirmaba que todos los animales podrían pertenecer a una misma familia. La comparación del esqueleto de diferentes animales como el ser humano y el caballo le hizo pensar que la estructura esquelética podía amoldarse para obtener ambos diseños, esto significaba que el plan es idéntico y común en todos los animales. Buffon comenta que dentro de todos los animales, si es que pensamos en ellos como una familia, existen otras pequeñas familias. Estas familias inclusivas han sido proyectadas por la naturaleza como un producto generado por el tiempo, tal vez sobre este aspecto estaría pensando en una degradación del diseño original en todos los animales atravesando por matices para cada uno de los otros diseños inclusivos, pero:

“Si estas familias existieran en efecto, ellas no habrían podido formarse más que por la mezcla, la variación sucesiva y la degeneración de las especies originarias; y si se admite una vez que existen familias [...] en los animales, que el asno sea de la familia del caballo, y que no difiere de éste más que porque ha degenerado, podría decirse igualmente que el mono es de la familia del hombre, que es un hombre degenerado, que el hombre y el mono tienen un origen común como el caballo y el asno, que cada familia [...] no ha tenido más que un solo origen, e incluso que todos los animales provienen de un solo animal, que, en la sucesión de los tiempos, ha producido, perfeccionándose y degenerando, todas las razas de los otros animales” (Buffon, 1753, pp. 381-382).

Al parecer Buffon podría haber dudado de esta posibilidad, ya que no es posible admitir que una especie haya sido el producto de otra especie, porque si esto fuese posible, no habría límites del poder de la naturaleza, y no haría falta más que tiempo para originar a todos los demás seres organizados. Buffon no era evolucionista, por lo tanto, estas familias eran solamente obras nuestras.

Regresando con la clasificación de Lawrence acerca del tipo, el concepto morfológico acarrea dos nociones distintas que son el funcional y el formalista. En el funcional, el tipo es ideado como una configuración fisiológica invariable, o bien, que la forma es el resultado de una necesidad fisiológica. Esta visión da a entender que los tipos son patrones estables de organización, esto es, que ninguna circunstancia externa tendría el poder de cambiar estos modelos, ya que cualquier alteración al mismo, tendría una deficiencia en la función. La morfología funcional en Francia es característica de Vicq d'Azyr, Daubenton y Cuvier. Para ellos los patrones de organización y sus leyes sólo son posibles como una estabilidad de la forma, bajo esta perspectiva no fue concebible imaginar un cambio en la organización (Véase Lawrence, 1975). Del otro lado tenemos el concepto morfológico formalista, en esta perspectiva el tipo es una unidad que se obtiene de todos o un grupo de animales determinados y consecuentemente se altera para explicar la diversidad de las diferentes formas. Sobre este último aspecto se toma en consideración la transformación (pero no en un sentido evolutivo moderno), porque si todos los animales comparten una unidad de tipo, las diferencias individuales de un organismo a otro se explicarían por grados de desarrollo y modificación de estructuras similares.

Ahora bien, ¿en qué categoría entrarían los argumentos que hemos ido viendo? En el concepto formalista, porque todos los animales comparten un prototipo y las variedades que surgen a partir de éste, son degeneraciones causadas por el clima, por lo menos refiriéndonos a un primer nivel, por ejemplo, el caballo y sus variedades. Por el momento no tocaremos la segunda alternativa, la morfológica funcional, hasta llegar a los argumentos que hablan acerca de la fisiología interna del animal. En seguida hablaremos de cómo Buffon interpreta la apariencia externa en todos los animales, tomando en cuenta la forma como un reflejo de la adaptación, esto sería clave para entender el concepto funcionalista de las condiciones de existencia, ya que para Buffon la forma podría ser una consecuencia de factores exteriores, o bien, que la estructura se moldea conforme a las exigencias del ambiente. Tal vez la coherencia del diseño común en todos los animales, que desciende en una cadena de seres en forma de unidades, sea

tan solo resultado de la magnificencia operativa de la naturaleza. Por lo tanto, el problema estaría enfocado en cómo habría surgido “el primer animal”, porque el diseño es el que muestra la adecuación a las circunstancias, y si hay un cambio en las condiciones exteriores, el tipo ya originado sería apartado de las circunstancias originales, entremos en detalle sobre este cuestionamiento.

Al iniciar el tratado de *Historia Natural*, Buffon tenía en mente dos conceptos fundamentales que lo ayudarían a comprender el fenómeno de la vida. El primero es la noción de las moléculas orgánicas, que según Buffon, son componentes que constituyen a todos los seres vivos y ayudan al organismo a mantener su organización; el segundo término es lo que denominaría como el molde interior, esto es el recipiente en donde las moléculas orgánicas se acomodan para mantener el tipo. Buffon decía que el molde interior, en un organismo determinado, se mantenía constante cuando sus condiciones de vida eran prácticamente normales, pero cuando los factores externos cambiaban, el molde interior se comportaba como una masilla moldeable, cualidad que lo hacía apartarse cada vez más del tipo; a éste fenómeno Buffon le llamó degeneraciones. En conclusión, Buffon afirmaba que todos los organismos están constituidos por moléculas orgánicas, que son aquellas que forman el cuerpo del ser conforme a un molde interior, este molde interior podía degenerarse debido a los efectos del clima, y como dice Roger (1983, p. 7) “por clima hay que entender no solamente el clima propiamente dicho, sino también a la alimentación y el tipo de vida”.

Buffon creía que existía una patria de origen para cada grupo de organismos, porque cuando se conoce el origen de un determinado grupo de organismos, las características de esos animales parecen estar adecuadas para vivir en ese lugar, por ejemplo, el caballo, originario de Arabia, en donde los climas en ese lugar son más calientes y son los que convienen más a esos animales. De una región ideal, es donde se han originado los diseños primarios para un tipo de animal en particular, y los organismos que vemos actualmente han sido alterados por el cambio del clima como consecuencia de la dispersión. Los animales viven constantemente de la misma manera, no cambian y no habitan otros climas ajenos,

además los lugares en donde nacieron están estrechamente ligados a sus condiciones de vida, por lo tanto, para cada animal hay una patria de origen.

En 1761, en la parte del león, Buffon escribió acerca de la relación entre la patria de origen y la adecuación de los organismos. De esto apunta que las especies tienen características físicas definidas, la influencia del clima es sumamente poderosa y deja marcas no solamente en las variedades de una especie, sino que es propia y vinculada con la forma de vida del animal, puesto que:

“Unos no pueden propagarse en los países cálidos, otros no pueden subsistir en climas fríos, los leones jamás habitan en las regiones del norte. El reno jamás se encontrará en los territorios de en medio [...] cada cual tiene su país, su patria natural, en la cual cada uno de ellos es retenido por necesidad física; cada uno de ellos es el hijo de la tierra que habita y es en este sentido que se debe decir que tal o cual animal es originario de un tal o cual clima” (Buffon, 1761, p. 2).

Buffon empieza a preocuparse por la adecuación de los organismos a su ambiente, no obstante más adelante cuando comenzó a comparar a los animales del viejo y nuevo mundo, hizo una pregunta crucial: ¿por qué los animales del viejo mundo se parecen a los animales del nuevo mundo? Por ejemplo un tigre tendría su homólogo en el nuevo mundo como el jaguar, el chimpancé con el mono araña, etcétera. ¿Por qué el parecido entre animales de diferentes regiones geográficas, si entre los continentes no hay una comunicación? Y suponiendo que lo hubiera, no es posible para algunos de estos animales viajar de clima en clima porque como Buffon había remarcado anteriormente: ellos no pueden estar propagándose en lugares para los cuales no nacieron. Buffon daría una alternativa diciendo que existe la posibilidad de que los animales del nuevo mundo sean los mismos que del viejo mundo, puesto que al estar separados por mucho tiempo, ellos habrían sufrido los efectos del clima al hacerlos degenerar. No pienso que Buffon haya tomado en serio esta posibilidad, porque para él no sería fácil

responder el cómo y por qué se adaptan los animales cuando se les induce a un clima diferente. Más bien él pensaría que cada prototipo es dependiente del territorio en donde ha nacido, porque el diseño está perfectamente adaptado a las circunstancias del lugar. En 1764, al describir el camello escribió:

“[El camello] parece originario de Arabia, pues no solamente es el país donde existe en mayor número, sino también es aquel en el que se acomoda mejor, Arabia es el país más árido del mundo, en donde el agua es muy rara; el camello es el más sobrio de los animales y puede pasar varios días sin beber; el suelo casi en todas partes es seco y arenoso; el camello tiene los pies hechos para caminar en la arena y no puede, por el contrario, sostenerse en terrenos húmedos y lisos [...] No deberíamos equivocarnos demasiado sobre el país natural de los animales, ni cuando examinemos esas relaciones de conformidad; su verdadera patria es la tierra la cual ellos se asemejan, es decir, a la cual su naturaleza parece ser enteramente conforme” (Buffon, 1764, pp. 216- 218).

De aquí se hace imprescindible entender el por qué es necesario conocer el origen y formación de estos diseños primitivos que no son otra cosa más que los moldes interiores de cada animal. Ahora el problema se concentra en si hay un cierto determinismo en la configuración de los animales, esto nos daría una pista de un enfoque funcionalista, puesto que si tenemos ciertas condiciones en un ambiente en particular, éstas originarán una determinada topología en el primer animal, la finalidad es de que los animales puedan habitar adecuadamente en su patria de origen, la forma sería consecuencia de las circunstancias y no al revés.

Buffon en su *Supplément de 1775*, al tratar acerca de los enfriamientos de los distintos planetas y satélites, afirmaba que la vida se podía originar en cada uno de los planetas del sistema solar cuando la temperatura era la adecuada.

“Y puede creerse que todos estos vastos cuerpos, como el globo terrestre, están cubiertos de plantas e incluso que están poblados por seres sensibles

más o menos parecidos a los animales de la Tierra. Demostraremos, con numerosas observaciones reiteradas, que en todos los lugares en los que la temperatura es la misma, no sólo encontramos las mismas especies de plantas, las mismas especies de insectos, las mismas especies de reptiles sin haberlas transportado allí, las mismas especies de peces, las mismas especies de cuadrúpedos, las mismas especies de aves sin que se hayan desplazado allí [...] La misma temperatura alimenta, produce en todas partes los mismos seres” (Buffon, 1775, pp. 509-510).

En otras palabras, todos los moldes interiores o planes de composición se forman independientemente en lugares diferentes, siempre y cuando existan las mismas condiciones de temperatura. Y en consideración de Roger (1997, p. 471): “Los animales terrestres [...] se han de encontrar en todas partes del universo, siempre y cuando las mismas condiciones físico-químicas prevalezcan y en donde la misma temperatura y la misma materia dúctil esté presente. Mismas causas, producen mismos efectos. La combinación de las moléculas orgánicas producen los mismos seres bajo estas circunstancias”. En este contexto las especies y el molde interior, tienes dos opciones, aparecer y desaparecer, más no transformarse. El diseño original y primitivo es el mejor adaptado a las circunstancias del cual se ha originado, el efecto de un clima cambiante hace que el organismo se aparte días tras días de su molde interior, y si está lo suficientemente alejado de éste, el organismo estará condenado a la extinción debido a que perderá cada vez más características que lo hacen sobrevivir en su patria de origen.

Para cuando publica *Las épocas de la naturaleza* en 1778, el pensamiento de Buffon sobre este tipo de cuestiones, se encontraba más organizado. Buffon había ya establecido una cronología para la historia de la Tierra, había dividido siete épocas para explicar los acontecimientos sucedidos en un pasado remoto. En esta etapa de su vida, además de postular lo novedoso como es el descubrimiento del tiempo, Buffon entendía a la vida como una mera propiedad física y no como un grado metafísico del ser. Todo lo que se encuentra

a nuestro alrededor tiene un origen meramente natural, desde la formación de toda la configuración geológica de la Tierra hasta el origen y la formación de los seres vivos.

Primero hay que enfocarnos en las moléculas orgánicas, los componentes esenciales de los seres orgánicos que fomentan el molde interior y, posteriormente, en cómo los moldes interiores se establecen dentro de la historia. Comenta Beltrán (véase Buffon, 1997 p. 101) que antes de *Las Épocas*, las moléculas orgánicas se presentaban como una especie de átomos de la vida y se consideraban “partes primitivas e incorruptibles”. Ahora, en cambio, Buffon afirma explícitamente que tienen un origen natural. Siguen gozando de cierta peculiaridad porque conservan su carácter de “indestructibles” pero ya no son partes primitivas irreductibles, sino que se forman o nacen de un proceso natural, a partir de materias determinadas, en unas condiciones concretas. En la tercera época Buffon dice que: “Las moléculas orgánicas han existido desde el momento en que los elementos de un calor suave pudieron incorporarse a las sustancias que componen los cuerpos organizados” (Buffon, 1997, p. 232). Y para la quinta época Buffon decía: “Las moléculas orgánicas vivas empezaron a ejercer su capacidad para moldear y desarrollar los cuerpos organizados a partir de estas materias acuosas y dúctiles [...] puesto que las moléculas orgánicas no se producen más que por la acción del calor” (Buffon, 1997, p. 281). Beltrán (véase Buffon, 1997, p. 101) indica que esta materia bruta con la ayuda del calor no produce animales, ya sean gusanos, moscas o ratas, sino que produce moléculas orgánicas que, a su vez, producen animales.

Buffon admite que una vez que se han formado los moldes interiores a partir de las moléculas orgánicas, estos por ningún motivo pueden cambiar. Porque “no es posible que la forma constitutiva, o si se quiere la constitución real del cuerpo de los animales, que es lo más fijo que existe en la naturaleza, haya podido cambiar hasta el punto de producir en el elefante la complexión del reno” (Buffon, 1997, p. 157). Para probar la extinción, Buffon comentaba que en la antigüedad han existido especies de las cuales en la actualidad no hay representantes vivos. Los animales surgen y desaparecen, todo está determinado

por el grado de calor existente en la corteza terrestre. Por ejemplo, las clases fósiles cuyos “análogos vivos no se encuentran en ningún lugar, únicamente existieron en tiempos pasados en que la tierra y el mar, aún calientes, debían engendrar animales que necesitaban este grado de calor y que ya no existen porque probablemente han perecido a causa del enfriamiento” (Buffon, 1997, p. 164).

Entonces bajo esta perspectiva, ahora vemos a un Buffon quien se preocupa por que el molde interior sufra la menor cantidad de cambio, y en que cada uno de estos diseños primitivos surja como consecuencia de un factor ambiental, y no como estructuras desprendidas por degeneraciones de otras. Los organismos son máquinas perfectamente diseñadas a un ambiente en un tiempo determinado.

“Cuando se comparan estos antiguos monumentos de la primera edad de la naturaleza viva con sus producciones actuales, se ve claramente que la forma constitutiva de cada animal se ha conservado idéntica y sin alteración en sus partes principales. El tipo de cada especie no ha cambiado. El molde interior ha conservados su forma y no ha variado. Por más larga que quisiera imaginarse la sucesión de los tiempos, sea cual sea el número de generaciones que se admita o se suponga, los individuos de cada género representan hoy las formas de los primeros siglos, sobre todo en las especies mayores cuya impronta es más firme y la naturaleza más fija” (Buffon, 1997, p. 163).

Hasta aquí tan sólo hemos tratado acerca de la adaptación y el origen de los moldes interiores, tocando el concepto de estabilidad. Volviendo a la clasificación del tipo de Lawrence (1976) recordemos que para obedecer con el requisito del tipo morfológico funcionalista: en primer lugar hay que considerar que el patrón de organización debe ser invariable, tal vez este punto se ha cumplido; en segundo lugar, la forma debe ser el resultado de una necesidad fisiológica, para cumplir con este requisito debemos investigar la parte en el cual Buffon habla

sobre la fisiología animal. Sin embargo, estos fundamentos surgen desde el momento en que describió el prototipo general junto con Daubenton en el cuarto tomo de la *Historia Natural* de 1753. A continuación veremos estas reflexiones.

Buffon hace una diferencia sustancial entre dos estados esenciales para la existencia animal, él los llama el sueño y la vigilia. El primer estado, el del sueño, es base para la economía animal, ya que mantiene una condición fija y en reposo en el organismo. La segunda, la vigilia, es referente a la plasticidad de cambio como el movimiento. Podríamos decir que el estado de sueño se acerca a lo vegetal y la vigilia a lo animal. Una ostra, un zoófito, por ejemplo, quienes no tienen ningún movimiento exterior, Buffon dice, son animales que duermen todo el tiempo, porque en general “las funciones de todos los seres orgánicos que no tienen ni movimiento, ni sentidos, podrían ser comparados a las funciones de un animal que será por su naturaleza obligado a dormir perpetuamente” (Buffon, 1753, p. 8). Entonces, si admitimos esto ¿por qué un animal de estas características, como las ostras y los zoófitos, no son comparables a un vegetal? Buffon responde que aunque el vegetal y estos animales sin movimiento tengan una función exterior parecida, uno y otro ofrecen resultados muy similares, como es el alimentarse, crecer, desarrollarse, estar privados de acción, movimiento, sentimiento. No obstante, la organización interior de plantas y animales trabaja de manera muy diferente. De aquí podemos marcar las diferencias y las similitudes entre todos los animales existente, porque partiendo de dos cubiertas, una exterior y otra interior, empezaríamos a distinguir una parte que siempre cambia y la otra parte que nunca lo hace. La cubierta exterior contendrá los sentidos, los miembros, toda la forma superficial del animal, mientras la cubierta interior será poseedora de la organización oculta del animal.

“Es por esta cubierta [la exterior] que los animales se diferencian entre ellos, la parte interior que hace el fundamento de la economía animal pertenece a todos los animales sin ninguna excepción, y es más o menos la misma por la forma en el hombre y en los animales que tienen carne y sangre; pero la cubierta exterior es muy diferente y es en las extremidades de esta cubierta

que se hacen las diferencias más grande. Para entender mejor [este principio], comparemos el cuerpo del hombre con el de un animal, por ejemplo, con el cuerpo del caballo, del buey, del cerdo, y la parte interior que actúa continuamente, es decir [...] los órganos de la circulación y de la respiración, son más o menos los mismos; pero la parte exterior, la cubierta, es muy diferente” (Buffon, 1753, p. 10).

Las diferencias de la cubierta externas son más que obvias, considérese y compárese al ser humano, los cuadrúpedos, las aves, los cetáceos, los peces, los anfibios, los reptiles, todos estos animales varían en su “figura, en la proporción de sus cuerpos, en número y posición de sus miembros, en las substancias de su carne” (Buffon, 1753, pp. 12-13). El sistema esquelético estaría en una posición intermedia, ya que ella presenta algunas variaciones y diferencias en número, tamaño y posición, por ejemplo, en algunos animales los huesos pueden ser largos, pequeños, redondos, aplanados; pueden estar fusionados o ausentes como las clavículas, ser más numerosos como las vértebras, las costillas, o menos numerosos como los huesos del carpo, metacarpo, tarso, metatarso, falanges; todas estas diferencias contrastan considerablemente la forma del cuerpo del animal. La configuración esquelética está emparejada con la cubierta externa, siendo las extremidades las que marcan gran parte de estas diferencias, comparemos por ejemplo la mano del ser humano con la del caballo. En el otro extremo tenemos la conformación interior refiriéndonos a las estructuras fisiológicas como el sistema nervioso y el sistema circulatorio, que son las que, funcionalmente, mantienen al cuerpo en movimiento, la máquina animal; estos sistemas son los encargados de que el animal lleve a cabo las funciones principales como la nutrición, el desarrollo y la generación, por lo tanto, estas partes orgánicas son las que deben mantenerse inalterables:

“Todos [los animales] tienen un corazón, un hígado, un estómago, unos intestinos, unos órganos para la generación: estas partes deben ser

observadas como las más esenciales en la economía animal son de todas las más constantes y las menos sujetas a la variedad” (Buffon, 1753, p. 13).

De estas consideraciones, podemos hacer un breve análisis. Primero, tenemos la configuración exterior, en palabras de Buffon, la cubierta que está sujeta a plasticidad, ahora bien, ¿serán las condiciones ambientales las que estén moldeando las topologías de los animales? Estas preguntas suenan interesantes, tomando en cuenta que la estructura esquelética es un paso intermedio entre la cubierta exterior y la interior. ¿Hasta qué nivel se vuelve o se puede concebir un prototipo animal, cuando se sabe que el sistema esquelético es una estructura intermedia entre lo exterior y lo interior, o bien, que puede estar sujeto al cambio y al mismo tiempo tener una estabilidad? En un pasaje nos dice Buffon (1753, p. 13) que los cetáceos a pesar de que tienen algunas similitudes con los cuadrúpedos como la viviparidad, son muy diferentes a ellos en la forma porque carecen de extremidades posteriores y viven en el mar; el pájaro difiere todavía más de los cuadrúpedos porque son ovíparos, por el pico, las plumas, y por el vuelo. Analicemos estas últimas diferencias, en los cetáceos la relación del grupo viene conforme a la vida acuática; los pájaros se relacionan con el vuelo; estas observaciones tienen un sentido funcional sí y sólo si la estructura se pueda relacionar con su modo de vida. En los cetáceos tenemos ausencia de extremidades, en los pájaros tenemos plumas, picos y crestas; podríamos decir en un sentido más amplio una relación funcional que puede acarrear aspectos topológicos similares, incluso podríamos ir más allá de estos tipos generales, considerando que el hábito lleva a otros grupos de animales a tener estructuras parecidas, por ejemplo para 1765 Buffon escribía acerca de la relación entre aves y murciélagos:

“Los murciélagos que tienen ya grandes relaciones con las aves por el vuelo, por sus alas y por la fuerza de los músculos en los pectorales, parecen aproximarse aún por esas membranas o crestas que tienen sobre la cara, estas partes excedentes, que se presentan sólo como

deformidades superficiales; son [...] visibles los matices de la ambigüedad de la Naturaleza entre estos cuadrúpedos voladores y las aves: ya que la mayoría de éstos tienen también membranas y crestas alrededor del pico y en la cabeza, que parecen tan superficiales como la de los murciélagos” (Buffon, 1765, pp. 227-228).

Recuérdese que la cubierta interior es la que permanece intacta en toda su fisiología, ahora si hablamos de una serie graduada del prototipo que desciende por matices desde el ser humano hasta el reptil seguido de los insectos, podemos adivinar que los órganos internos como el corazón y los pulmones de los insectos no deben variar, por lo menos, en los aspectos más específicos de la configuración animal. Buffon contradice esto cuando escribe (las cursivas son mías):

“En la mayor parte de los Insectos, por ejemplo, la organización de estas partes principales de la economía animal es singular, en lugar del corazón y de los pulmones encontramos partes que sirven para las mismas funciones vitales, y por esta razón las considerábamos como *análogas* [*analogues*] a estas vísceras, pero en realidad son muy diferentes tanto por la estructura como por el resultado de su acción” (Buffon, 1753, p. 12).

He aquí la palabra “analogía”, Buffon utiliza la palabra como lo que hoy llamaríamos homología, pero él claramente entendía su contraparte cuando dice que los órganos de los insectos, con respecto a los vertebrados, son muy diferentes en estructura, lo que hoy llamamos analogía,² esto implica que las partes internas que son las menos variables no son las mismas en las configuraciones animales. Porque si la cubierta interior es diferente en forma, y si existe una función similar, entonces pensaríamos que la condición funcional estaría actuando al configurar los modelos fisiológicos. Bajo este punto de vista es

² Homología y analogía son términos de Owen y Darwin, por eso en este trabajo se propone los términos de analogía formal y funcional, sin embargo se seguirán usando estos conceptos hasta que los términos propuestos en la tesis se aclaren, véase capítulo 3.

posible encontrar estructuras análogas y, por lo tanto, un tipo totalmente diferente y sin relación estructural con los otros animales. Y si esto es cierto ¿Qué podríamos pensar de la cubierta exterior? Los sentidos no están privados en los insectos, esto es algo esencial para la economía del animal, por ejemplo, “[en los insectos] tenemos una parte de la cabeza *análoga* al cerebro y a los sentidos, cuyas funciones son parecidas a las de otros animales” (Buffon, 1753, p. 14). Aquí la palabra “analogía” ahora la utiliza como lo que llamaríamos analogía en el sentido moderno. El cerebro concede acción y movimiento a todas las partes del cuerpo, rige todas las funciones tanto del exterior como del interior, esto es posible ya que los nervios se ramifican por todo el cuerpo.

“La unión parece íntima y recíproca, y aunque estos dos órganos [el cerebro y el corazón] tengan funciones absolutamente diferentes las unas de las otras [...] no pueden ser separadas sin que el animal perezca al instante [...] El corazón y todas las partes actúan continuamente, sin interrupción, y por así decirlo, mecánicamente e independientemente sin ninguna causa exterior” (Buffon, 1753, p. 14-15).

Ahora bien ¿en qué categoría entrarían estos argumentos con base en la clasificación del tipo morfológico de Lawrence? En el concepto funcionalista, porque los tipos de Buffon son unidades permanentes e inalterables, en donde órganos fisiológicos dependen los unos de los otros, teniendo como centro principal al sistema nervioso, puesto que cualquier desviación o modificación de la cubierta interna, tendría consecuencia de inestabilidad de las funciones principales que someten al organismo como un todo. Según Buffon el cerebro controla los demás sistemas, este pasaje incita a cuestionarnos si hay una visión previa de la subordinación de caracteres. Pero al mismo tiempo esto da indicios de la posibilidad de pensar que distintos prototipos morfológicos llegaran a las mismas conclusiones funcionales de manera independiente.

Retomando nuevamente el argumento de Roger (1989, p. 386) cuando dice que la fisiología tan importante para la vida animal no era el principal interés

de Buffon y que la forma era su principal objetivo, con los argumentos anteriormente expuestos, podríamos entonces revalorar la postura de Buffon con respecto a la relación forma y función, porque para Buffon las partes internas del animal juegan un papel importante en la estructura animal, además la adaptación o la necesidad físicas, es un elemento primordial para concebir a los grupos naturales.

Resumiendo la relación forma y función aclaremos siete puntos de interés. Primero, para Buffon existen dos estados en el cuerpo del animal, la cubierta interior y la cubierta exterior; la primera es inalterable porque constituye la parte funcional de todo el organismo vivo, la segunda se puede manifestar en múltiples variedades ya que debe cumplir los requisitos preestablecidos del medio. Segundo, la cubierta interior constituye las funciones fisiológicas del animal, y ésta está determinada por el sistema nervioso que mantiene un conjunto de relaciones interdependientes con los demás partes del cuerpo. Tercero, esta cubierta interior no es la misma en todos los animales, existe una analogía en la forma debido a las exigencias funcionales, en cuanto a la economía del animal se refiere. Cuarto, el sistema esquelético es la parte intermedia de ambos estados, y aunque se puede sacar un diseño general y común, solamente es debido a que tiene como particularidad la estabilidad pero a la vez el cambio expresado en la forma exterior para poder comunicar los requerimientos del organismo a su entorno. Quinto, hay un prototipo en la naturaleza, pero este únicamente se da a un primer nivel, por ejemplo del caballo y sus variedades; porque si hay una continuidad en la naturaleza, pensaríamos que el asno no es otra cosa más que un caballo degenerado. Sexto, sin embargo ciertos grupos de organismo tiene una configuración morfológica semejante; tal vez en este caso podríamos hablar de un reconocimiento de homologías, pero tales homologías surgen debido a que ciertos grupos de organismos han tenido un origen común, esto es, que en mismas condiciones físico-químicas y donde la materia dúctil se presente, por la acción de las moléculas orgánicas, se originarán los mismos seres bajo tales circunstancias. Séptimo, la creación del molde interior en condiciones específicas, tendrá también como consecuencia una retención de necesidades físicas, ya que los animales

están hechos para habitar exclusivamente en la patria de origen y, una vez establecida la topología del animal, el clima solamente puede hacerlos degenerar en multitud de variedades.

Con estos puntos no quiero decir que Buffon sea enteramente funcionalista quizá realmente no hay algún sentido para catalogar a Buffon en una categoría específica, ya que el problema al cual él se enfrenta sesga totalmente este conflicto, por ejemplo, él no estaba interesado en buscar una unidad de tipo, ni buscaba adaptaciones en la estructura animal, más bien sólo interpretaba a su manera la anatomía y fisiología comparada de su tiempo. Solamente no hay que descartar la posibilidad de que Buffon jugó un papel muy importante en el desarrollo del funcionalismo francés, así como también, en el formalismo postulado por Geoffroy de Saint-Hilaire.

En general, en este capítulo hemos visto el desarrollo epistemológico del debate entre el formalismo y el funcionalismo. Primero revisando la teleología de Aristóteles, quien tuvo un papel bastante importante para el funcionalismo en Francia con George Cuvier; en segundo lugar, Kant, y su noción de un esquema en común, participó en la concepción de la unidad de tipo en la *Naturphilosophie*, además de que su teleología recaería en las ideas de Cuvier; y en tercer lugar, Buffon quien, como se había señalado anteriormente, influenció la corriente funcionalista en Francia, que inició con Lamarck y Cuvier; y por otro lado, intervino en el nacimiento de la postura formalista con Geoffroy.

-CAPÍTULO 2-

Naturphilosophie:

Perspectiva romántica de la homología alemana

¿El arte imita a la ciencia o la ciencia imita al arte? Hardenberg decía: “La vida se parece a los colores, a los sonidos y a la fuerza; el romántico estudia a la vida así como el pintor, el músico y el mecánico, estudia el color, el sonido o la fuerza” El romanticismo alemán fue un movimiento que manifestaba un aspecto artístico y humanístico a las múltiples disciplinas del conocimiento humano. El romanticismo, visto como ciencia, marcó un camino distinto unificando el estudio de la vida con un aspecto espiritual, de esta idea nació la escuela *Naturphilosophie*, la cual fue representada por una serie de filósofos alemanes de finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, quienes buscaban entender a la naturaleza por medio de la filosofía y la literatura, concentrándose en una visión progresista y unitaria del universo. Según God-Vod Aesch (1947, pp. 238-239) la búsqueda del conocimiento romántico se puede definir en el siguiente programa:

- 1) Una tentativa de lograr, primero, la comprensión de un orden universal de validez metafísico y no meramente pragmático.
- 2) En este orden de cosas, la determinación de un puesto para el ser humano compatible con la fe en la superioridad humana cuya importancia sea más relativa.
- 3) Una substanciación de la creencia en la hermandad y hasta identidad del humano con todo cuanto pertenece a la vida, y así con toda la existencia.

De acuerdo con Gould (1977, p. 35) la *Naturphilosophie* toma las bases de este programa y sucesivamente las postula para la ciencia de la vida. Conforme a la *Naturphilosophie* la vida del ser humano y la vida en la naturaleza son idénticas, ya que el universo es un todo organizado, lo orgánico se funde con lo inorgánico manteniendo una armonía cambiante, la naturaleza es movimiento y ésta tiende a moverse en cierta dirección para destinarse hacia la conciencia humana gracias al esfuerzo del espíritu. La naturaleza mantiene una gradación en los seres, que es tomada como pequeñas diferencias naturales y, en lo que concierne a lo individual, ésta se manifiesta como una metamorfosis a partir de un tipo particular. Por ejemplo para Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (1775-1854) (Figura 2.1), la naturaleza consiste en una ramificación infinita de productos derivados del espíritu porque:

“Hay en nuestro espíritu un infinito esfuerzo para organizarse, igualmente en el mundo exterior debe haber una tendencia general al deleite de su organización [...] El sistema del mundo es un tipo de organización, el cual se ha formado en sí mismo de un centro común [...] El poder de la materia química esta más allá de los límites de la mecánica” (Schelling citado en Morgan, 1990, p. 31).

La naturaleza tiende a la organización, la causa de tal organización no es fácil de explicar, la ciencia de la época exponía algunos de los fenómenos fuera del contexto orgánico, muchos de los cuales tomaban como modelo la mecánica newtoniana; la dificultad comenzaba cuando los naturalistas trataban de explicar el desarrollo y funcionamiento de los seres orgánicos. Para Schelling la única explicación residía en una fuerza mística promotora de la organización, que formaba y moldeaba armónicamente la materia hasta su infinitud, esta fuerza iniciadora y poderosa era inhibida por otra fuerza igualmente poderosa que mantenía los límites del orden, esta fuerza opositora tenía el poder de pausar sucesivamente determinados estados para producir formas diferentes. La dinámica de equilibrio de fuerzas de atracción y repulsión aclaró su visión en un



Figura 2.1. Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (1775-1854). (Richards, 2002).

mundo orgánico perfecto, además de que le daba sentido a las observaciones y creencias de los científicos y filósofos de su entorno en especial al famoso concepto de unidad universal. Richards (2002, pp. 289-306) señala que Schelling conceptualizó un transformismo de tipo metafísico, la metamorfosis que sufren algunos insectos puede ser un ejemplo análogo para entender esta representación, encontrando igualmente sus raíces dentro de la embriología. Según Schelling, todos los entes orgánicos en su desarrollo pasan por una serie de etapas los cuales se desarrollan progresivamente hasta un estado de perfección. Las especies o seres orgánicos de forma y estructura similar, eran preformadas de un ideal arquetípico, que con el tiempo ascendían por transiciones graduales hasta tomar su forma original. En otras palabras, todas las clases de los diferentes tipos de organismos tienen relación y han emergido en secuencia gradual durante el curso del tiempo de un mismo diseño en estructura, hay una historia real de metamorfosis, un desarrollo temporal con alteraciones sucesivas que le van dando forma estructural a los organismos, existe una senda de pasos de los cuales toda

organización se originó empezando desde la forma más simple y general hasta la forma más compleja y diversificada en cuanto estructura.

La *Naturphilosophie* nació, se desarrolló y se difundió en la *Universidad de Jena* hacia finales del siglo XVIII. Escolares como el filósofo Johann Gottlieb Fichte, el físico Justus Christian Loder, el historiador Friedrich von Schiller y los naturalistas como Johann Gottfried Herder, Johann Wolfgang von Goethe y Wilhelm von Humboldt fueron algunos de los iniciadores del movimiento romántico dentro de la universidad. Los hechos más importantes durante esta etapa de su historia fueron: 1) La enseñanza de la ciencia de la vida 2) La dominación de una práctica empírica en la investigación para la ciencia de la vida. 3) En 1793 se funda la *Sociedad de Historia Natural*. 4) La llegada de Schelling a la Universidad en 1796. 5) En 1805, Lorenz Oken obtiene el nombramiento de director y profesor en la *Facultad de Medicina*, en donde imparte Botánica y Fisiología, para 1812 él enseña la *Naturphilosophie* y la historia natural de minerales y animales en la *Facultad de Filosofía* (Jahn, 1994).

La *Naturphilosophie* caracterizó de forma muy particular la manera de estudiar a los seres vivos; su estudio se relacionaba con aspectos del desarrollo y la reproducción, pero a diferencia de otras corrientes, su objetivo primordial fue encontrar la historia que se escondía detrás de toda la diversidad biológica, en otras palabras, su objetivo se enfocaba al entendimiento de por qué los seres orgánicos tenían un determinado arreglo, cuál era su función, cuáles eran las leyes que los conformaban, cuál era su papel dentro de la naturaleza y consecutivamente cuál era su origen.

De la *Naturphilosophie* surgió el término “anatomía trascendental”, concepto popularizado por el francés Augustin Serres en la década de 1820 que intentaba caracterizar las leyes naturales que gobiernan el desarrollo de los seres orgánicos. La “anatomía trascendental” halló sus inicios en la *Naturphilosophie*, después ingresó independientemente en París asentándose finalmente en Inglaterra. Y de acuerdo con Rehbock (1990, pp. 144-145) las características distinguibles de la “anatomía trascendental” a través de su historia fueron:

- 1) La presuposición de un único “plan ideal” o “unidad de tipo” que descansa detrás de una gran multiplicidad de estructuras visibles en los reinos animal y vegetal, y que ésta “unidad” haya determinado una capacidad funcional del organismo y no a la inversa.
- 2) Más allá de la presuposición, la “unidad de tipo” actuó como una fuerza para el mantenimiento de la uniformidad anatómica, en oposición a la diversidad inducida (algunos argumentarían degenerativa) por fuerzas físicas del ambiente.
- 3) La creencia de que la “unidad de tipo” se haya contemplado como un concepto para descubrir y no como una existencia física en estado puro.
- 4) La aspiración de descubrir conceptos (leyes) anexos que apoyarían y elaborarían “la unidad de tipo” por especificar cómo la evidente diversidad anatómica puede ser vista como meras uniformidades.

Por ejemplo, para el artista alemán, Carl Gustav Carus (1789-1869), el esqueleto de los vertebrados podía reducirse a un simple plan fundamental, en otras palabras, todos los esqueletos de las múltiples variedades de vertebrados son modificaciones de un solo tipo (a este fenómeno le llamó la metamorfosis del esqueleto). Carus trabajó en su teoría tomando en cuenta varias consideraciones del esqueleto (tanto de vertebrados como de invertebrados). Él esbozó una vértebra en forma de anillo, que llamaba primitiva o primordial, comentando que con una serie repetitiva del mismo tipo básico de vértebra se podía construir a toda la diversidad de vertebrados. Con base en este tipo de consideraciones, Carus fue capaz de representar, con una ilustración, la unidad de tipo en el cual están basados todos los vertebrados (véase Figura 2.2) (Rupke, 1994, pp. 194-195).

La *Naturphilosophie* tuvo una gran influencia en la biología de Francia e Inglaterra del siglo XIX. Los escritos de Blumenbach, Goethe, Wolff, von Humboldt, Meckel, Carus, Oken y Schelling fueron bien recibidos y conocidos por sus contemporáneos, ellos contagiaron con sus ideas a otras generaciones de pensadores que abarcaban pensamientos similares. Es necesario destacar, por su

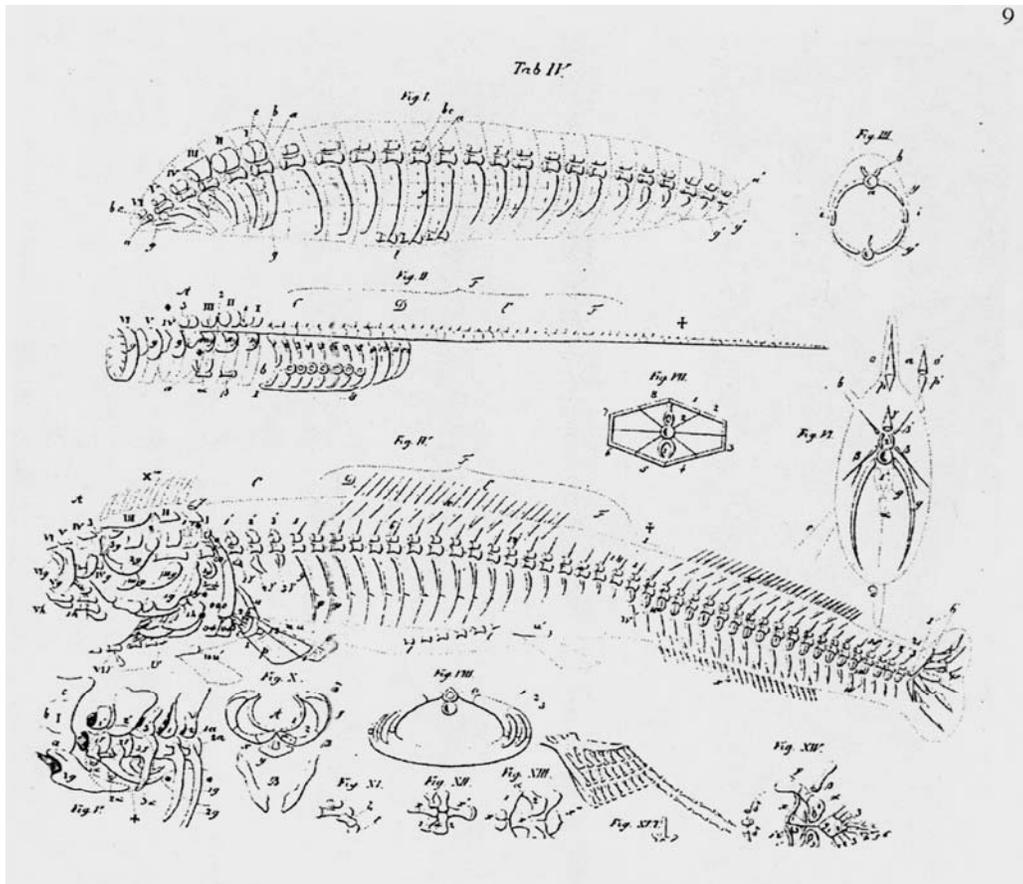


Figura 2.2. Ilustración del arquetipo vertebrado (Fig. I) y la vértebra ideal (Fig. III) de Carl Gustav Carus, (1828). (Richards, 2002).

importancia, algunas de las principales aportaciones de la *Naturphilosophie* al conocimiento de la vida.

En primer lugar, la *Naturphilosophie* tuvo como principal contexto el concepto de la unidad de tipo. La idea de una unidad de tipo (arquetipo), hace referencia a un plan de organización común a todos los animales y plantas, cuyas diferentes variedades no serían más que la modificación de una idea abstracta. De hecho la unidad de tipo (el plan fundamental, el plan ideal, el arquetipo) formó parte de los conceptos habituales dentro de esta cultura científica alemana, fue un concepto clave e importante para entender la esencia causal de la naturaleza orgánica. En segundo lugar, tomó la iniciativa de estudiar la construcción y el desarrollo de los seres vivos bajo una perspectiva histórica, esto significa, buscar

un origen común a todos los seres vivos para explicar la armonía anatómica (aunque este origen común no debe confundirse con las nociones transformistas). Y en tercer lugar, trató de entender la asociación del organismo con su ambiente externo; por qué los seres vivos, vistos a nivel individual, aunque parten de estructuras anatómicas comunes, muestran una afinidad morfológica estructural casi perfecta en el medio en el que viven.

A continuación veremos en detalle dos principales representantes de la *Naturphilosophie*, para entender cómo tratan y difunden la idea de la unidad de tipo, y cómo idealizan, con base en esto, las fuerzas que controlan el desarrollo de los cuerpos orgánicos.

El sistema de clasificación de Oken

Lorenz Oken (1779-1851) (Figura 2.3) en su *Manual de enseñanza de la Naturphilosophie* (1809-1811), de acuerdo a los principios de Schelling y en desacuerdo con el sistema de Linneo, desarrolla su propio sistema de clasificación zoológica. Este sistema interpreta a toda la naturaleza acorde a un principio filosófico, todo el desarrollo de la naturaleza empieza desde algo muy simple hasta que progresivamente va adquiriendo complejidad por sucesivas adiciones de órganos en una determinada secuencia, hasta culminar en el ser humano.

Oken afirmaba que el mundo en su totalidad es un gigantesco organismo, cada uno de los taxones simboliza un órgano en particular, el reino animal es un único animal; su sistema está basado en interrumpidas secuencias, en los que respectivamente se van adicionando cada uno de los diferentes órganos, y para tomar un punto de referencia, habría que ubicar al animal más complejo de todos, el ser humano. Para Oken el humano es el animal más completo de todos, cumple con todos los requisitos de organicidad, esto significa que todos los órganos están presentes en él y, por lo tanto, representa una imagen del mundo entero pero en miniatura, “un microcosmos”, y en palabras de Oken: “El reino animal no es más que un desmembramiento del más superior de todos los animales, es decir, el Humano” (Oken citado en Gould, 1995a, p. 171). La visión de Oken está basada



Figura 2.3. Lorenz Oken (1779-1851). (Richards, 2002).

en una tendencia de progreso natural, partiendo de un esquema común y simple, la naturaleza asciende hacia una complejidad orgánica de adición de órganos sobre órganos; toda esta complejidad orgánica, no era más que una perfección lógica y armónica oculta en la naturaleza, por lo que esta gran diversidad biológica estaría contemplada por una interconexión de seres. Oken pensó primeramente en los cinco sentidos, tacto, gusto, olfato, oído y vista; después empezó a concebir el origen de cada uno de estos. Por ejemplo, el tacto está ubicado en el cuerpo, tendría un origen primordial, mientras que los demás sentidos, ubicados en la cabeza, tendrían un origen secundario y complejo. Antes de que se adicionara la cabeza existía el tacto, este sentido abarca algunos órganos primordiales y, por lo tanto, debía pertenecer a los invertebrados, consecutivamente viene el desarrollo de los sentido ubicados en la cabeza, como el gusto con los peces, los reptiles con el olfato, las aves con el oído y los mamíferos con la vista.

“Estrictamente hablando, existen tan sólo cinco clases de animales: Dermatozoos o Invertebrados; Glosozoos o Peces, que serían los animales en los que aparece por primera vez una verdadera lengua; Rinozoos o Reptiles, en los que se abre por vez primera la nariz para inhalar aire; Otozoos o Aves, en las que se abre al exterior por vez primera el oído; Oftelmozoos o Tricozoos (mamíferos), en los que están presentes y completos todos los órganos sensoriales, siendo los ojos móviles y protegidos por dos cubiertas palpebrales o párpados” (Oken citado en Gould, 1995a, p. 173).

En 1833 en su *Generalidades de Historia Natural para todas las Clases*, Oken expresó otra alternativa para su clasificación natural. En este sistema describía el origen de cada uno de los órganos aunque también agrupaba a los animales en tres categorías principales: A) Los animales inferiores B) Los vertebrados primitivos y C) Los vertebrados avanzados, cada uno de estos (excepto el último) subdividiéndose, igualmente, en tres partes (véase Tabla 1). El primer grupo contiene gusanos, caracoles e insectos, quienes en la mente de

A. Vísceras de animales	B. Carne animal	C. Sentido animal
I. Estomago animal (infusorio, celenterados)	IV. Esqueleto animal (peces)	VII. Sentido animal (mamíferos)
II. Sistema vascular animal (moluscos)	V. Musculatura animal (reptiles)	
III. Piel animal (gusanos e insectos)	VI. Sistema nervioso animal (aves)	

Tabla 1.- Sistema de clasificación de Oken, representando A) Los animales inferiores como "Vísceras de animales" B) Los vertebrados primitivos como "Carne animal" y C) Los vertebrados avanzados como "Sentido animal".

Oken han adquirido correspondientemente el estómago, las venas y la piel; el segundo grupo está conformado por peces, reptiles y aves, con presencia del esqueleto, de los músculos y de los nervios; y el tercero (el más elevado) que dispone de un sólo grupo, los mamíferos (Breidbach y Ghiselin, 2002, p. 228).

El cambio tan radical de poner a los mamíferos en una sola clase (sin sistematizar en tres) tal vez se debe a la redundancia de ubicar al grupo en la categoría de más alta complejidad, la punta de la pirámide, o quizás representaba una analogía de la cabeza como el mayor y último órgano de principal complejidad. Aunque, por otro lado, los diferentes mamíferos debían también agruparse de acuerdo a un estatus de complejidad y, volviendo a los sentidos, los mamíferos menos perfeccionados adquirirían el sentido del tacto, después los más avanzados tomarían el gusto y así sucesivamente hasta que el mono representaría el oído, mientras que el animal más elevado de todos, el humano, constituiría la visión. De hecho Oken también clasificó las razas humanas con base en los sentidos, por ejemplo, el africano estaba vinculado con el tacto, el australiano con el gusto, el nativo americano con el olfato, el oriental con el oído y, finalmente, el caucásico con la vista.

El sistema de Oken es visualizado conforme a un incremento de las partes en cada uno de los taxones existentes en la naturaleza, el esquema toma

sentido solamente al tener en cuenta la noción de metamorfosis, los organismos parten de una estructura idealizada que va tomando forma conforme a su desempeño dentro de la naturaleza, todos parten de un mismo molde, y cada órgano crece o se inhibe dependiendo de sus requerimientos funcionales. En *Contribuciones a la Zoología, Anatomía y Fisiología comparadas* (1806-1807) Oken escribió que este desarrollo ocurre debido a la nutrición que recibe una clase determinada en su sistema de órganos, es decir, que los órganos pueden recibir mayor o menor nutrimento y que de ello depende su formación taxonómica estructural. Por ejemplo, en una clase menos elevada los órganos serían ampliamente disminuidos por la falta de nutrición, mientras que las categorías más elevadas gozarían de órganos totalmente completos por la abundancia de recursos. Y de aquí la importancia de estos argumentos, puesto que los animales, según Oken, exhiben un esquema en común, el tipo fundamental (*Grundtypus*). Tal patrón exige que sus diferencias resulten de la nutrición de sus partes, ya sea por su expansión, fijación o el desgaste de algunos órganos internos. El ser humano, en este patrón, es el único animal que goza de todos los requerimientos, sus órganos individuales están completos y es, por lo tanto, el símbolo de la recapitulación del reino animal. Y como apunta Richards “las ideas de Oken son muy similares a las de Goethe [...] una parte del organismo da lugar a todo el organismo entero, estas parten de varias transformaciones empezando por un tipo básico” (Richards, 2002, p. 495).

De acuerdo a sus observaciones, en *Sobre el significado de los huesos del cráneo* de 1807, Oken afirmaba que los huesos de la cabeza eran homólogos a vértebras espinales, teoría conocida como “la teoría vertebral del cráneo”. Esta teoría afirma que el origen del cráneo se debe al amplio desarrollo de algunas vértebras de la columna vertebral. Incluso la columna vertebral habría sido el centro de origen de otras estructuras, por ejemplo, algunas de las vértebras se habrían expandido para formar las manos, los pies y el tórax. Cada uno de los armazones que conforman el cuerpo tiene su origen a partir de algo más simple, hay toda una secuencia semejante de todas las partes del cuerpo incluyendo la misma columna.

“Una vesícula volviéndose calcificada, y es una vértebra. Una vesícula tornándose alargada dentro de un tubo, articulándose, calcificándose, y tienes una espina. El tubo produce [de acuerdo a las leyes] muerte y fin a manera de brotes, ellos empiezan a calcificarse, ahora tienes el tronco del esqueleto. Este esqueleto es repetido a ambos polos, cada polo se repite asimismo en el otro, ahora tienes la cabeza y la pelvis. El esqueleto es sólo un crecimiento entero, articulado, de vértebras repetitivas, y la vértebra es preformada del germen del esqueleto. El ser humano entero es sólo una vértebra” (Oken, citado en Richards, 2002, p. 495).

Esta semejanza, conformada en la mente de Oken, le permitió pensar que la quijada superior era comparable a las manos y, el hueso nasal y el etmoidal como partes del tórax, todas las estructuras tienen una razón de ser. Esta revelación, de acuerdo con Oken, comprueba la recapitulación y las relaciones existentes no solamente en los huesos de la columna, sino en todas las estructuras del cuerpo animal. De hecho estas dos ideas, la primera que se refiere a que un órgano surge de una misma estructura arquetípica (como la columna vertebral) y la segunda, en que las diferentes estructuras basan su construcción a partir de una fuente en común (como la comparación del cráneo y los miembros como desprendimientos de la vértebra) serían definidos más adelante por Richard Owen como homología serial y general (véase capítulo cuatro). En conclusión, la vértebra fue la unidad base del diseño animal y su secuencia constituyó para Oken el modelo original de vertebrados; para los animales la vértebra es el equivalente a las hojas de las plantas como lo concibió Goethe (tema que veremos más adelante).

Oken generó todo un mundo de explicaciones conforme a un sistema de clasificación natural, y las respuestas acerca de la fisiología y anatomía comparada emergen con bastante coherencia, sólo haría falta encontrar en la naturaleza aquel eslabón que una los argumentos teóricos con los hechos. Oken había trabajado con docenas de cráneos de niños, sus observaciones lo llevaron al descubrimiento del hueso intermaxilar en humanos (ahora conocido como

hueso premaxilar). Anteriormente se había descartado la posibilidad de que tal hueso existiera, pero para Oken, si hay una serie homóloga en los huesos de todos los animales, es posible buscar en los humanos el hueso equivalente que está presente en los demás vertebrados. Existe una polémica referente a esta afirmación, ya que se le ha dado la prioridad a Goethe del descubrimiento del intermaxilar.¹

Los argumentos y nociones de Oken, fueron bien recibidos no sólo por los científicos alemanes, también tuvieron una considerable influencia en las diferentes países de Europa del siglo XIX, en Inglaterra con Richard Owen, en Francia con Geoffroy Saint-Hilaire. Incluso con este último Oken mantuvo bastante comunicación, y sus intereses fueron muy semejantes acerca del desarrollo de la forma animal y la producción de esquemas similares para tener una clasificación que pudiera revelar afinidades entre los animales (Breidbach y Ghiselin, 2002).

Ensayo para explicar la metamorfosis de Goethe

Para el poeta y científico alemán Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832) (Figura 2. 4) la unidad de tipo significó una gran fuente de inspiración que tuvo como principal objetivo entender las leyes que gobiernan el desarrollo y la función desempeñada por los seres vivos. En 1784, Goethe y el profesor de medicina de Jena, Justus Christian Loder (1753-1832), estudiaban la anatomía de diversos tipos de organismos. En sus investigaciones, ambos naturalistas encontraron el hueso intermaxilar en los seres humanos (hecho que como había comentado anteriormente, ha sido parte de una controversia en historia de la ciencia por la disputa de la prioridad con Lorenz Oken). Goethe había predicho que el ser humano debía presentar el hueso intermaxilar, pero naturalistas anteriores a él habían rechazado esta afirmación. A pesar de ello, Goethe siguió insistiendo debido a que casi todos los demás animales poseían el intermaxilar y, por lo tanto,

¹ De hecho tal declaración ocasionó el disgusto de Goethe. Podría sugerirse que ambos llegaron independientemente a las mismas conclusiones, pero se ha señalado que Oken pudo haber leído anteriormente las publicaciones de Goethe, sin embargo Oken nunca lo citó (Véase Müller-Sievers, 1998 y Richards, 2002, p. 497).



Figura 2.4. Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832). (Richards, 2002).

su presencia evidenciaba la existencia de un arquetipo. Goethe empezó a estudiar diversos embriones humanos y los comparó con los cráneos de distintos animales, cuando descubrió el intermaxilar humano, el mismo día con gran entusiasmo le escribió a su amigo Gottfried von Herder (1744-1803) quien también creía en la unidad de la naturaleza.

“De acuerdo a las instrucción del Evangelio, debo rápidamente darte a conocer la gran felicidad que ha llegado a mí. ¡He encontrado [...] el hueso intermaxilar en el humano! Mientras comparé el cráneo humano con el de los animales en compañía de Loder, empecé a seguir sus pasos y lo vi ahí” (Goethe citado en Richards, 2002, p. 369).

Herder inmediatamente argumentó que la transición en la forma y el patrón que estos huesos exhiben revelan un plan subyacente, una unidad de organización que recorre todos los senderos de la naturaleza. "Ahora es innegable dar todas las diferencias a las criaturas vivas en la tierra, en lo general parece que hay más o menos un control de [...] uniformidad de estructura y forma principal, una forma que muta dentro de multitudes de variedades. Es indiscutible el hueso equivalente en la estructura de los animales terrestres: cabeza, parte trasera, manos y pies son generalmente las piezas principales; de hecho, los miembros principales en sí mismos son formados de acuerdo a un prototipo y varía en casi infinidad de rumbos" (Herder citado en Richards, 2002, p. 370).

Para Goethe las diferentes partes de los cuerpos orgánicos estaban representados como meras transformaciones a partir de una forma primordial, esta forma no existía en la naturaleza, ni tampoco fue una idea impregnada por el pensamiento a la manera de Platón; más bien las formas primordiales significaban para él, imágenes tomadas empíricamente y, una vez concebidas y analizadas, se generalizaban para obtener un patrón común. Sobre este aspecto Stéphane Schmitt (2001, p. 503) señala que el tipo concebido por Goethe de ninguna manera podría haber sido una idea platónica, su modelo es totalmente aristotélico, la idea platónica indica un símbolo de perfección, esto es, la imagen más elevada y perfecta. En cambio el contexto aristotélico representaba un acercamiento a la realidad, un patrón imperfecto en donde se abstraían todas las formas existentes en una sola, tomar la forma lo más simple que se pueda y postularla por medio de la experiencia.

Goethe no solamente se dedicaba a describir la anatomía animal, también fue un excelente botánico, y el tener un contacto directo con las plantas, le hizo pensar y buscar un órgano común del cual derivaron progresivamente todas las demás partes que conforman la planta. Él pensó que el órgano arquetípico debía ser una hoja primordial (*Urblatt*), y dio una serie de descripciones para explicar el origen de estas partes. Goethe estaba dispuesto a empeñar todos sus esfuerzos para buscar los diferentes tipos anatómicos en los seres orgánicos, de tal manera que la multiplicidad de formas en la naturaleza pudiera describirse en un orden

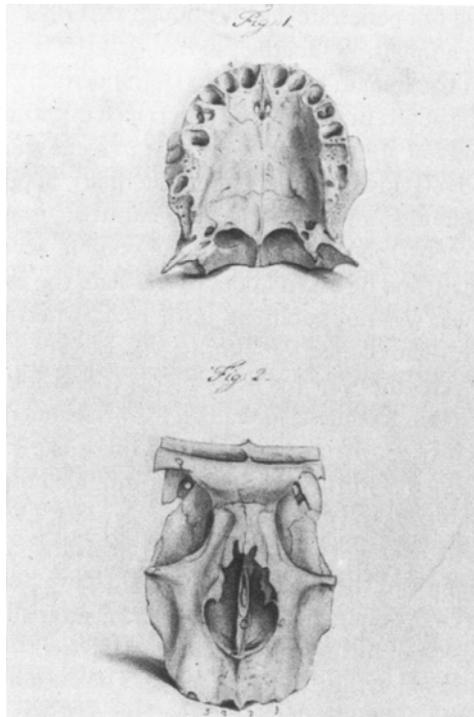


Figura 2.5. Ilustraciones preparadas para el ensayo de Goethe, *Zwischenkiefer*, la cual muestra las suturas del hueso intermaxilar. (Richards, 2002).

invariable. Goethe criticaba cualquier indicio referente a la descripción de la naturaleza de forma artificial, siempre estuvo insatisfecho con el sistema de clasificación de Linneo (y como hemos visto, no fue el único). Para encontrar un orden natural que unificara a todos los seres vivos era necesario un método, observar a los cuerpos y sus partes en su desarrollo, compararlos, describirlos y explicar sus leyes.

“En los hombres de ciencia de todos los tiempos se ha hecho sentir también ese impulso a conocer las formaciones vivientes en cuanto tales, a comprender en sus mutuas relaciones las partes externas y tangibles considerándolas como indicadores de su interior, y así dominar la totalidad mediante la intuición” (Goethe, 1997, p. 6).

Goethe llamó a esta disciplina “morfología”, ciencia que estudia la teoría de la forma (*Gestalt*), la formación (*Bildung*) y transformación (*Umbildung*) de los cuerpos orgánicos. Goethe presentó a la morfología como una ciencia (*Wissenschaft*), sus intentos por articularla se debieron a su pasada exploración de la naturaleza y a su interés en la historia natural. La morfología, por lo tanto, tenía como objetivo fundamental la búsqueda de un orden lo más natural posible, enfocando esencialmente la forma primordial de los cuerpos vivientes y sus consecuentes transformaciones. Por ahora es conveniente revisar las etapas por las que Goethe concibió la unidad de tipo en los diferentes reinos, analizando primeramente el tipo vegetal y consecuentemente el tipo animal, para después examinar su propuesta referente a las fuerzas que actúan en los seres vivos.

El tipo vegetal

Inspirado por su descubrimiento del hueso intermaxilar, en 1790, Goethe publicó *Ensayo para explicar la metamorfosis de las plantas*, este tratado fue escrito antes de que él estuviera trabajado sobre su concepto de la morfología, pero lo que ofrece Goethe es un detalle sobre las diferentes partes de la estructura de las plantas como transformaciones de un órgano arquetípico. Este órgano, identificado como la forma primordial, es la hoja, y como indica Gould “la hoja [que concibe Goethe es] una forma generadora abstracta que difiere lo menos posible de la expresión real de las hojas” (Gould, 1994, p. 148).

Goethe intenta trazar el desarrollo de cada una de las partes de una planta (cotiledones, sépalos, pétalos, pistilos, estambres y frutos) como derivados de las hojas. Porque “deberíamos disponer de un término general con el cual designar este órgano que ha sufrido tan diversas metamorfosis, y con el que comparar todas las manifestaciones de su forma” (Goethe citado en Gould 1994, p. 148) Su descripción acerca de la forma de la planta es una completa interacción entre las fuerzas de la naturaleza, mencionando el impacto que ejercen “los factores direccionales y cíclicos” sobre el arquetipo foliar. Cuando Goethe habla de factores direccionales se refiere a las fuerzas progresivas proporcionadas por los nutrientes

de la planta, que influyen en la formación de los órganos, en especial las flores y frutos; y cuando menciona sobre los ciclos de expansión y contracción, se refiere a la forma que va adquiriendo un órgano a partir de otro. Por ejemplo, los nutrientes o savia, fluyen a través del tallo, cuando entra a las hojas ésta se va filtrando, su impureza le impide la floración, y no se inicia hasta que ésta esté completamente excluida. El estado de cotiledones es cuando mantiene la mayor organización y refinamiento mínimo, pero también el de máxima impureza. Las plantas se desarrollan con el objetivo de la floración y fructificación, y un exceso de nutrientes retrasaría el proceso de filtración, cuando más nutrientes están presentes en las plantas más hojas en el tallo se fabricarán. El proceso cíclico de expansión y contracción es explicado a través del desarrollo de la planta, comenzando desde los cotiledones u hojas embrionarias contraídas, que van formando sucesivamente las demás partes como el tallo que crece de nudo a nudo y de hoja en hoja, pero una vez que la planta llega a su etapa de floración estas partes de las hojas expandidas ahora se deben de contraer en todas sus partes, y el proceso continua:

“La planta puede crecer, florecer o dar frutos, pero son siempre los mismos órganos los que, en destinos y formas con frecuencias diversas, siguen las prescripciones de la naturaleza. El mismo órgano que se expande en el tallo como la hoja y toma las formas más diversas, se contrae luego en cáliz, vuelve a expandirse en los pétalos, se contraen en los órganos reproductores, y se vuelve a expandir, por último, como fruto” (Goethe, 1997, pp.71-72).

El origen de cada una de las partes se explica de manera decisiva puesto que un órgano da origen a otro, todo depende de la pureza de los nutrientes que se proporcionan en la planta, y cuando estos fluyen se llevan a cabo sus correspondientes ciclos de expansión y contracción.

“Así que podemos muy bien decir que un estambre es un pétalo contraído, y que el pétalo es un estambre en expansión; podemos decir de un sépalo

que es una hoja del tallo contraída acercándose a un cierto grado de refinamiento, y de una hoja del tallo que es un sépalo dilatado por el flujo de savias poco modificadas” (Goethe, 1997, p. 73).

Goethe propuso una teoría que explica la continua transformación de los órganos de la planta basado en un órgano arquetípico, este principio es usado de manera que pueden ahora establecerse similitudes entre diferentes estructuras de la distintas especies de plantas conocidas, pero lo importante es que “la naturaleza no forma [...] ningún órgano nuevo, sino que transforma y modifica tan sólo los órganos ya conocidos” (Goethe, 1997, p. 43). Además su explicación de las fuerzas direccionales en las plantas pudo haber influido en la descripción de las fuerzas observadas en el desarrollo y construcción de las formas de los animales. Goethe encontró en las plantas fuente de inspiración, semejante quizá al arte, pero a diferencia del arte, el arquetipo descansaba en un presupuesto real. Goethe escribió en 1787 a su amigo Herder:

“La planta arquetípica, tal como yo la veo, será la más hermosa creación del mundo, y la misma naturaleza me puede envidiar por ello. Con este modelo y la clave para acceder a él, uno podrá inventar plantas sin hallarse sujeto a límite alguno: plantas que incluso de no existir podrían hacerlo, no meras imágenes pintorescas, no visiones o ilusiones poéticas, sino organismos dotados de verdad y lógica internas. La misma ley podrá aplicarse a cualquier ser vivo” (Goethe citado en Gould 1994, p. 149).

El tipo animal

Después de la publicación de *Metamorfosis de las Plantas*, Goethe dirigió sus investigaciones hacia los animales, esto no era algo nuevo para él, sin embargo estaba inconforme con su visión general de la unidad de tipo en animales, esto conllevó a la amplificación de sus investigaciones, intentando buscar su tipo ideal

por medio de cualquier percepción: experimentos, observación, registro fósil, etcétera.

“Reuní fósiles más antiguos y más recientes y, durante mis viajes, miré atentamente a aquellas criaturas cuya formación pudiera resultarme instructiva en su totalidad o en aspectos particulares [...] y enseguida sentí la necesidad de establecer un tipo, por referencia al cual poder examinar a todos los mamíferos según su concordancia o su divergencia con él. Y como ya antes había buscado la planta originaria (*Urpflanze*), así trataba ahora de encontrar el animal originario (*Urtier*), es decir, el concepto o la idea de animal” (Goethe, 1997, p. 17).

La unidad de tipo debía proporcionar un modelo para entender las estructuras y características del desarrollo en los animales, pero tal modelo arquetípico no sería únicamente un simple patrón utilizado como herramienta para la zoología comparada, sería también un utensilio para entender la fuerza potencial dinámica existente en la naturaleza, fuerza que se manifiesta durante toda la ontogenia del animal, dándole sentido a la diversidad de formas. Goethe consideró los métodos de anatomía comparada como el método más convincente para distinguir las formas primordiales, especialmente utilizando el método de comparar “todos los animales con cada animal y cada animal con los animales” y no únicamente “comparar animales con el ser humano” como fue tradicional en el siglo XVIII. Tal método comparativo haría posible abstraer un tipo anatómicamente general, “una imagen universal que contenga las formas de todos los animales como potencial, y uno en el cual nos guíe a un orden de descripción de cada animal” por ejemplo, para los vertebrados la organización esquelética será “la clara estructura de todas las formas”. Goethe resaltó el elemento constante en la estructura animal para describir sus variaciones en la forma, la edad, el tamaño y sobre todo en la separación o adhesión de las partes que lo conforman (Steigerwald, 2002, p. 301). A continuación veremos en orden cronológico los escritos de Goethe referente al tipo animal y las fuerzas que controlan su forma,

para poder entender la transformación de su pensamiento en el entendimiento de la unidad de tipo como una versión fuerte del formalismo, así como también el surgimiento de un concepto previo de homología (véase Richards 2002, pp. 442-453).

En 1790, Goethe llevó a cabo el primer esfuerzo para entender la forma animal, *Ensayo sobre la Forma Animal* es un tratado que se publicó unos pocos meses después de la *Metamorfosis de las Plantas*. Para la realización de dicha obra, Goethe examinaba con gran detalle algunas estructuras anatómicas en las diferentes etapas del desarrollo animal, esta idea intentaba encontrar un modelo eficiente que pudiera satisfacer la construcción de un tipo que uniera a todos los animales en una forma general. En su análisis descartó la mayoría de los órganos, en especial las partes blandas, por ejemplo, en los vertebrados dirigió la atención al sistema esquelético.

El tipo se hallaría trazando el paso de cada uno de los huesos de diferentes especies animales de distintas edades, esto proveería un margen adecuado para cualquier indicio de error, ya que la forma establecida en los huesos del animal adulto puede engañar a los sentidos y esto conllevaría a conclusiones falsas. En esta etapa de maduración, Goethe concibe al arquetipo animal tomando en cuenta que la correspondencia de partes variaría considerablemente durante el desarrollo en distintos animales.

Cuatro años después (1794), Goethe, en su *Ensayo de una teoría general de los huesos*, produjo una detallada descripción de los huesos de la cabeza y la columna vertebral. Para estos días, Goethe empezaba a describir en detalle a su famoso hueso. Goethe decía que el intermaxilar era un hueso clave para entender la estructura del animal entero; sobre este punto, se refiere a que el arreglo del intermaxilar puede indicarnos: cómo es el animal, qué tipo de comida consume, incluso su relación con el medio. Pero además tal hueso, con respecto a los demás, refleja la estructura del animal entero, ya que la función muestra una “armonía general con todas las partes de la criatura viviente” (Goethe citado en Richards, 2002, p. 444). Estos argumentos tienen un enfoque funcionalista, incluso semejan el principio de la “correlación de las partes” expuesto más adelante por

Cuvier, sin embargo en la mente de Goethe, aunque existe armonía en el funcionamiento de las partes, la estructura arquetípica es el tema principal.

Ese mismo año, él publicaría *Ensayo general de Comparación*, ahí precisamente trataría sobre la forma animal con base en las condiciones de existencia. Coincidiendo con Kant, Goethe argumentaba que las estructuras de las plantas y los animales tienen un desempeño fundamental en relación a su ambiente. Según Goethe, la relación de los organismos con su ambiente no ha sido intencional, el ambiente ha impactado a las criaturas vivientes haciéndolas cambiar su forma exterior conforme a lo que se dispone. Existe un núcleo interior en las criaturas, todas ellas trabajan a partir de una estructura patrón del cual las fuerzas extrínsecas las han particularizado en diferentes caminos; la foca vive en un ambiente marino porque tiene cierta configuración anatómica, sin embargo su esqueleto está arreglado por el mismo patrón general como el de los mamíferos terrestres. En esta parte Goethe hace una serie de deducciones que lo llevaría a exponer las fuerzas naturales que controlan a los seres vivos. Las estructuras de los seres vivos derivaron en dos tipos de fuerzas: una intrínseca y otra extrínseca; la intrínseca se determina a partir de un patrón general para todos los animales; y la extrínseca es la que forma al organismo a su ambiente en particular. De hecho Goethe estuvo totalmente convencido de que el ambiente tendría una fuerza lo suficientemente fuerte como para modificar al organismo, y que su transformación le permitiría sobrevivir a las circunstancias requeridas.

Para 1795 entraría en escena *Primer esquema de una introducción general a la Anatomía compara, basada en la Osteología*. En esta obra Goethe estuvo conciente del cuidado de su comparación, teniendo en cuenta que el orden no debía estar enfocado en el ser humano ni en ningún otro animal existente en la naturaleza. Hay que resaltar que la concepción de Goethe es totalmente diferente de la de otros anatomistas de su tiempo, quienes tuvieron como guía el cuerpo humano como el estudio de la anatomía comparada de los vertebrados y tuvieron poca atención para elucidar una forma común que podría unir a varios grupos de animales, en cambio para Goethe, el ser humano está lejos de representar el tipo,

puesto que sus estructuras están lo bastante modificadas para tenerlo en cuenta como punto de comparación.

“Resulta de la idea general de un tipo que no necesitamos considerar a ningún animal en particular como punto de comparación [...] El humano, por su alta perfección orgánica, no puede ser considerado la medida de los animales imperfectos, precisamente por su grado de perfección” (Goethe citado en Schmitt, 2001, p. 503).

Para este entonces Goethe introduce el término *Bildungstrieb* (concepto que toma de Johann Blumenbach) y lo incorpora para describir una fuerza dinámica potencial contenida en el arquetipo que causa el desarrollo metamórfico del ser. La forma primordial contendría el *Bildungstrieb* y una vez que se activa, el organismo comienza a desarrollarse y, consecuentemente, los factores externos moldearían su estructura final.

“Si alguien pregunta acerca de las causas que traen tal multiplicidad de formas [...] entonces responderemos acerca del todo: el animal es formado por las condiciones externas [...] esto [explica] su perfección interna y su propósito externo” (Goethe citado en Lenoir, 1987 p. 25).

El *Bildungstrieb* trabajaba en contra de las fuerzas externas del ambiente, de hecho Goethe creía que existía una economía natural que compensaba aquellas fuerzas que eran requeridas para la formación del animal; la ley de compensación, ley de control de distribución y la ley del gasto de la reserva del depósito de las fuerzas, fueron las leyes que controlaban la transformación de cada una de las estructuras de los animales, pero además su respuesta era controlada por los factores externos definiendo su condición de existencia. Por ejemplo, tomando como referencia la estructura de una especie en particular, si una parte crecía de manera acelerada, esta repercutía al empequeñecer otra parte para mantener el equilibrio en la economía del cuerpo del animal, por lo tanto, la

naturaleza como un administrador no debe ni estará en banca rota en su economía. En conclusión, Goethe describió con profundo detalle los distintos caminos en los cuales las condiciones pudieron alterar la expresión del arquetipo, enfocándose principalmente a partir de sus estudios del desarrollo embrionario y anotando el lugar en donde habitan los diferentes tipos de animales. Goethe fue bastante precavido al comparar la morfología de los fetos animales, desde la separación de los huesos durante todo su desarrollo hasta su fusión en el estado adulto; ya que un mismo hueso en los distintos animales podría tener bastantes diferencias, por ejemplo en el tamaño, en la forma, en la localización, incluso en su aparente ausencia. Además de que “el Tipo debería ser investigado con respecto a los efectos que causan sobre éste los distintos elementos de las fuerzas naturales” (Goethe citado en Lenoir, 1987, p. 25).

Su último tratado referente al tipo animal lo realizó en 1796, al cual tituló con el nombre de *Lecturas acerca de los primeros tres capítulos del Esquema general de Introducción a la anatomía comparada basada en la Osteología*. En la primera sección del ensayo, Goethe propone las ventajas de captar la estructura de los animales para entender el esquema tan complejo del arreglo humano. Más adelante Goethe remarca que el tipo común ha sido eclipsado por los practicantes de anatomía, quienes han comparado sólo un animal con otro y no a todos los animales en general. En la segunda sección, Goethe extiende su consideración para señalar las características del concepto del arquetipo con una visión Kantiana. Partiendo de esto, Goethe enfatiza que las partes del cuerpo orgánico tendrían una dependencia mutua, y que tal esquema sólo sería comprensible tomando la relación de las partes como un todo, pero a diferencia de Kant, para Goethe este concepto no sería meramente hipotético y no se basaría en una teleología, sino en un plan estructural que no indica necesidades funcionales. En la tercera sección, Goethe introduce una nueva propuesta para distinguir las estructuras arquetípicas de acuerdo a los diferentes tipos en el desarrollo. Lo primordial era dividir y diferenciar entre lo inorgánico y lo orgánico. Algún cambio en la constitución del cuerpo inanimado tendría un efecto inmediato en su forma. El cuerpo mineral podría separarse dentro de sus partes y poder reconstituirse de las partes

combinadas con otros elementos de acuerdo a las afinidades que contienen sus componentes. El cuerpo orgánico, por contraste, tuvo una subordinación de partes y, por lo tanto, si sus unidades fueran destruidas, uno no podría reconstituirlas como se da en el caso de los minerales. Por ejemplo, para Kant las partes establecen el todo en el sistema mecánico, y el todo determina las partes en el sistema orgánico. En cambio Goethe fue más allá que Kant, él construyó una distinción importante entre los tipos de metamorfosis en plantas y animales. Esta diferencia radica en que las partes de una planta podrían generarse de un organismo entero. Obviamente, este proceso no podría llevarse a cabo en los animales. En las partes de las plantas, como Goethe lo entendió, una daría origen a la otra incluso podría haber una regresión, del cáliz a la corola y en algunos casos de la corola al cáliz. Esto no es el caso en los animales, incluyendo a los animales “imperfectos”, porque su naturaleza sólo se mueve en una sola dirección, por ejemplo, en los insectos, su transformación va primeramente de huevo a oruga y después de oruga a mariposa, pero no a la inversa. En los vertebrados la metamorfosis también domina su desarrollo, y como podemos ver en la columna vertebral, que sus partes están compuestas del mismo tipo de huesos (las vértebras) y aun cuando la secuencia de las vértebras aparecen simultáneamente en el feto, éstas se desarrollan recíprocamente con otras partes del organismo, por lo tanto toda la columna entera es un mismo órgano.

“De esta manera, por ejemplo es evidente que la unión de las vértebras de un animal representa un solo y mismo órgano y, por lo tanto, aquel que compare directamente el primer hueso del cuello con el hueso de la cola, no encontrará indicio alguno de forma parecida. En nuestra perspectiva estas son dos partes idénticas, bien muy diferentes, y que no podemos negar sus afinidades, sin embargo debemos esperar sus interesantes revelaciones, si consideramos sus relaciones orgánicas, sus influencias recíprocas. En efecto, la armonía del organismo entero se percibe [...] por el hecho de que se compone de partes idénticas y, que se distingue por muy ligeras fluctuaciones, [...] estas apariencias divergen de manera radical por la

forma, la destinación y la actividad, podemos descubrir que se comparan las unas con las otras, pero también podemos observar que la naturaleza [...] produce un sistema tan diferente, aunque en apariencia, modificando los órganos semejantes y combinarlos los unos a los otros” (Goethe citado en Schmitt, 2001, p. 516).

De esto, Goethe concluye dos diferentes tipos de metamorfosis para los animales con vértebras:

“Primero, como ya hemos visto referente en la columna vertebral, cuando partes idénticas, de acuerdo a un cierto esquema, están muy modificadas debido a las fuerzas formativas por las que son guiadas y, [...] por las partes individuales, [...] las cuales continuamente cambian a través de todas las razas y especies de animales” (Goethe, citado en Richards, 2002, p. 452).

Según Schmitt (2001, p. 516), Goethe ha definido dos conceptos que serían claramente reconocido por Owen como la homología especial y la homología serial, o bien, que él ha difundido un esquema en el cual hay una relación de partes en los diferentes animales y, que las estructuras (como las vértebras) serían partes repetitivas de un mismo órgano.

No obstante Richards (2002, p. 453) nota dos aspectos cruciales en el análisis de Goethe. Primero, Goethe nunca afirma que todo el plan descansa en una sola parte como la vértebra, sino más bien las vértebras son sólo partes similares de la estructura esquelética. La segunda característica importante, es que Goethe conceptualizó un plan arquetípico unificado el cual incluye muchas posibilidades de desarrollo, a diferencia de un arquetipo que muestra una mínima expresión como sucedió con sus sucesores británicos.

Para 1820, Goethe, en el segundo número de su *Zur Morphologie*, proponía su propia versión de la teoría vertebral del cráneo y, al igual que Oken, decía que la formación del cráneo en los vertebrados se originaba a partir de la metamorfosis

de vértebras. Esta intuición le hizo suponer que del arquetipo vertebrado, se podía generalizar aun más el arquetipo, probando que cada estructura esconde en sí misma una relación con las demás partes. La teoría vertebral del cráneo había sido explicada por Oken como hemos ido viendo, y contrariamente a lo que había sucedido con el hueso intermaxilar, en esta ocasión, Oken fue quien pugnó por los derechos de la teoría vertebral; incluso afirmó en 1807 que la idea era suya. Sin embargo Goethe mantuvo que la hipótesis se le había ocurrido en 1790 mientras jugueteaba con el cráneo de un animal en el cementerio judío de Venecia. (Richards, 1998, p. 55; véase también Richards, 2002, p. 492). Como hubiese sido, de aquí notamos la importancia de la influencia conceptual de la *Naturphilosophie* con base en las explicaciones morfológicas de los naturalistas alemanes del siglo XIX, porque de haberse dado una mínima diferencia de opiniones, por lo menos hablando de Oken y Goethe, los estudios empíricos convergieron y llevaron a interpretaciones similares en ambos naturalistas.

Concluyendo con este capítulo, debemos resaltar que el formalismo alemán, propuesto por los *Naturphilosophie*, tuvo una gran aceptación en la ciencia del siglo XIX. Por ejemplo, en Inglaterra, Richard Owen estuvo muy apegado a las ideas de Oken, Carus y Goethe, mientras que Charles Darwin, a través de *El Origen de las especies*, siempre se refirió a las ideas de Goethe como partes fundamentales para su explicación de los fenómenos de la evolución. Estos hechos nos conducen a pensar que el origen del concepto moderno de homología, surge a partir de las ideas formalistas de los *Naturphilosophie*. Para finalizar con este capítulo, y para introducir el siguiente, es oportuno aclarar que Goethe, al final de su vida, reconoció la lucha entre dos escuelas, tan antagónicas, que invadieron la filosofía natural en su punto más fundamental. En 1830, Frédéric Soret recordó una memorable conversación con su amigo Goethe:

“Fui en el curso de la tarde a la casa de Goethe. “Y bien” exclamó mientras yo entraba, “¿qué opinas de este gran evento? ¡El volcán ha hecho erupción; todo está en llamas! ¡Y ya no tendremos más transacciones a puerta cerrada!” “¿Es un historia escalofriante?”, repliqué. “Pero ¿qué más

se podría esperar bajo estas circunstancias tan notorias, y con tal ministro, para que esas cosas pudieran finalizar con la expulsión de la familia real?” “Parece que habéis entendido otra cosa, mi querido amigo,” Goethe replicó. “No me refería a esa gente, sino algo totalmente distinto. Me refería al contexto que tiene una alta importancia para la ciencia, hablo del debate entre Cuvier y Geoffroy de Saint-Hilaire, el cual ha venido a abrir una ruptura en la Academia” (citado en Appel, 1987, p. 1).

-CAPÍTULO 3-

El debate entre Geoffroy y Cuvier: Homología vs. Analogía

En 1830, en la *Academia de ciencias* de Francia, se llevó a cabo uno de los debates más importantes en la historia de la biología. Étienne Geoffroy de Saint-Hilaire (1772-1844) y George Cuvier (1769-1832) se enfrentaron durante dos meses, en un choque de opiniones acerca de la comprensión de la anatomía animal. Se desafiaban cara a cara el formalismo contra el funcionalismo. Por un lado Geoffroy, quien en su explicación de los seres vivos, pensaba que la forma era lo suficientemente capaz para explicar el desempeño funcional de cada una de las estructuras animales, en otras palabras, la forma fue prioritaria a la función. Por el otro, Cuvier pensaba que la forma animal se explicaba a partir de la interpretación funcional, en este caso, la función tenía preponderancia ante la forma. El significado del debate ha sido discutido por diversos historiadores (por ejemplo, véase Appel, 1987; Russell, 1916; Asma, 1996; Grimoult, 1997) sin embargo en este capítulo su importancia recaerá en relación al surgimiento de los conceptos de *homología* y *analogía*. Hay que reconocer que, en el momento que emergían dichos conceptos, existía una discrepancia en las doctrinas para explicar el origen de las estructuras morfológicas. Geoffroy, por ejemplo, dijo que dichas estructuras surgían a partir de un modelo abstracto proporcionado por la naturaleza, que disponía de cada uno de sus componentes dependiendo de las condiciones ambientales a las cuales el organismo se enfrentaba. En cambio para Cuvier el origen de las estructuras tiene una base funcional, la forma animal es una expresión de las utilidades fisiológicas o ambientales que hacen posible la existencia de los seres vivos. Tomando en cuenta este punto, podemos entender que las preocupaciones de Geoffroy y Cuvier permitieron la apertura de los conceptos de *homología* y *analogía*. Dos términos que definiría el naturalista inglés Richard Owen, quien los presentaría en una especie de síntesis o

unificación para aclarar la divergencia de opiniones de estos dos personajes franceses. Veamos a continuación las doctrinas de Cuvier y Geoffroy, enfocándonos, principalmente, en cómo cada uno de ellos entiende el dilema de la morfología animal, así como también en cómo relacionan el concepto de *analogía*. Por ello, permítanme designar dos términos históricos que nos ayudarán a comprender la explicación de Cuvier y de Geoffroy en cuanto al origen estructural de los seres vivos. El primero es lo que he denominado *analogía funcional* o equivalencia estructural de los diferentes animales por un origen funcional común; en su contraparte, la *analogía formal* que significa la correspondencia de las partes de los diferentes animales que anteceden a una forma arquetípica común. Esta definición nos ayudará a entender el debate, no sólo de Geoffroy y Cuvier, sino de los naturalistas posteriores a ellos.

Cuvier y el funcionalismo estricto

George Cuvier (Figura 3.1) originario de una familia de protestantes, nació el 23 de Agosto de 1769 en Montbéliard, que en aquel entonces pertenecía a una provincia alemana cercana a los límites franceses. A pesar de estudiar administración, esa área profesional contenía materias de historia natural como química, mineralogía, zoología y botánica; su carrera científica empezó como naturalista linneano con una visión filosófica de su maestro Friedrich Kielmeyer, quien le enseñaría los principios básicos en la disección de animales. Coleman (1964, pp. 18-25) indica que Cuvier era, en cierto sentido, un producto de la Ilustración, ya que desde muy temprana edad sentía gran admiración por Linneo y Buffon, quienes fueron, en palabras de Cuvier, los dos grandes naturalistas del siglo XVIII que fortalecieron las bases de la historia natural. La décima edición del *Systema Naturae* de Linneo, fue para Cuvier, acompañante y guía durante sus estudios personales mientras residía en Normandía. A la edad de 12 años cuando visitaba la casa de su tío, quien contaba con una biblioteca personal que incluía todos los volúmenes de la *Historia Natural* de Buffon, coloreaba y copiaba todos los esquemas de las descripciones de los animales, este ejercicio le daba un



Figura 3.1. George Cuvier (1769-1832). (Richards, 1998).

profundo conocimiento acerca de la anatomía de los animales, en especial la de mamíferos y pájaros, que incluso superaba el saber de muchos naturalistas de su época. Para 1790, Cuvier coincidía con los argumentos de Buffon acerca de que las especies, las clases, los órdenes y todas las jerarquías taxonómicas eran meras abstracciones de la mente humana. Por ello, he tratado de plantear en el capítulo uno, que Cuvier podría haber obtenido conocimiento preliminar de los tratados de la *Historia Natural* para estructurar su propio enfoque funcionalista, sin embargo, Buffon no fue la única influencia como veremos más adelante.

Cuando Cuvier llegó a París en 1795, inmediatamente ocupó varios puestos de la comunidad científica francesa, siendo primeramente consejero de la *Universidad de Francia*, después fue electo líder de la *Academia de ciencias* del

nuevo *Instituto de Francia*; cuando Daubenton murió en el año 1800, Cuvier ocupó su puesto como catedrático de historia natural del *Colegio de Francia*. En 1802, él asumió el título oficial en la cátedra de anatomía comparada. Finalmente en 1803, Cuvier se convirtió en uno de los secretarios perpetuos del Instituto. Sin embargo, él no solamente tuvo puestos importantes dentro del ámbito científico, también ejerció la administración y la educación; por ejemplo, en 1813 Napoleón lo nombró Consejero de Estado e inspector de la Instrucción Pública, en 1817 asumió el cargo de vicepresidente del Ministerio Interior, siete años después, fue director de las religiones no católicas.¹ Toda esta cantidad de cargos describen a una persona llena de vigor, gran capacidad de trabajo y poder de convencimiento.

Los principales objetivos durante la carrera científica de Cuvier fueron: la búsqueda del origen de la forma animal, la interacción del organismo con su medio ambiente, sus relaciones fisiológicas internas, la exploración de un sistema de clasificación natural y la indagación de la coherencia morfológica animal traducida en términos funcionales. La influencia de Cuvier en la ciencia del siglo XIX es indiscutible, por ejemplo, en Inglaterra muchas de sus ideas congeniaron con el pensamiento teológico del diseño inteligente, que servía para explicar la perfecta adaptación de los organismos con el medio. Incluso estas ideas funcionalistas se enraizaron en la comunidad científica inglesa, e influenciaron en las teorías de Richard Owen y Charles Darwin. Por eso es necesario analizar con profundo detalle la perspectiva funcionalista de Cuvier, así como también la explicación que le proporciona a la forma animal.

En los siglos XVIII y XIX el concepto teleológico de función fue expresado en términos teológicos, los naturalistas se maravillaban con la belleza de las adaptaciones de los seres vivos, y explicaban con ello que las partes tenían un propósito natural (al igual que las intenciones humanas), dichos propósitos eran producto de una mente inteligente. Dios diseña a los organismos, de tal manera que ellos se acoplan a un ambiente determinado y cada una de sus estructuras se diseña para que se adecuen a una función en particular. Entonces la función como prioridad quiere decir, en el sentido general, que las cosas de cierta manera están

¹ Para una revisión biográfica más detallada véase Outram, 1984.

“diseñadas” o adaptadas para cumplir con un desempeño específico sobre tal y cual cosa, por ejemplo, los cuchillos poseen cierta ordenación material y formal, esto los hace aptos para poder cumplir con un objetivo en específico, su función es cortar y, con base en esto, podemos explicar por qué tiene esa configuración estructural. Lo mismo podemos mencionar acerca de los seres orgánicos; la estructura que conforma cada una de sus partes, así como también sus propósitos naturales (la nutrición, el desarrollo y la muerte) son efectos de la función; por eso, si las funciones son comunes a los seres organizados, por lo tanto, algunos de ellos compartirán la misma estructura morfológica, porque la forma animal, en conjunto, es una solución natural de las funciones particulares que desempeñan en cada una de sus partes.

La posición teleológica de los franceses e ingleses en esos siglos concuerda con el pensamiento de que la función es suficiente para explicar la forma animal. Con base en esto, Asma (1996, pp. 23-24) menciona que la *analogía* es un componente esencial en las concepciones teleológicas. La función moldea la forma, por eso las estructuras se parecen, porque cumplen con una misma función. Esto entra dentro de lo que conoceremos como el “funcionalismo estricto”, porque los órganos y las partes se consideran partes flexibles que cumplen la mejor operación dependiendo de las condiciones demandantes, y Cuvier fue el principal promotor de estas ideas. Para él la función fue más importante que la estructura.

El criterio funcionalista de Cuvier sobrepasaba cualquier idea anterior que tratara a la función como causa primordial de la topología animal; su funcionalismo estuvo estructurado por distintos tipos de pensamientos e influencias que se integraron en un punto fundamental, la anatomía comparada, y como comenta Coleman (1964, p. 26) “el funcionalismo de Cuvier, la base teórica de sus estudios de anatomía y zoología, fue una consagración a la interpretación teleológica de la vida la cual adaptó desde Aristóteles hasta sus predecesores franceses”. A esta consideración de Coleman se le puede agregar también la teleología kantiana y la historia natural buffoniana.

Los libros que ayudaron a dispersar su credo funcionalista son

principalmente tres: *Leçons d'anatomie comparée* (1800-1805), *Recherches sur les ossements fossiles* (1812) y *Le règne animal* (1817).² El primero, y más importante en cuanto a la propagación funcionalista, lo escribió como apoyo para los cursos del *Museo de Historia Natural*, a los cuales asistían zoólogos, anatomistas, fisiólogos y estudiantes de medicina; el primer volumen habla sobre la armonía y dependencia mutua de los órganos para el buen funcionamiento animal, después integra estas ideas con una descripción detallada de cada uno de los sistemas de órganos, por ejemplo, en este volumen trata acerca de los “órganos de la locomoción” y, consecutivamente, en los siguientes cuatro volúmenes habla sobre los órganos de la digestión, la sensación, la circulación, la respiración, la voz, la generación y la excreción. El segundo libro es un tratado único sobre paleontología, en la cual pone de manifiesto el hecho de la extinción, la sucesión orgánica y la evidencia de la perfección mecánica estructural en los organismos fósiles. *Le règne animal* es un libro en el cual concluye su postura funcionalista, pero lo más importante es que ahí propone su propio método de clasificación siguiendo al sistema nervioso como guía para dicha sistematización.

Para Cuvier, las funciones de los seres orgánicos se dividen principalmente en dos, las funciones primarias que son las que poseen todos los organismos en cuanto a su origen por generación, crecimiento por nutrición y finalización por muerte; y las funciones secundarias que se constituyen en la morfología de los órganos debido a su operación (véase Cuvier, 1800, pp. 11-19 y Russell, 1916, pp. 31-32). Cuvier nota que, de todos los seres orgánicos, los animales son los únicos que tienen la capacidad del sentimiento y del movimiento. Dichas capacidades están íntimamente ligadas, pues la de la sensación establece la del movimiento y ambas determinan otras funciones. A estas capacidades Cuvier les llama funciones animales y forman el primer orden en cuanto a la función. Una criatura que siente y se mueve, requiere de un estómago para llevar el alimento al cuerpo; de aquí hacemos la distinción de una planta la cual no siente ni se mueve y, por lo tanto, no tiene estómago. Entonces el sentimiento y el movimiento determina el carácter de los órganos, por ejemplo, primero tenemos a los órganos de la

² Más adelante me referiré al primer libro como *Leçons*.

digestión, luego vinculado a este siguen los órganos de la circulación, quienes estarán encargados de distribuir los nutrientes a todas las partes del cuerpo, continúan después los órganos de la respiración, en el cual el aire penetra en los pulmones para que se dé una especie de combustión; todos estos sistemas (digestión, circulación y respiración) pertenecen a lo que llama funciones vitales que forman el segundo orden de funciones, son las funciones que sirven para nutrir el cuerpo. Y para finalizar tenemos las de tercer orden que son las encargadas de la generación.

Sobre este aspecto Russell (1916, p. 32) comenta que “ésta división entre funciones animales y vitales recuerda a Buffon y Bichat en su distinción sobre la vida animal y vegetal”. De hecho Cuvier (1800, p. 18) toma muy en serio las palabras de Buffon, pues también se refiere a las plantas como animales que duermen. Esta aseveración es muy importante porque es una evidencia bastante fuerte de que Cuvier conocía los argumentos funcionalistas de Buffon, incluso él podría haber tomado la idea de Buffon en cuanto a su clasificación de funciones, pues ambos argumentos (del sentimiento, el movimiento y funciones esenciales para la economía del animal) son extremadamente parecidos (véase capítulo uno).

Ahora que conocemos este esquema general de funciones de Cuvier, podemos desmenuzar los principios teóricos que estructuran su funcionalismo. Estos son principalmente tres, *las condiciones de existencia, la correlación de partes y la subordinación de caracteres*. El primero es el más importante pues de éste se desprenden los demás principios, y expresa que la operación que realiza cada parte y cada órgano del ser viviente en conjunto, es necesaria para su persistencia. El segundo dice que cada órgano está conectado funcionalmente con los otros, teniendo en cuenta que cada uno de estos no son entidades aisladas, sino agregados. Sin embargo, para Cuvier el sistema nervioso, desde el punto de vista funcional, es el sistema con mayor importancia, de aquí proviene el tercer principio, que dice que todos los sistemas permanecen invariables en una especie debido a que están subordinados funcionalmente a los requerimientos del sistema nervioso. Enseguida veremos en detalle cada uno de estos principios funcionalistas.

Condiciones de existencia

Muchos naturalistas después de Cuvier, utilizaron el término de *condiciones de existencia* para decir que la forma se relaciona con las condiciones de vida a las que está sujeto el organismo, o bien, que dadas las mismas condiciones ambientales encontraremos las mismas formas en los organismos, pues las partes externas son una manifestación de la adaptación a un ambiente en particular. Sin embargo Russell (1916, p. 34) señala que las condiciones de existencia, en el pensamiento de Cuvier, representaban algo muy diferente a lo que se entendió en tiempos posteriores. El término de condiciones de existencia de Cuvier estaba basado, principalmente, en una concepción fisiológica más que ecológica; y significó un requisito para la subsistencia del ser, tomando en cuenta la eficacia funcional en el interior del organismo, en el cual cada uno de los órganos trabaja funcionalmente en interdependencia para el bien del todo. Cuvier define este principio en sus *Leçons* de la siguiente manera (las traducciones son mías):

“En esta dependencia mutua de funciones y este auxilio que se prestan recíprocamente, fundados en las leyes que determinan las relaciones de sus órganos, y que son tan necesarias como las leyes metafísicas o matemáticas, es evidente que la armonía convincente entre los órganos que actúan unos sobre otros, es una condición necesaria para la existencia del ser al cual pertenecen, y que si una de sus funciones fuera modificada de una manera inadecuada con las modificaciones de otro, éste ser no podría existir” (Cuvier, 1800, p. 47).

Para Cuvier los organismos son entes estables, máquinas perfectas que representan el buen funcionamiento integrado, porque si quitamos o modificamos una pieza de la ordenación funcional del animal, dicha maquinaria se desplomaría, ya que todos los órganos coexisten en armonía funcional. En su libro *Le règne*, Cuvier proporcionaba una definición más detallada de las condiciones de existencia (las cursivas en el original):

“La historia natural también tiene, sin embargo, un principio racional que le es particular, y que se emplea con ventaja en muchas ocasiones, este es el de *las condiciones de existencia*, vulgarmente llamada *las causas finales*. Como nada puede existir si no se reúnen las condiciones que hacen posible su existencia, las diferentes partes de cada ser, deben estar coordinadas de tal manera que hagan posible al ser en su totalidad, no solamente en sí mismo, sino en sus relaciones con los que lo rodean. Y el análisis de estas condiciones conducen muy seguido a leyes generales, también de lo que se demuestra de todo aquello que deriva del cálculo o de la experiencia. No es hasta que se agotan todas las leyes de la física general y las que resultan de las condiciones de existencia, que nos conduce únicamente a simples leyes de observación” (Cuvier, 1817, p. 6).

De esta cita podemos valorar que las condiciones de existencia se manifiestan tanto en el medio interno como en el externo, pero es muy importante resaltar la parte en donde Cuvier dice que las condiciones de existencia son comúnmente llamadas *causas finales*, porque podemos inferir que el aspecto más importante de su pensamiento está arraigado a la concepción teleológica de los seres orgánicos, pero ¿de dónde se origina dicha concepción? Existen dos posturas, la primera y más aceptada, que es sostenida principalmente por Coleman (1964), es de la teleología aristotélica; y la segunda, defendida especialmente por Outram (1986), es de la teleología kantiana. La evidencia de la primera postura radica en el hecho de que algunos argumentos de *Las Partes de los Animales* de Aristóteles se asemejan mucho a los postulados de Cuvier, por ejemplo cuando Aristóteles dice que todas las funciones tienen como finalidad otras funciones (véase el capítulo uno). Además Cuvier le escribió a su amigo Pfaff su admiración por los tratados de *Las Partes de los Animales* y *la Historia de los Animales* de Aristóteles, por eso Coleman (1964, p. 39) indica que Cuvier fue conciente de la importancia de la perspectiva aristotélica para sus investigaciones. Otro punto importante que toca Coleman (1964, p. 41) es que la filosofía aristotélica presenta un sistema teleológico no religioso (más tarde la cristiandad

usó los términos de la finalidad en la naturaleza como una evidencia de la existencia de Dios). El sistema de Aristóteles muestra, un universo en el cual la finalidad no depende de un creador, sino depende de su ontología. Appel (1987, p. 46) afirma que la teleología de Cuvier está básicamente arraigada a la teleología de Aristóteles y no a la teología natural, pues él evita los términos como “el diseño”, “teología natural”, “designio”, para referirse a las adaptaciones o al buen funcionamiento.

La segunda postura es la teleología de Kant (Véase Russell, 1916, p. 35 y Outram, 1986, p. 344). Cuvier conocía el trabajo teleológico de Kant, pues la *Crítica del Juicio* apareció 10 años antes de la publicación de los *Leçons*, incluso él lo cita en este tratado de la siguiente manera: “según la expresión de Kant, la razón de la forma del ser de cada parte del cuerpo viviente reside en el conjunto, mientras que en el caso del cuerpo inorgánico, cada parte existe en sí mismo” (Cuvier, 1800, p. 6). La teleología de Kant muestra un esquema en el cual hay una interdependencia de la causas, la causa final es también la primera causa. Este tipo de teleología muestra una relación recíproca, muy similar a la que propondría Cuvier en su explicación de *la correlación de las partes* (sobre el esquema teleológico de Kant, véase capítulo uno).

Para finalizar con éste análisis me gustaría exponer brevemente una influencia de Cuvier que no ha sido mencionada con anterioridad, un respaldo que no entra en los márgenes de las concepciones teleológicas; me refiero a la *Historia Natural* de Buffon. Si bien es cierto que Cuvier retoma muchos de los argumentos de Aristóteles y de Kant, él podría haber tomado también las consideraciones de Buffon cuando dice: “la unión parece íntima y recíproca, y aunque estos [...] órganos tengan funciones absolutamente diferentes, los unos de los otros [...] no pueden ser separados sin que el animal perezca al instante” (Buffon, 1753, p. 14-15). Con esto podemos concluir que quizás la visión funcionalista de Cuvier es una integración de varias ideas filosóficas (de Aristóteles, de Kant, y de Buffon).

Correlación de las partes

Cuvier, en *Le règne animal* (1817, p. 7), mencionaba que para entender y descubrir las leyes que rigen a los seres orgánicos, es necesario llevar a cabo el método de la comparación (observar los mismos cuerpos en sus posiciones naturales y medirlos entre sí mismos). Este tipo de consideraciones nos daría la solución para encontrar las relaciones que existen entre los seres vivos. Observar toda la diversidad de formas sería como un experimento. La naturaleza simplemente esconde sus secretos y el método de anatomía comparada es la forma de revelarlos. Como podemos observar, Cuvier implantaba los fundamentos de la anatomía comparada, cuyos principios subyacían en las condiciones de existencia, todas las partes del cuerpo animal están funcionalmente interrelacionadas, y el trayecto de varias combinaciones de órganos revelaba su actividad fisiológica. El objetivo es que el naturalista pueda observar la interdependencia de las funciones de los órganos, y con esto, poder descubrir la fisiología del organismo entero. Entonces el principio de la correlación de las partes significa que cada órgano implica el siguiente, porque hay una relación comunitaria entre estos y sus funciones. Y como dice Coleman (1964, p. 67): “La correlación de las partes fue una traducción en términos anatómicos de las condiciones de existencia”. Por ejemplo, Cuvier explica que los órganos de la respiración no pueden trabajar sin la ayuda del movimiento de la sangre, la circulación se lleva a cabo por la acción de la contracción muscular, ya que el corazón es un músculo, y este no puede operar sin la ayuda de la irritabilidad, por lo tanto, los órganos, con funciones aparentemente independientes, están coordinados para el desempeño adecuado de una función en general.

Todo este sistema, no solamente estaba enfocado a la comprensión de los organismos actuales, sino también a los fósiles. En aquella época, los naturalistas buscaban un método efectivo para la identificación de los restos fósiles y, por supuesto, Cuvier estaba dispuesto a dar una solución mediante sus principios funcionalistas. En los *Recherches sur les ossements fossiles* en sus *Discours préliminaire* Cuvier escribía acerca de la importancia del principio de la correlación

de las partes en la paleontología (las cursivas son mías):

“La anatomía comparada posee un principio que [...] es capaz de dar solución a todos los problemas, este es el [principio] de *correlación de las partes* en los seres organizados, por medio del cual cada clase del ser podría [...] reconocerse por cada fragmento de cada una de sus partes. Todo ser organizado forma un conjunto, un sistema único y cerrado, cuyas partes se corresponden mutuamente y concurren en la misma acción definitiva por una reacción recíproca. Además ninguna de esas partes puede cambiar sin que las otras cambien y, por consiguiente, cada una de estas partes, tomadas por separado, indica y conduce a todas las demás” (Cuvier, 1992, p. 97).

De esta frase nace la leyenda cuveriana de que los paleontólogos podían reconstruir los esqueletos de un animal entero a partir de un simple trozo de hueso. Porque según las leyes de las formas orgánicas funcionalistas, cada parte anatómica implicaba necesariamente las demás, “en pocas palabras, la forma del diente genera la estructura del cóndilo, esta la del omóplato, esta la de las uñas, exactamente como la ecuación de una curva” (Cuvier, 1992, p. 100). Por lo tanto la reconstrucción paleontológica depende de esta noción de integridad. Bajo este esquema, no es posible la noción del transformismo, las especies están perfectamente delineadas a una suma de funciones específicas que cumplen con una función en general, si cambia una parte, se desbarata el esquema morfológico completo, a menos que se modifique el organismo entero; por lo tanto, si las condiciones ambientales cambian drásticamente, la mayoría de las especies tendrían que desaparecer; de hecho Cuvier propuso esta posibilidad, una hipótesis catastrofista la cual indicaba un tiempo geológico direccional en el cual hay una sucesión continua de organismos a través del tiempo.³

³ Para un mayor detalle sobre sus estudios paleontológicos y su teoría catastrofista véase Coleman, 1964, p. 107; véase también Gould, 1995b, ensayo 7: “Las antraconitas de Oeningen”.

Subordinación de caracteres

El principio de subordinación de caracteres descansa en el postulado de una valoración jerárquica de sistemas de órganos con respecto a su nivel de importancia funcional. Al tomar en cuenta al organismo como un todo, esto es, al estimar diversos caracteres, relacionar todas las partes y mostrar los sistemas principales como reguladores de otros, podemos inferir su conectividad corporativa y, por lo tanto, los sistemas que subordinan a las demás proporcionarían información sobre la forma animal en una categoría más general. Cuvier definía el principio de la siguiente manera (las cursivas vienen en el original):

“Para necesitarla como tal, empleamos constantemente una comparación dirigida entre los seres por el principio de la *subordinación de caracteres*, que deriva del principio de *condiciones de existencia*. Todas las partes de un ser deben tener una consistencia mutua, hay rasgos de conformación que excluyen a unos, hay [...] otros que dependen de éstos. Entonces cuando conocemos tales o cuales rasgos en un ser, podemos calcular los que coexisten con éstos, o los que son incompatibles. Las partes, las propiedades o los rasgos de conformación que tiene el número más grande de esas relaciones de incompatibilidad o de coexistencia con otros, y los que ejercen la influencia más sobresaliente sobre el conjunto del ser, son los que llamamos los caracteres importantes, caracteres dominantes; los otros son los caracteres subordinados, y hay de diferentes grados” (Cuvier, 1817, p. 10-11).

Para Cuvier el sistema nervioso era el conjunto de órganos más importante (en el sentido funcional) y, los demás sistemas como el circulatorio, respiratorio, locomoción, etcétera, estaban destinados a satisfacer las necesidades de aquel. Cuvier le daba el crédito al sistema nervioso por distintos motivos, uno de estos, por ejemplo, es que estos órganos (el cerebro, los nervios y los órganos de los sentidos) son los que están sujetos a una menor variabilidad.

Otro motivo es la relación de las capacidades que tienen los sentidos y el movimiento con todos los órganos; según Cuvier los nervios daban marcha a los músculos, y éstos a la vez accionaban la circulación, éstos a la respiración y así sucesivamente, hasta que se relacionaba el todo con el todo, por lo tanto, el sistema nervioso es la causa última, y primaria de todo el movimiento funcional. Otro motivo (el más importante para este estudio) era la comparación morfológica entre los troncos de distintos animales. Cuvier se percataba que los distintos grupos de animales presentan un plan morfológico similar (de hecho este fue su pretexto más importante para proponer un nuevo método para el sistema de clasificación) y el sistema nervioso fue la guía para llevar a cabo su clasificación. Hay que aclarar que este tipo de clasificación orgánica, no fue una idea meramente cuveriana, la influencia probablemente tuvo dos vías. La primera es a través de un artículo de Julien Joseph Virrey, quien en 1803 utilizaba también a los órganos del sistema nervioso como el elemento primordial para una clasificación animal (véase Coleman, 1964, p. 87-90). La segunda influencia es a través de Buffon, y aunque no utiliza dichos estamentos para una clasificación animal, Buffon habla de órganos análogos en los distintos animales y propone que el cerebro rige todas las funciones vitales del animal en cuestión (véase el capítulo uno).

Entonces el sistema de clasificación de Cuvier, como hemos estado viendo, estuvo basado en características morfológicas generales usando al sistema nervioso como su principal orientador. Cuvier trabajó en este proyecto desde sus días en Normandía (en 1795) e hizo unos comentarios interesantes en su *Tablau élémentaire*. Sus lecturas de Virrey en 1807 a 1812 extendieron su perspectiva y, finalmente, en 1812 en *Le règne animal* (con base en la subordinación de caracteres), Cuvier propuso una clasificación de cuatro planes generales de organización o *embranchements*: Vertebrados, Moluscos, Articulados y Radiados (Coleman, 1964, p. 94). Para Cuvier estos *embranchements* son unidades morfológicas estables, cuyos esquemas son totalmente inconexos los unos con los otros, por lo que no hay trazos de conectividad; sobre este punto es importante preguntar si dichos *embranchements*

¿son unidades de tipo o estructuras morfológicas funcionales? Las respuestas reside en la misma concepción funcionalista de Cuvier, la función es prioritaria a la forma, por lo tanto, la estructura expresa una unidad general de requerimientos funcionales, no una unidad de tipo en el sentido de los *Naturphilosophie* y, si existe una genealogía sobre estos animales, es solamente en términos funcionales. Y como apunta Appel (1987, p. 45): “la unidad dentro de un *embranchement* no proviene de una unidad de plan, sino de la disposición compartida del sistema nervioso, el más importante desde el punto de vista funcional. Las formas de los otros sistemas principales (respiratorio, circulatorio, etcétera) permanecen invariables dentro de cada *embranchement* porque estaban funcionalmente subordinados al sistema nervioso y determinados por los requerimientos del mismo”.

¿Cómo explicaba Cuvier el origen de las estructuras de los seres?; ¿cómo concebía las relaciones estructurales entre los diferentes *embranchements*? Para responder a esas preguntas será necesario analizar el significado de *analogía* en Cuvier, ya que fue una herramienta epistemológica que dio lugar al término moderno de *analogía*. En la siguiente sección se mostrará cómo Cuvier concebía únicamente un origen funcional, y no formal común, de las estructuras de los seres orgánicos.

Analogía funcional

Cuando ubicamos cada una de las partes de la arquitectura orgánica, y al origen de la forma le damos una explicación funcional, es decir, que las estructuras se forman porque existe una función similar (en un ambiente externo e interno dado) y, cuando comparamos dichas estructuras, en los diferentes organismos, podemos decir que son iguales por *analogía funcional*. Para Cuvier la genealogía de las partes tiene un carácter propiamente funcionalista (recalcando que tal linaje no es en el sentido histórico transformista, ya que él atribuyó la paternidad de las especies a un Dios). Por lo tanto, su explicación de analogía era funcional. Podemos revisar sus dos principales obras (*Leçons* y *Le règne animal*) para

reafirmar dicha hipótesis y ubicar su principal postura.

Cuvier maneja el término de *analogía* como un concepto relacionado a la funcionalidad. Dicho término lo pudo haber tomado por dos vías, por Aristóteles cuando hablaba del principio de analogía, o lo adquirió también de Buffon, especialmente cuando hablaba de las diferencias estructurales y funcionales de la organización de las partes de los insectos (véase capítulo uno). No obstante, Cuvier nunca define el término de *analogía*, pero lo escribe en sus *Leçons* al determinar las capacidades del sentimiento y el movimiento como funciones animales (las cursivas son mías): “Tenemos la conciencia que esas capacidades existen en nosotros, y las atribuimos por *analogía* [...] a un gran número de otros seres, que nombramos [...] animales” (Cuvier, 1800, p. 11). Esta analogía suena de manera estructural, pero recuérdese que él habla de funciones animales. Los tres órdenes funcionales hacen que este tipo de organismos sean como lo que son, animales, su *raison d'être*, es por eso que tienen esa conformación universal en la naturaleza, poseedores de cerebros, pulmones, corazones etcétera, simplemente cumplen con un requerimiento funcional que los hace ser como son.

“Tales son las funciones principales que componen la economía animal [...] lo que constituye a los animales de lo que son, que los hace propios para cumplir un papel asignado por la naturaleza en el arreglo general del universo, en otras palabras, que serían suficientes para hacerlas existir” (Cuvier, 1800, p. 18).

Podemos admitir que las semejanzas se deben a un nexa histórico común formal o que se originan por medio de un arquetipo, con esto explicamos por qué las estructuras se parecen en un grupo determinado, por ejemplo los vertebrados, pero si admitimos esto, entonces estaríamos hablando de una *analogía formal* (o correspondencia de las partes similares en diferentes animales por un origen arquetípico común). Dice Cuvier, que en las combinaciones proporcionadas por la naturaleza, encontramos partes comunes, de las cuales también existen diferencias pero en menor grado, “de modo que colocando unas sobre otras en

correspondencia de mayor parentesco, podemos establecer una especie de serie que parecerá alejarse como por grados de un tipo primitivo” (Cuvier 1800, p. 59). Es cierto que Cuvier habla de un “tipo primitivo” pero estos planes o *embranchements* no son como los perciben los estructuralistas, incluso tratar de unir a todos los *embranchement* en un solo cuerpo, era aún más incomprensible.⁴ Cuvier rechaza todo tipo de comentario estructuralista, incluso aclara sobre el plan común que:

“Todos los animales [...] parecen haber sido formados de acuerdo a un plan común que sirva de base a todas las pequeñas modificaciones exteriores: pero desde el momento en que ubicamos aquellos que tienen otras combinaciones de importancia, [concluimos que] no hay ningún parecido entre éstos, y no podemos desconocer su intervalo o salto mas significativo. Nunca llegaremos a colocar cualquier arreglo entre estas grandes clases de animales, vertebrados e invertebrados, ni al principio ni al final uno del otro, ni siquiera dos animales que se parezcan lo suficiente para servir como vinculo entre éstas” (Cuvier, 1800. p.60).

Al comenzar, en el artículo número tres de los *Leçons*, Cuvier describe su compromiso por comparar las semejanzas estructurales en todas las clases de animales, concluyendo que dichas igualdades se deben al efecto de la función que realizan, pero hay una cierta contradicción cuando se pregunta por qué los animales no poseen una mismo órgano, contemplando su posición relativa, pese a que cuentan con una misma función, o bien, ¿qué serían las estructuras que tienen diferentes configuración topológica pero que tienen una función similar?, ¿cómo solucionar esto? Cuvier indica que ese es el principal objetivo de la anatomía comparada, investigar esos secretos.

“Veremos en este artículo la similitud de cada tipo de órganos en todos los animales, dicho parecido no es más que por el efecto que producen. Eso

⁴ Sobre una discusión del concepto del “tipo” cuveriano, véase Eigner, 1997.

debió afectar sobre todo a la respiración, puesto que esta [función] opera en las diferentes clases por órganos muy variados, [además de] que su estructura no presenta ningún punto en común [entre los diferentes animales]. Esas diferencias en los órganos del mismo género es precisamente el objetivo de la anatomía comparada” (Cuvier, 1800, pp. 34-35).

Cuvier, en el primer volumen de sus *Leçons d’anatomie comparée* (1800), distinguía la diferencia entre la ciencia de los cuerpos inorgánicos y la ciencia de los cuerpos orgánicos, proponiendo que en el caso del primero, el naturalista podía aislar cualquier sustancia o combinarla, las unas con las otras, para producir un cierto efecto; en cambio en la fisiología (que pertenece a las ciencias orgánicas) pasaba lo contrario, todas las partes de un cuerpo vivo están ligadas mutuamente, porque si quitamos una de las piezas de la máquina animal, entonces el organismo entero se vencería, esto se debe a que hay un efecto interdependiente entre todas las estructuras del cuerpo orgánico (*condiciones de existencia*). La naturaleza actúa harmónicamente y al parecer trabaja con los mismos medios, por lo cual se le hace imposible al naturalista hacer algunos experimentos sobre ella porque la naturaleza:

“Presenta casi todas las combinaciones posibles de órganos en las diferentes clases de animales, los muestra reunidos de dos en dos, tres en tres, y en todas las proporciones, no hay [...] alguno que esté ausente en una clase o en un género, y basta con examinar los efectos producidos por esas reuniones, de los que resultan de estas ausencias para deducir conclusiones muy verosímiles sobre la naturaleza del uso y la forma de cada órgano” (Cuvier, 1800, p. V-VI).

Con respecto a “las combinaciones posibles”, puede referirse a dos cosas, que existe un arreglo funcional limitado en el universo natural, o que la configuración interna en cada uno de los diferentes animales siempre debe ser la

misma, porque a pesar de que estos órganos cuenten con apariencias disparejas, la función debe configurar a la forma de cada uno de los órganos, para que se establezca un orden natural de todo el sistema. Ahora bien, es cierto que Cuvier pensó en la primera consideración, en la limitación estructural de las formas posibles en la cual la naturaleza puede proporcionar una solución funcional. Y si bien podrían existir estructuras hipotéticamente posibles, la naturaleza solo presenta algunas de esas soluciones:

“Produciríamos un gran número de variedades que responderían a tantas clases de animales, pero esas combinaciones que parecen posibles de manera abstracta, no existen en la naturaleza, porque en el estado de vida, los órganos no están únicamente interconectados, sino que actúan y se favorecen unos con otros para el bien común” (Cuvier, 1800, pp. 45-46).

Para 1817 en *Le règne animal*, Cuvier desarrollaba este argumento con mayor detalle, pues su clasificación de los distintos *embranchements* estaba totalmente terminada. Durante su descripción del principio de subordinación de caracteres, mencionaba que los tipos de planes de conformación eran tipos de experimentos preparados por la naturaleza para identificarlos (con la suma y la resta de las partes) y decía que tal organización era el resultado de una gran variedad de arreglos sujetos a condiciones de existencia. Para Cuvier era bastante fácil concebir los efectos de las condiciones de existencia sobre los órganos, por lo que cada *embranchement* se organizaba de diferente e independiente manera. La forma fue peculiar en cada uno de estos arreglos, un detalle estructural de cada una de sus partes que depende de una dirección particular en la acción del movimiento funcional integrado. Esto solucionaba el problema que se había planteado con anterioridad, pero ¿que hay acerca de las diferencias y similitudes entre los organismos de un mismo *embranchement*? Cuvier al estar describiendo las características de los vertebrados menciona algo interesante (las cursivas son mías).

“Examinando detalladamente cada una de las partes de este gran sistema, siempre encontraremos algunas *analogías*, incluso en especies que están más alejadas las unas de las otras, y podría trazarse la gradación de un mismo plan, desde el ser humano hasta los peces” (Cuvier, 1817, p. 58).

¿A qué se refiere en este párrafo?, ¿*analogía formal* o *analogía funcional*? La cita suena engañosa, porque parece como si se estuviera refiriendo a una *unidad de tipo* y, por lo tanto, Cuvier estaría hablando de una *analogía formal*. Existen dos posibilidades, que la analogía se explique porque ese esquema ha sido una de las soluciones al sistema de posibilidades funcionales, de las cuales cada una de las especies adquiriría sus consecutivas adaptaciones por particularidad (adaptaciones locales); o por el sentido contrario, que se deba a un origen arquetípico común y luego dichas especies adquirirían una adaptación particular. Pienso que Cuvier reflexionaba en la primera dirección porque, como se ha visto en este análisis, él pensaba solamente en términos funcionales. Su postura siempre se estableció al considerar a la estructura como consecuencia de la función. Esto queda esclarecido cuando habla de la descripción de los Moluscos:

“Aunque el plan general de organización, en cuanto a la configuración exterior de las partes, no es uniforme como el de los vertebrados; entre las partes siempre hay, por lo menos, un parecido del mismo grado en la estructura y en las funciones” (Cuvier, 1817, p. 59).

Las estructuras en un mismo *embranchement* son similares por función general y sus ligeras diferencias son explicadas por funciones locales. Y como indica Gould (2004, p. 324): “Tanto la unidad y la diversidad admiten una interpretación funcionalista: la unidad por diseño operativo, la diversidad por adaptación local”. Bajo este esquema no hay manera de concebir una relación formalista, el reino animal de Cuvier no admite el concepto de *analogía formal*, claramente él muestra nuestro ejemplo de *analogía funcional*: los órganos parecidos en diferentes *embranchement* se explican porque estos manifiestan

soluciones funcionales de toda una gama de posibilidades que existen en el universo, mientras que los órganos de un mismo *embranchement* se parecen porque son una misma solución funcional con respecto a esas posibilidades; y a la vez, sus particularidades en cada uno de los grupos, como las especies, se comprenderían de funciones individuales (adaptación local).

Geoffroy y el formalismo estricto

Étienne Geoffroy de Saint-Hilaire (Figura 3.2) nació el 15 de abril de 1772, en un pequeño pueblo al sur de Paris llamado Étampes. Geoffroy estudió diversas carreras antes de dedicarse a la ciencia, incluso ya dentro del ámbito científico; él quiso estudiar mineralogía en vez de lo que decía su vocación, la zoología. Por ejemplo, después de recibir un grado filosófico en el *Colegio de Navarre* en Paris, en 1790 ansioso por estudiar ciencias, Geoffroy pidió permiso a sus padres para permanecer en Paris asistiendo a los cursos que impartían en el *Jardin des Plantes*. Su padre, quien dudaba que la ciencia fuera una carrera sustentable, aprobó la demanda de Geoffroy sólo con la condición de que entrara como huésped en el *Colegio del Cardinal Lemoine* para convertirse en abogado. No obstante, en un cambio de planes, Geoffroy volvió a convencer a sus padres para estudiar medicina. Aunque ya estando en la carrera, la revolución intervino cerrando la vieja *Facultad de Medicina*, y en lo que la nueva escuela se restablecía, Geoffroy se preparó para emprender una carrera científica tomando la especialidad en mineralogía. Sin embargo su objetivo se vio obstruido por la masacre de 1792; él regresó a su casa por un breve periodo y al regresar a Paris, obtuvo el cargo de intendente del ahora *Museo de Historia Natural*. En 1793 consiguió el empleo de profesor de zoología. Appel (1987, p. 21) relata que ni él ni Lamarck estaban calificados para ser profesores de zoología, el cargo les fue concedido porque tenían un puesto en el *Jardin des Plantes* y esa alternativa fue posible debido al periodo revolucionario francés.

En 1794 como profesor, Geoffroy daba cursos de zoología y se dedicó a la taxonomía de mamíferos, en la cual mucha de su vocación estaba relacionada



Figura 3.2. Geoffroy de Saint-Hilaire (1772-1844). (Appel, 1987).

con el esquema de clasificación de su tutor Daubenton. De hecho Appel (1987, p. 22) comenta que a pesar de que Geoffroy nunca conoció a Buffon, él compartió muchas de sus ideas en cuanto a la historia natural. Ese mismo año, Geoffroy se hizo famoso al postular un nuevo género de mamíferos, el aye-aye de Madagascar, ahora ubicándolo como un primate y no como un roedor o una ardilla como muchos naturalistas suponían con anterioridad. Otro suceso interesante en la vida de Geoffroy aconteció en 1798, cuando el químico Claude Louis Berthollet fue al museo para invitar a Geoffroy y Cuvier a una expedición napoleónica en Egipto. Geoffroy aceptó la invitación y recorrió durante cuatro años el Rio Nilo, el lago Manzala, el Mar Rojo y el Mediterráneo en busca de especímenes para la colección del Museo; de hecho además de recolectar especies de invaluable valor científico, Geoffroy tomó una rica colección de momias humanas y de animales en

las tumbas del Nilo. Cuvier no aceptó esta invitación, pero se sabe que él mantenía una estrecha relación amistosa con Geoffroy. En una carta se despedía de su fiel amigo de la siguiente manera “Adiós amigo mío, estímame siempre. Nunca dejes de considerarme un hermano” (Appel, 1987, p. 73).

Una vez en Paris (1803) Geoffroy regresó a la taxonomía de mamíferos, proponiendo algunas nuevas familias de marsupiales y murciélagos, además de la descripción de nuevas especies. En cuanto al material de Egipto, Geoffroy publicó algunas consideraciones anatómicas, observando que existe cierta concordancia entre los diferentes grupos de animales. Para 1807 ingresaba a la *Academia de ciencias*, consecuentemente, empezó con un nuevo programa conocido como la “anatomía filosófica” en el cual proponía que no únicamente se encontraban las mismas estructuras en las tres clases de animales vertebrados (mamíferos, aves y reptiles) sino que éstas podían también hallarse en los peces. Sin embargo fue hasta 1818 cuando en su famoso libro *Philosophie anatomique*, Geoffroy reúne todas sus investigaciones acerca del principio de *la unidad de composición orgánica* para todos los vertebrados. El trabajo de Geoffroy fue controversial y fue muy bien recibido por sus contemporáneos científicos (incluyendo Cuvier). Y después de la publicación, él se convirtió en una parte importante de la comunidad científica francesa, siendo profesor del Museo y de la *Facultad de ciencias*, así como también miembro del *Instituto de Francia* y, uno de los naturalistas franceses más respetables de su época.⁵ La importancia de Geoffroy como anatomista trascendental radica en dos aspectos interesantes. En primer lugar, como difusor de la búsqueda de la unidad de tipo con un método comparativo, tal como postula la doctrina del formalismo; en segundo lugar, como el primer naturalista que promovió el término de lo que hoy conocemos como homología, es decir, que las estructuras de los diferentes organismos tienen un origen arquetípico común (refiriéndonos a este arquetipo como algo abstracto, en el sentido de molde o materia prima con la cual la naturaleza trabaja).

El formalismo parte de la consideración de que la forma tiene un papel preponderante ante la función, en cuanto la explicación del fenómeno morfológico

⁵ Para una revisión biográfica más detallada véase Geoffroy, 1847 y Appel, 1987.

como tal; en otras palabras, la forma no se origina a partir de una función, sino es la forma la que encuentra una función determinada. Este principio fue parte fundamental para la “anatomía filosófica” de Geoffroy, pues, como comenta Asma (1996, p. 58): “[Para Geoffroy] la forma representa una serie de `materiales constreñidos´ en la actividad del organismo [...] Y su construcción, de acuerdo a sus leyes, sirve como una constrictión de leyes de generación para un posible uso fisiológico y ecológico en el organismo. La función es el efecto de la forma, porque la estructura de un organismo representa los límites de condiciones en elementos potenciales” en otras palabras “la función es el resultado de la forma y la estructura es el resultado de leyes naturales”. En conclusión, Geoffroy construyó un pensamiento formalista que sobrepasaba a cualquier idea anterior y posterior que tratara a la forma como prioritaria de la función.

Es necesario comentar que las nociones de Geoffroy sobre la unidad de tipo y de las estructuras que comparten los organismos a través de éste, surgieron de manera independiente a los postulados por los filósofos alemanes (véase Appel, 1987, p. 107; Corsi, 1988, p. 236; Asma, 1996, p. 42). El apogeo de la *Naturphilosophie* surge poco antes de 1820, en este tiempo Geoffroy ya contaba con una estructura consolidada, sin embargo ambas doctrinas convergieron en un tiempo. Por ejemplo, Lorenz Oken (1779-1851), Friedrich Meckel (1781-1833) y Johann Baptist von Spirax (1781-1826) fueron a París en la primera década del siglo XIX para estudiar la colección del museo; de hecho ellos asistieron a las pláticas de Cuvier, Lamarck y Geoffroy. Una relación entre las ideas de Geoffroy y los *Naturphilosophie* es que Geoffroy adoptó la teoría vertebral del cráneo, la cual dice que el cráneo es equivalente a vértebras modificadas. Por otra parte en 1817, el trabajo de Geoffroy se tradujo al alemán y se publicó en la revista *Isis* de Oken y después de 1820, una vez que se fundaron los *Annales des sciences naturelles* en 1824, los escritos de los anatomistas alemanes se tradujeron al francés.⁶

Pasando al segundo aspecto de la importancia de Geoffroy, habíamos mencionado que él había popularizado el término de *homología*. En efecto, esto es verdad, pero debemos de hacer una distinción fundamental, una cosa es el

⁶ Sobre la relación de Geoffroy y Oken, véase Breidbach y Ghiselin, 2002.

término y otra es el significado. Según Appel (1987, p. 266, n. 4) Geoffroy atribuye el primer uso del término *homología* a los naturalistas alemanes, no obstante ésta *homología* no es del todo equivalente a la concebida por Geoffroy, para él este término hace referencia a lo que equivale a la *homología serial* de Owen (correspondencia entre diferentes partes del mismo individuo; véase capítulo cuatro). Geoffroy escribió:

“Los órganos de los sentidos son homólogos [homologues], como expresaba la filosofía alemana; es decir que son análogos [formales] en su modo de desarrollo, si existe verdaderamente en aquel un mismo principio de formulación, una tendencia uniforme a repetirse, a reproducirse de la misma manera” (Geoffroy, 1825, p. 341).

De hecho, como se había comentado, Geoffroy adoptó “la teoría vertebral del cráneo” de Oken, al pensar que existía una única estructura de partida para construir todo el edificio arquetípico; esta pieza arquetípica, por supuesto, fue la vértebra. En 1824, en los *Annales des science naturelle*, Geoffroy escribió:

“Una vez convencido que la cabeza de los animales vertebrados se formaba de partes análogas [formales] no veía dificultades para establecer estos hechos. Se sabe que en los peces [...] su cráneo es exactamente una repetición de sí mismo, y no preocupándome tampoco [...] para concebir que el cráneo se formó por una serie de piezas ligadas, de extremo a extremo, como el producto de un desarrollo vertebral [...] el observador puede ahí deshacer la mezcla fácilmente de las condiciones de analogía [formal] con las partes de la región cervical” (Geoffroy, 1824, p. 245-246).

En cuanto al significado de las homologías, Appel (1987, pp. 69-70) menciona que los filósofos anatomistas representaban a las homologías como una evidencia de un patrón ideal impuesto por la naturaleza o un molde en la mente del creador, y no como estructuras compartidas por un ancestro común como

ahora se sabe. Para Geoffroy las partes homólogas fueron partes morfológicas semejantes que se hallan en los diferentes animales las cuales contaban como la materia prima estructural proveniente de una unidad de composición y que podían ser empleadas para un sin fin de propósitos. La idea es que las homologías surgen al intentar comparar las diferentes especies de animales.

“Algunos anatomistas preocupados en nombrar las partes de los animales, tarde o temprano terminarían enfrentándose a la problemática con respecto a la utilidad de proponer el mismo nombre a las estructuras localizadas en los diferentes animales, incluso en el momento de inventar un nuevo nombre. Para la mayoría de anatomistas comparativos, de manera particular, no había ninguna complicación. Ellos le daban el mismo nombre a las estructuras partiendo de que éstas tuvieran aproximadamente una misma forma o cuando llevaran a cabo una misma función, pero si las partes aparentaban tener una forma diferente y una función distinta [...] se proponía una terminología diferente” (Appel, 1987, pp. 69-70).

Por ejemplo, Cuvier describió la fúrcula en los pájaros y el opérculo en los peces sin asumir que se trataba de la misma estructura. Ese hueso que aparenta ser homólogo en ambos grupos de animales existía independientemente en pájaros y en peces como estructuras especializadas para llevar a cabo una función en particular, el vuelo y la respiración acuática respectivamente. El poner el mismo nombre a un órgano o estructura podría haber servido únicamente como una herramienta metodológica. Dice Appel que podemos rastrear el reconocimiento de homologías desde la antigüedad, por ejemplo con Aristóteles, quien observaba la correspondencia entre las alas de un ave, las aletas de un delfín y los brazos de un ser humano. Pierre Belon (1517-1564) trazó un esquema en donde comparaba un ser humano con un ave y nombraba los huesos con una letra correspondiente (Figura 3.3). Félix Vicq d'Azyr en 1774 comparó los miembros de un ser humano con las extremidades de los cuadrúpedos. Goethe a finales del siglo XVIII proponía homologías no sólo en animales sino también en

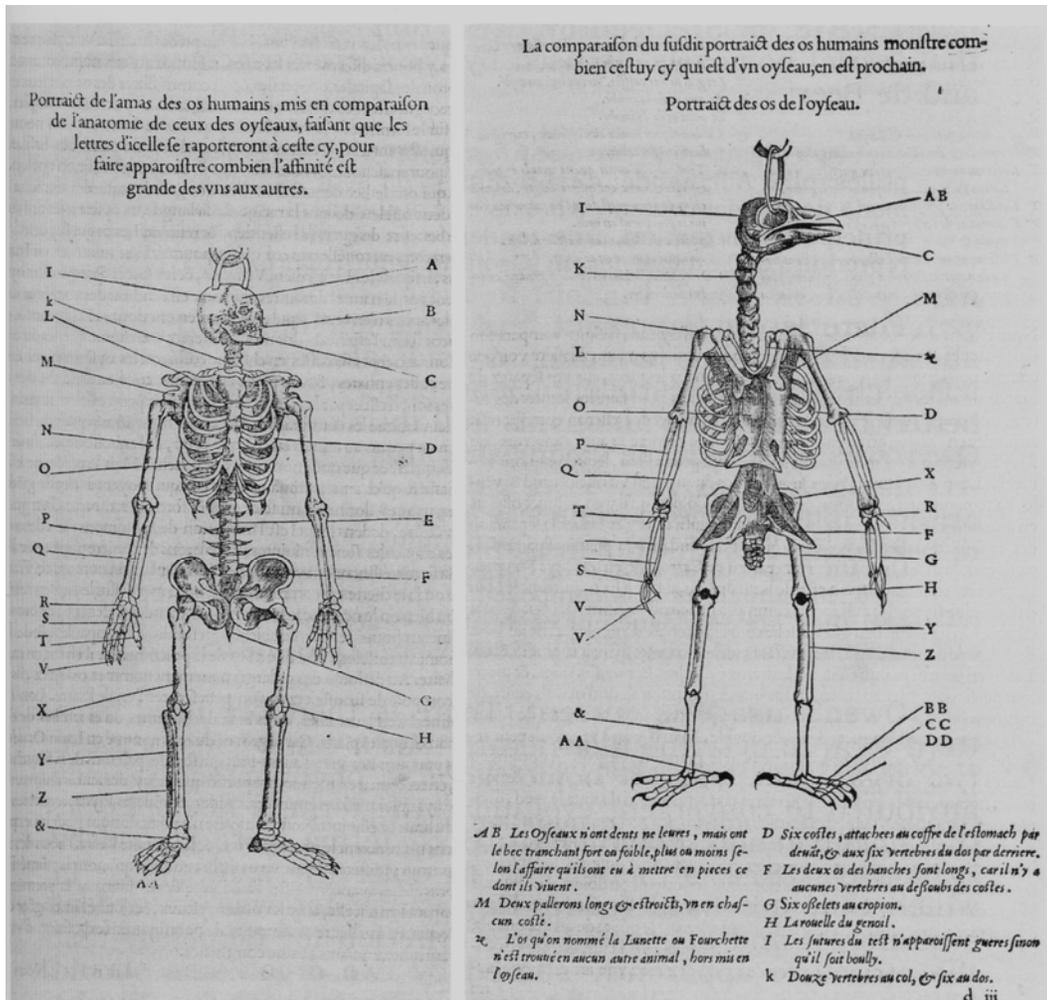


Figura 3.3. Comparación del esqueleto humano con el del ave, según Belon (1555). (Hall, 1994).

plantas (véase capítulo anterior). Con base en esto Appel apunta que:

“Geoffroy fue el primer naturalista en promover una conciencia persuasiva de las homologías, en desarrollar una razón metodológica para determinarlas y en encontrar un continuo programa de investigación. Él fue uno de los primeros anatomistas en analizar las estructuras óseas en los diferentes animales en huesos particulares, incluso las partes de los huesos, y en buscar, hueso por hueso, sus correspondientes en mamíferos, pájaros, reptiles y peces” (Appel, 1987, p. 70).

Además Appel menciona que Geoffroy siempre usó el término de *analogía* (lo que ahora llamamos *homología*) y se apropió de la palabra causando confusión entre sus colegas. Los alemanes empleaban la palabra *homología* para referirse a la *homología serial*, y no fue sino hasta 1843 cuando se esclarecieron los conceptos modernos de *homología* y *analogía* con el anatomista inglés Richard Owen.

Esta interpretación de Appel posee un problema ya que no podemos evaluar el reconocimiento de homologías en Geoffroy, puesto que este término tiene diferentes interpretaciones en Richard Owen y Charles Darwin (véase capítulo cuatro); entonces la dirección del análisis tendría que ir de Geoffroy a Owen o de Geoffroy a Darwin, y no al revés. Por ello, debemos tener en cuenta que lo que importaba en anatomía comparada era sobre el origen de las estructuras de los diferentes seres orgánicos, por ejemplo: si Cuvier afirmaba que la fúrcula de los pájaros era diferente a los opérculos, esto se debía a que el programa de Cuvier así los comprendía, ambos órganos tienen funciones diferentes; pero si nosotros de antemano proponemos que son las mismas estructuras, es porque ideamos que tienen un origen formal común como lo hizo Geoffroy; un hecho que a Cuvier le era imposible concebir.

Por consiguiente, es necesario aclarar uno de los términos históricos que he venido utilizando en esta tesis, la *analogía formal*. Por lo tanto, el concepto de *analogía formal* nos facilitará el entendimiento de cuales fueron las bases epistemológicas para que se diera lugar el término moderno de homología. Pero esta será una discusión que veremos más adelante. Por lo pronto es necesario primero entender algunos conceptos previos del formalismo de Geoffroy, como *la unidad de composición orgánica*, *el principio de conexiones* y *la ley de compensación*; advirtiendo que se usará el concepto de *analogía* de Geoffroy significando que hay un origen formal implícito en él.

Unidad de composición orgánica

La unidad de composición orgánica no es otra cosa más que la vieja y tradicional idea de la unidad de tipo. Para Geoffroy tal unidad significaba que la naturaleza había formado a todos los seres vivos bajo un mismo fondo material. Todos los órganos y estructuras son variaciones de un mismo sistema, la naturaleza no inventa nada nuevo sino trabaja siempre con los mismos materiales. Así explicaríamos la existencia de órganos rudimentarios, así como también, entender la concordancia estructural entre diferentes grupos de animales, ya que la abstracción del tipo nos proporcionaría el esquema de las posibles transformaciones de cada uno de los órganos. Russell (1916, p. 54) señala que a pesar de que Geoffroy nunca utiliza la palabra arquetipo, es seguro que él entendía muy bien el concepto, ya que “filosóficamente hablando, hay tan sólo un animal”. Las investigaciones de Geoffroy siempre estuvieron dirigidas en la búsqueda de la unidad de plan, observar cada uno de los huesos de los distintos grupos de animales, postular analogías entre estos y sacar a la luz *la unidad de composición orgánica* para inferir sobre cómo los órganos se han modificado para cumplir con un propósito en partículas. “Este resultado general y definitivo de mis determinaciones de los órganos, se convirtió en lo más importante de mis investigaciones, [a esta] gran manifestación de la esencia de las cosas [...] la proclamo bajo el nombre de *Unidad de composición orgánica*” (Geoffroy, 1822b, p. 63, cursivas en el original).

El origen de la adquisición de la unidad de composición en Geoffroy es un poco polémica, porque a pesar de que se han sugerido distintas alternativas, todo indica que probablemente tomó la idea de Buffon, ya que antes de postular su programa de “anatomía filosófica”, algunas de sus ideas generales ya tenían un rasgo buffoniano (véase Appel, 1987, pp. 22, 24). Por ejemplo, en la taxonomía de los lémures escrita a finales de 1795, Geoffroy escribía sus primeras concepciones acerca de la unidad de tipo:

“Al parecer la naturaleza se ha encerrado en sí misma con ciertos límites y ha formado a todos los seres vivos en un único plan esencialmente bajo un mismo principio, ella ha variado todas sus partes accesorias en miles de alternativas [...] Las formas siempre varían en cada clase de animales hasta producir finalmente órganos comunes en todo. La naturaleza no trabaja con órganos nuevos. Aquí, todas las diferencias esenciales, las cuales afectan a cada familia dentro de una misma clase, provienen de un sólo arreglo [...] en otras palabras, de una modificación de los mismos órganos” (Geoffroy 1796, citado en Appel, 1987, p. 28).

Esta especulación de la unidad de plan en mamíferos y el vínculo entre grupos separados de animales proviene de una representación buffoniana, por lo que es obvio pensar que Buffon es la fuente principal de su concepción. Aunque hay que recalcar que la unidad de tipo para Buffon fue un vago punto de vista que se halló en sus discursos durante los tratados de mamíferos y aves. Pero por otro lado, todavía no existía una diferencia sustancial en esta articulación temprana de la filosofía de Geoffroy, porque él aún no establecía tal programa de investigación, además de que hablaba únicamente de órganos y no de la estructura ósea como lo haría después (Appel, 1987, pp. 28-29).

Unas de las ideas previas de *la unidad de composición orgánica* de Geoffroy, surgen también en algunas memorias escritas durante su viaje a Egipto. En unas lecturas leídas en el *Institut d’Egypte* en 1798, Geoffroy se preguntaba acerca de la utilidad de la fúrcula en el avestruz, que es el hueso primordial que utilizan la mayoría de las aves para emprender el vuelo. La problemática surge cuando se sabe que los avestruces no vuelan, entonces ¿para qué las utilizarían? Geoffroy respondió que la naturaleza se resistía en desaparecer algunos órganos, porque la naturaleza nunca progresa por apariciones repentinas y, por lo tanto, esto evidenciaba que un órgano vestigial, en su estado común, juega un papel importante en otras especies de animales de una misma familia. Bajo este principio es posible explicar los vestigios como las membranas nictitantes en los seres humanos o algunas estructuras del ala en casuaris. En otra memoria

Geoffroy intentaba mostrar que la cornamenta de los venados, las jirafas y los toros estaban hechos por los mismos materiales de construcción y, en 1800, como un apoyo de la epigénesis, Geoffroy decía que el ambiente jugaba un papel bastante importante en cuanto a la modificación de las estructuras primordiales en etapas fetales. Geoffroy quería mostrar que el sexo se determina por los factores ambientales antes del nacimiento, su razón es que había un estado intermedio entre los dos sexos antes del desarrollo embrionario, esto probaría la existencia de un plan en común, incluso hasta en la potencialidad de la formación de la sexualidad (Appel, 1987, p. 73-76).

En cuestiones de historia, la primera propuesta del surgimiento del concepto de *la unidad de composición* de Geoffroy fue sugerida por su hijo Isidore Geoffroy de Saint-Hilaire (1847, pp. 130-132), quien comentaba que su padre había sacado la idea a partir de la gran cadena del ser de Bonnet. Y pese a que Geoffroy rechazaba tal concepción, él hubiera utilizado la cadena del ser tan sólo para sacar el común denominador a todos los seres, la cadena sería remplazada por la unidad de composición, y no por una extensión del concepto. Otra sugerencia es de Franck Bourdier (1969, p. 36-37) quien mostró que existía un cierto paralelismo entre los estudios de cristales de René Just Haüy (uno de sus asesores en mineralogía que conoció en el *Colegio del Cardinal Lemoine*). Tales estudios en la cristalización de los minerales mostraban que existe una variedad enorme de los cristales que se originan a partir de un tipo básico, este modelo, supuestamente, sirvió como análogo para que Geoffroy lo aplicara a los seres orgánicos.

No obstante la propuesta más controversial del concepto del tipo de Geoffroy es con respecto a la similitud que comparte con los filósofos anatomistas alemanes como los *Naturphilosophie*. Aunque, como ya se ha visto anteriormente, ambas doctrinas al parecer surgieron independientemente, sin embargo podemos discutir brevemente sus diferencias con respecto a la unidad de plan. El arquetipo de los *Naturphilosophie* se halla a través de la comparación entre las variedades orgánicas en sus distintas etapas del desarrollo; ésta visión tiene un carácter teleológico, pues los individuos se desprenden del tipo, no por leyes en el sentido

newtoniano, sino por un proceso de causalidad. En cambio para Geoffroy, el arquetipo existe como proceso mental en un sentido más heurístico que ontológico real y su manifestación en los diferentes organismos es causado por leyes de generación.

Teoría de análogos

La teoría de análogos indica que todos los animales están formados por los mismos materiales en cuanto a su composición estructural, deduciendo que podemos establecer estructuras similares entre todas ellas, considerando también que no hay ningún órgano o hueso que fuera construido para una función en especial y, por lo tanto, es necesario que cada una de estas piezas se les dé el mismo nombre, ya que éstas comparten un mismo origen.

“Reestablecí este principio procurando todo poder de aplicación, demostrando que no sólo los órganos en su totalidad se reducen a la identidad, sino también por los materiales de los cuales cada uno de ellos se compone. [Tomando estas consideraciones] se entiende de tal manera que el pensamiento filosófico de la analogía en la organización constituye mi primera regla” (Geoffroy, 1822b, p. 62).

Geoffroy en los *Discours préliminaire* de la primera edición de su *Philosophie anatomique* (1818) da un breve relato acerca de la historia de la analogías. En la primera época, Geoffroy comenta que los naturalistas utilizaron las analogías como una guía para establecer algunas generalizaciones entre los organismos, un método en la historia natural el cual muestra que los organismos de una misma clase se vinculan unos a otros por una relación íntima en sus órganos, por ejemplo, incluir el mismo nombre a las partes del cual se componen cada uno de estos. Estas analogías se admiten por abstracción y no por un carácter empírico ya determinado. Una segunda época admite las relaciones estructurales de una parte en particular, pese a que puede poseer diferentes

estrategias en cuanto a la funcionalidad, por ejemplo:

“El pie de los rumiantes se transforma en un garra en la historia del león; la mano en la del mono, el ala en la descripción del murciélago, la aleta con respecto a la ballena, etc. Además de compartir un nombre en común, la analogía de estas partes se percibía con anterioridad” (Geoffroy 1818, p. XXI).

Una tercera época relata que los naturalistas regresaron a la doctrina de la analogía para decir que un órgano varía en cuanto a su conformación original para adaptarse a las exigencias del medio, a medida que podemos seguir el mismo órgano en todas sus diferentes modificaciones, por ejemplo, un miembro puede tener diversos usos, aplicando al vuelo, a la natación, al salto, a la carrera etcétera. Y finalmente una cuarta época en la que podemos seguir la ruta exacta de las relaciones espaciales de las estructuras arquetípicas para definir sus continuas modificaciones a partir de un tipo básico y, definir con mayor exactitud la relación análoga de las partes. Una vez adquiridas cada una de estas etapas, es cuando podemos establecer un programa de investigación en las analogías, esto es, tratar de localizar las mismas estructuras en todos los animales vertebrados. Geoffroy resume todas estas consideraciones en una breve frase (las cursivas en el original):

“La suposición en la cual cargamos con todo esta verdad, es decir, el presentimiento que encontramos siempre en cada familia, en todos los materiales orgánicos que se han percibido en otras clases, es el que yo adopto a lo largo de esta obra bajo la designación de *Teoría de análogos*” (Geoffroy, 1818, p. XXXII).

Principio de la conexión de las partes y ley de compensación

Según Geoffroy, la teoría de análogos necesitaba tener una base metodológica que sirviera como guía para el reconocimiento de analogías en las diferentes clases de animales, este es “el principio de la conexión de las partes”. De acuerdo con Geoffroy, el principio nos ayuda a inferir las transformaciones funcionales de las partes a partir de un esquema arquetípico espacialmente invariable, el cual debe conservar siempre sus relaciones mutuas, ya sea que las partes se expandan, se contraigan, se atrofién, desaparezcan, en vez de que unas nuevas se introduzcan. Por ejemplo, el húmero siempre está relacionado espacialmente con el radio y la ulna, éstos a la vez están vinculados con los metacarpos y así sucesivamente hasta los falanges; considerando esta relación de los huesos, podemos trazar sus alternativas funcionales como la aleta de una ballena, el pie de un caballo o el ala de un murciélago (cursivas en el original).

“Ahora, es evidente que la sola generalidad, que aplica en las especies, es dada por la posición, las relaciones y la dependencia de las partes, es decir, por esa que [...] yo designo bajo el nombre de *conexiones*” (Geoffroy, 1818, pp. XXV-XXVI).

Los naturalistas, ahora en adelante, tendrán cierta confiabilidad intuitiva en la búsqueda de algún órgano determinado, al considerar que no puede existir una estructura nueva y al reflexionar sobre la relación de acoplamiento con piezas aledañas. Geoffroy, orgulloso de su principio, inmodestamente comenta que él fue el primero en considerar a las analogías como sistema importante dentro de un nuevo campo de investigación para el entendimiento de la forma animal. La anatomía comparada ya cuenta con una base teórica y metodológicamente sustentable.

“En particular, antes se hablaba de analogía sin saber que era análogo. Se debatía, no habiendo nada mejor que discutir, sobre la consideración de las

formas, y no parecían darse cuenta que la forma es fugitiva de un animal a otro. Yo habré dado una base, hasta entonces faltante, a las consideraciones de analogía, cuando propuse llevar a cabo las investigaciones, únicamente, sobre la dependencia mutua, necesaria y, por consiguiente, invariable de las partes” (Geoffroy, 1822b, pp. 62-63).

Y como la naturaleza siempre presenta excepciones a la regla, Geoffroy define el término *metástasis* para decir que algunas partes se pueden mover de su posición original aunque “no importa lo grande [...] que sea la metástasis, no influye en nada sobre las funciones de las piezas y sus conexiones, éstas siguen permaneciendo invariables” (Geoffroy, 1818, p. 10). Por ejemplo, la cintura escapular de los peces se une en la parte superior de la cabeza, mientras que en los otros vertebrados esta conexión se desprende, de tal manera que el cráneo y los miembros anteriores se interponen en diversas vértebras.

Otro de los principios reivindicados por Geoffroy fueron los *loi de balancement*, o ley de compensación, el cual postula que en cuanto al rendimiento económico del organismo entero, algunas partes se desarrollan más a expensas de otras las cuales resultan disminuidas, en otras palabras, si un órgano se amplifica excesivamente, otros órganos aledaños reducirán sus proporciones, debido a que la naturaleza siempre predispone del mismo costo energético en todos los animales para el desarrollo de sus estructuras.

“Llamo compensación de los órganos, a la compensación y contracción entre el volumen de masas orgánicas, esta ley de la naturaleza viviente, en virtud de la cual un órgano normal o patológico nunca adquiere una ampliación descomunal, en relación a otro de su sistema o de sus relaciones que no sufren tal incremento en una misma proporción” (Geoffroy, 1822b, p. 63).

Anatomía filosófica

En 1807, Geoffroy anunciaba llevar a cabo un nuevo programa de investigación en anatomía comparada el cual llamó “anatomía filosófica”. Dicho programa tendría como objetivo determinar las analogías en todos los animales, siguiendo *el principio de conexión de las partes* principalmente en el desarrollo embrionario, ya que el feto sirve como una guía bastante fiable para su determinación en los adultos. La idea es que todos los vertebrados deberían de estar formados por el mismo plan; el mismo fondo de materiales el cual pudiera seguirse en todos los vertebrados desde mamíferos hasta peces, pero ¿existirán las mismas estructuras en esta clase de vertebrados, sabiendo que ellos tienen funciones totalmente dispares? O bien, ¿podrían reducirse todos los vertebrados en un plan fundamental? Geoffroy intentaría responder a estas preguntas en su libro *Philosophie anatomique* (1818), tomando en cuenta una observación cuidadosa y detallada, analizando pieza por pieza el esqueleto de todos los animales vertebrados sin excepción, y así hasta poder llegar al entendimiento de cómo la naturaleza trabaja a partir de generalizaciones. Geoffroy discutía en la introducción que: “Yo me propongo demostrar en esta obra que no hay ninguna parte de la constitución de los huesos de los peces, que no tengan sus análogos en los otros animales vertebrados” (Geoffroy, 1818, p. 1).

La problemática de encontrar analogías entre los peces y los demás vertebrados subyace en las estructuras de respiración, mientras que la mayoría de los vertebrados llevan a cabo una respiración aérea, en los peces la respiración es acuática. Tales funciones repercuten en la forma de las estructuras para poder relacionar su análogo al vincular ambos organismos, por ejemplo, los vertebrados superiores poseen laringe, tráquea y pulmones, ahora bien ¿cuáles de estas estructuras equivaldrían a las de los peces? Y lo mismo pasa en los peces quienes cuentan con huesos tan peculiares que no comparten alguna similitud con los vertebrados superiores, por ejemplo, el opérculo, las espinas branquiostegales, arcos branquiales, etcétera.

Desde 1807, Geoffroy ya había presentado en algunas memorias ciertas

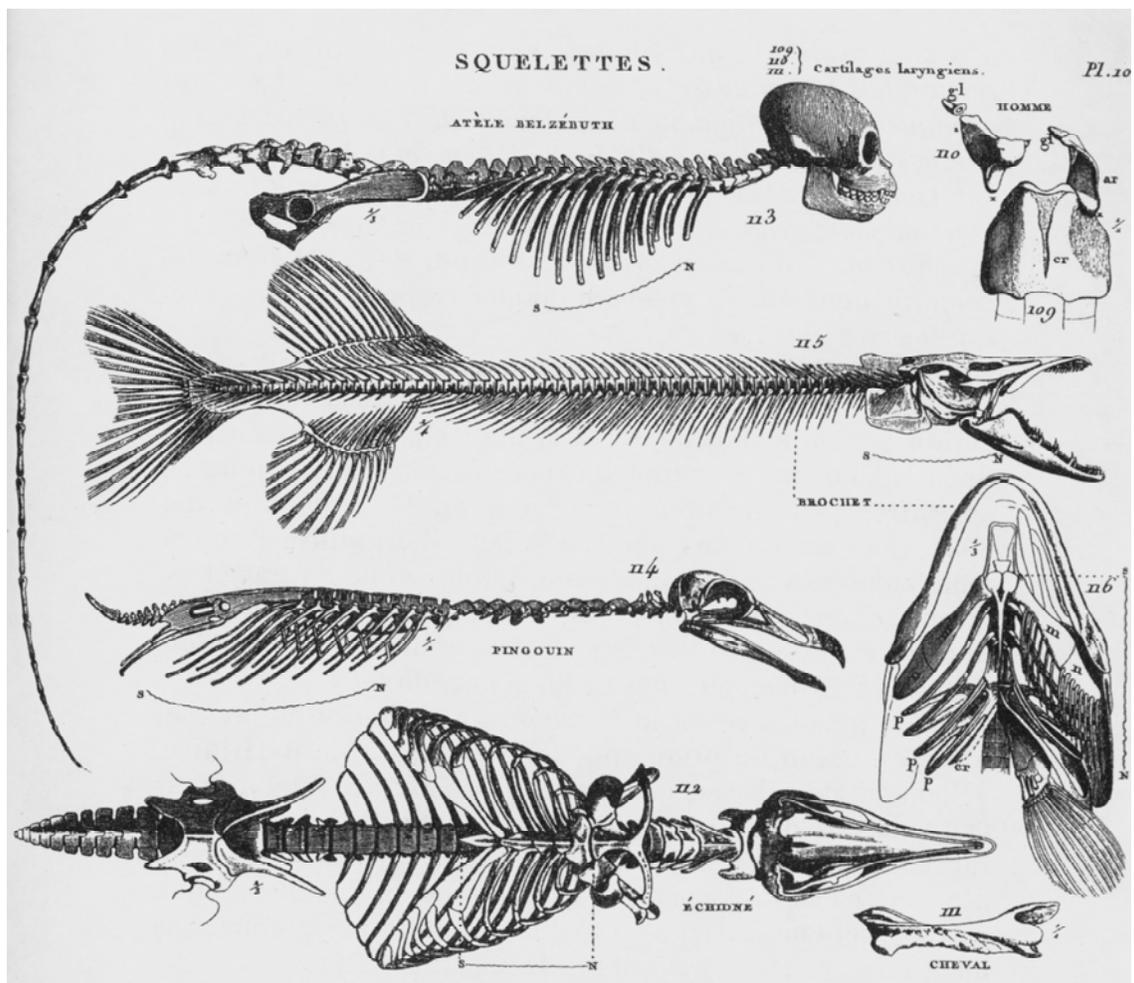


Figura 3.4. Representación de Geoffroy en su *Philosophie anatomique* de los diferentes esqueletos de vertebrados los cuales muestran un plan fundamental de organización. De arriba hacia abajo, el esqueleto de un mono araña, de un lucio (pez), un pingüino y un mamífero monotrema. (Geoffroy, 1818).

consideraciones sobre la anatomía de los peces, por ejemplo, en una de ellas decía que la fúrcula, el hueso de las aves cuya función caracteriza el vuelo, presentaba su análogo en los huesos escapulares de los peces. En cuanto a los órganos de respiración, Geoffroy buscó durante algunos años los análogos de los huesos operculares en peces sin llegar a ningún resultado, mientras tanto Cuvier ya había localizado en el cráneo de los peces los equivalentes de todos los huesos del cráneo de mamíferos; esto ponía en problemas a Geoffroy puesto que si ya se habían identificado los análogos en todas las piezas del cráneo de mamíferos ¿cómo podrían existir estructuras análogas en peces, si ya no había

huesos posiblemente análogos? Henri de Blainville, uno de los formalistas más sobresalientes de la época, dijo que los huesos operculares de los peces eran análogos a los huesos de la mandíbula inferior de los vertebrados superiores. Cuvier inmediatamente refutó esta suposición al mostrarle a Geoffroy una preparación de un lucio, convenciéndolo de que todos los huesos de la mandíbula inferior del pez correspondía con los huesos mandibulares de los otros vertebrados. Geoffroy volvió a poner la mirada en algunas estructuras de la cabeza de los vertebrados superiores, y llegó a la conclusión de que los huesos del oído medio en mamíferos eran los homólogos de los huesos operculares en los peces. Geoffroy relató esta experiencia de la siguiente manera: “Recobré el coraje y recomencé mis estudios para no volver a abandonarlos jamás” (Geoffroy citado en Appel, 1987, p. 97).

Volviendo nuevamente a la *Philosophie anatomique*, en la primera memoria Geoffroy discute ésta relación análoga de los huesos del oído en mamíferos y los huesos operculares en los peces (véase Geoffroy, 1818, 15-56 y Russell, 1916, p. 56). Él consideraba que la apertura externa del oído corresponde a la apertura interna de la cámara branquial, que está situada entre el opérculo y la cintura pectoral. El oído está comunicado con la cavidad bucal a través del tubo de Eustaquio y la cámara branquial lo hace a través de las hendiduras branquiales. De esta manera podemos generalizar que el interopérculo es análogo del martillo, el subopérculo del yunque, el opérculo del estribo y el preopérculo del anillo timpánico.⁷ El principio de la conexión se establece sobre esta relación, pues existen lazos entre los huesos aledaños de cada uno de estos sistemas. Con esto Geoffroy ponía en evidencia que las mismas partes se encuentran en todos los tipos de animales, pese a que cuenten con funciones totalmente distintas y, hasta entonces, impensables en cuanto una relación estructural. La unidad de composición siempre conserva materiales potenciales, a medida que estos pudiesen emplearse para cualquier función dada, como es el caso de las estructuras operculares y auditivas.

⁷ Sin embargo, hoy en día se sabe, que las piezas del opérculo no son los homólogos de las estructuras auditivas de mamíferos.

“La naturaleza ha concebido su plan para la construcción de un animal vertebrado bajo un doble punto de vista. Ésta necesita abarcar una composición tal, de manera que el ser ideal pudiera y debiera acomodarse por igual a los dos medios [tierra y agua] que envuelven a nuestro globo [...] dos modos de respiración tan diferentes, la cual podrían siempre aplicarse a un sólo y mismo fondo de organización” (Geoffroy, 1818, p. 448).

Ahora bien, ya que conocemos los principios formalistas de Geoffroy, nos falta preguntarnos ¿qué significan para Geoffroy las analogías? Es necesario recalcar que esta respuesta nos daría una mejor comprensión del desarrollo del concepto de homología. Por ello es necesario estudiar como punto de partida la noción de *analogía* de Geoffroy. Entonces en esta sección se mostrará que Geoffroy concebía únicamente un origen formal, y no funcional común, de las estructuras de los seres orgánicos.

Analogía formal

Cuando ubicamos cada una de las partes de la arquitectura orgánica, y al origen de la forma le damos una explicación formal, es decir, que las estructuras provienen de una unidad de tipo (sin que esta unidad se produzca por una fuente funcional) y, cuando comparamos dichas estructuras, en los diferentes organismos, podemos decir que son iguales por *analogía formal*. Para Geoffroy todas las estructuras tienen como principio una base estructural común. Por lo tanto, su explicación de analogía era de tipo meramente formal, esto implica no poder concebir una correspondencia de origen funcional como lo fue para Cuvier.

Para mostrar que Geoffroy no tenía ninguna concepción de lo que es una *analogía funcional*, de antemano debemos establecer la siguiente hipótesis. En primer lugar, Geoffroy no debería de reconocer límites entre los distintos grupos de animales, pero estas demarcaciones no son únicamente entre los vertebrados, sino entre los distintos *embranchement* de Cuvier. Porque si existe,

filosóficamente, tan sólo un animal y si la naturaleza no inventa nada nuevo sino que trabaja con los mismos materiales, entonces debemos encontrar órganos similares (por estructura) en todos los senderos de la naturaleza. Y en segundo lugar, la postura funcionalista más fuerte postula que: los distintos *embranchement* existen debido a que son soluciones de arreglos morfológicos funcionales de un universo de posibilidades. La concepción de una *analogía funcional* indica que las estructuras son parecidas porque tienen un “origen funcional común” y no “un origen arquetípico común”. Pero si rompemos esta barrera, esto es, si se muestra que existe un “origen arquetípico común” en cualquier estructura de cualquier animal, sea vertebrado o invertebrado, una concepción de *analogía formal* se interpondría en este argumento, ya que no hay cabida para pensar en la formación de una estructura vía acción funcional. Ahora bien, analicemos algunos escritos de Geoffroy para sustentar dichas hipótesis.

En 1820, Geoffroy en sus *Mémoires sur l'organisation des insectes* rebasaba los límites de sus investigaciones y propuso demostrar que, en la presunción de que existen los mismos materiales en todos los animales, la estructura de los insectos podía reducirse al arquetipo vertebrado. “A mi parecer, los diversos ordenes de insectos están hechos con los mismos materiales que caracteriza a los diversos sistemas de las clases superiores” (Geoffroy, 1820, p. 75). Según Geoffroy, la vinculación entre artrópodos y vertebrados se debía a que el cuerpo de ambos grupos está dividido en segmentos (son metaméricos) y que cada uno de estos segmentos corresponde a una vértebra, Serres mostró que cualquier vértebra, en sus primeros estadios del desarrollo, se formaba por cuatro centros de osificación, iniciando como un tubo, el cual finalmente se rellena. La comparación con los artrópodos tiene sentido pues en ellos cada segmento corresponde a cuatro piezas elementales y, por lo tanto, cada segmento corresponde a una vértebra, además de que existe el mismo número de materiales, el mismo orden de osificación, el de articulación, arreglo anular y espacio vacío de en medio (véase Geoffroy, 1822, p. 82).

La diferencia entre los insectos y los vertebrados, de acuerdo con Geoffroy, es que el sistema nervioso de los vertebrados genera y distribuye los

materiales orgánicos alrededor de un eje central dentro del canal vertebral, mientras que el sistema circulatorio forma otros órganos fuera de la columna vertebral. En los insectos el sistema circulatorio es defectuoso, la falta de corazón o de cualquier equivalente sugiere que el único sistema de distribución de órganos es el sistema nervioso, por lo tanto, los órganos de los insectos se desarrollan también dentro del canal vertebral. Es por eso que en los artrópodos el espacio central es bastante amplio, el cual contiene todos los órganos del cuerpo, mientras que en los vertebrados el centro se vuelve sólido (Figura 3.5). De estas consideraciones nace una nueva filosofía: “Todo animal vive dentro o fuera de su columna vertebral” (Geoffroy, 1820, p. 76).

Sin embargo hay que aclarar que la dinámica de la operación del sistema orgánico en insectos, no se debe a un simple error en el funcionamiento orgánico como tal, sino es una consecuencia del arresto de una de las etapas tempranas durante el desarrollo ontogénico del animal. Esto es sumamente importante, porque para Geoffroy los insectos no son una clase que difiriera mucho de los vertebrados, de hecho, como los insectos tienen un cierto parecido a los fetos de los animales vertebrados, hay que deducir que ellos son una clase de vertebrados y, por lo tanto, toda estructura animal sería sometida a una simple vértebra. “De estos hechos, hay que concluir, que los insectos son animales vertebrados: y si todo debe reducirse a una vértebra, es porque en los insectos estas consideraciones se hacen evidentes” (Geoffroy, 1820, p. 76).

No obstante Geoffroy se enfrentaba a una dificultad. Con respecto a los órganos internos, en los vertebrados el tubo digestivo está por debajo del cordón nervioso, mientras que en los artrópodos el tubo digestivo está por encima del cordón nervioso, en otras palabras, los órganos se encuentran invertidos. El sistema nervioso en los vertebrados es dorsal y en los artrópodos es ventral, pero si la boca se ubica por debajo del cerebro de ambos grupos ¿cómo podrían estas estructuras ser equivalentes si esencialmente se encuentran al revés! En sus *Considérations générales sur la vertèbre*, Geoffroy decía que dicha diferencia no era más que un sesgo en la posición de lo que considerábamos “arriba” o “abajo”, las estructuras son las mismas, solamente hay que voltear un insecto y tendremos

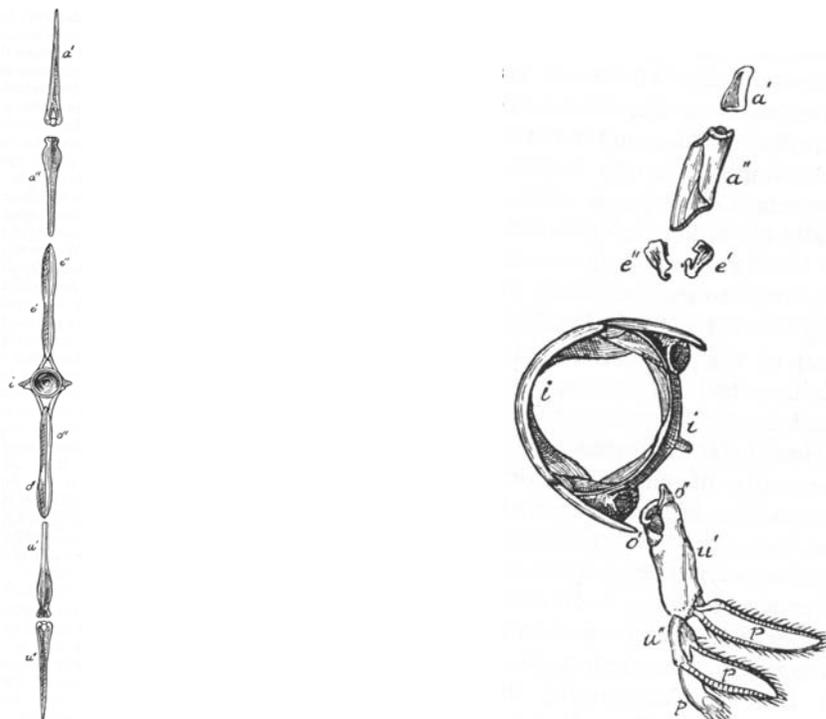


Figura 3. 5. Izquierda, vértebra de un pleuronéctido, derecha, segmento abdominal de una langosta. Véase la correspondencia de analogías señaladas con la misma letra. (Russell, 1916).

la configuración del vertebrado y viceversa. Bajo este esquema el principio de conexiones jamás se viola y, la inversión se debe a las circunstancias demandantes del medio. Por ejemplo, los *pleuronéctidos*⁸ a pesar de mostrar una torción en uno de sus lados, ellos siempre exigen que la ley de conexiones se cumpla en todos sus órganos (tanto del interior como del exterior). El molde siempre es el mismo, pese a que éste varía en infinitud de funciones. Hágase las similitudes y diferencias de condiciones entre un ser humano y un mamífero, cuando estos se ponen de pie, y con base en este ejemplo, encontraremos la misma relación entre los *pleuronéctidos* y los otros peces, resaltando que su diferencia es con base en sus *condiciones de existencia*, por ejemplo, consideremos que los *pleuronéctidos*, estos peces tan singulares, deben de nadar

⁸ Peces de la familia de los *Pleuronectiformes*, que se caracterizan por tener una simetría bilateral alterada de manera que los ojos y sus demás estructuras sensitivas se encuentran en un mismo lado, ejemplos de estos peces se encuentran los lenguados.

de costado para sobrevivir.

“Esta condición de existencia es de gran importancia en cuanto a las relaciones que nos proponemos descubrir [...] el pensamiento se establece sobre esta reflexión al examinar un crustáceo [...] ¿Qué es lo que encontramos en cuanto a la relación de su condición? Un mismo animal como el pleuronéctido, un ser que extiende los medios de izquierda a derecha de forma parecida para disponer de su transporte” (Geoffroy, 1822, p. 91).

Cualquier artrópodo debe de sujetarse a esta argumentación, porque si consideramos esto, caeríamos en el pensamiento cuveriano de que las formas se crean conforme a la función. Geoffroy podría haber concebido esto, pero el principio de conexión de las partes siempre fue omnipotente a cualquier explicación alternativa. De hecho Geoffroy reconoció la opción funcionalista de analogía, pero nunca la aprobó (las cursivas son mías).

“Sin embargo no puedo estar contento con esta relación, si se basa tan sólo en la simple apariencia, o solamente en una cierta *analogía de función*: en primer lugar, el principio de conexiones debe por lo menos, hacer juzgar el valor de esta consideración” (Geoffroy 1822, p. 91).

Es por eso que si se tuerce un artrópodo de espaldas, sus sistemas de órganos quedan en una proporción parecida al sistema de los vertebrados. Y aunque la relación de los órganos con respecto al tubo externo difiere entre ambos grupos, el principio de conexión de las partes se sostiene:

“Este aparente tubo, pese a que encierra a los órganos esenciales para la vida, pueden dirigirse de diferentes maneras con respecto a los bloques de estos órganos: El principio de conexiones exige solamente que todos [los órganos] tengan, unos con otros, relaciones fijas; pero el principio jamás

falla, aunque todo el conjunto se haya oscilado dentro del tubo” (Geoffroy, 1822, p. 94).

Con base en esta argumentación, podemos concluir que Geoffroy rechaza la noción de *analogía funcional*, puesto que: los órganos de todos los animales comparten una misma estirpe y, porque no pueden haber (ni habrá) órganos nuevos dentro de la topología animal en general. Para Geoffroy no existe un universo de posibilidades de sistemas funcionales, sino lo contrario, hay únicamente una alternativa en la cual se pueden derivar todas las formas animales. Claramente podemos argumentar que entre Geoffroy y Cuvier hay una inconmensurabilidad en la noción de *analogía*, porque para Geoffroy la *analogía* significaban estructuras compartidas en todos los animales que tienen un origen formal común, refiriéndonos a este origen como algo abstracto, en el sentido de molde o materia prima con la cual la naturaleza trabaja. Mientras que para Cuvier, la *analogía* hace mención a que en un universo de posibilidades funcionales, algunos organismos llegaron independientemente al mismo resultado práctico. A continuación veremos el debate de Geoffroy y Cuvier tomando en cuenta este conflicto de nociones.

El debate entre Geoffroy y Cuvier

En octubre de 1829, dos naturalistas desconocidos, Pierre Meyranx (1792-1832) y Laurencet⁹ mandaron un escrito a la *Academia de ciencias* titulado *Ciertas consideraciones sobre la organización de los moluscos*. En tal memoria, Meyranx y Laurencet mencionaban que si acomodamos a un molusco en cierta posición invertida, la anatomía del vertebrado presentaría cierta proporción topológica semejante a éste. Durante 6 meses ellos no recibieron ninguna respuesta sobre su memoria. No obstante, el 9 de Febrero de 1830, el artículo llegó a manos de Geoffroy y Latreille, e indudablemente, Geoffroy estuvo muy contento con este

⁹ Poco se sabe de la vida de estos dos naturalistas, incluso ni siquiera se conoce el nombre de Laurencet.

reporte porque las conclusiones de Meyranx y Laurencet anunciaban que otro de los *embranchements* de Cuvier se podía acomodar dentro del plan arquetípico común junto con vertebrados y artrópodos. El 15 de Febrero Geoffroy y Latreille reportaron el informe de Meyranx y Laurencet (véase Geoffroy, 1830, pp. 35-49) en el cual deducían algunas analogías formales entre moluscos y vertebrados, y contradecían el postulado cuveriano de la correlación de las partes. Con base en estas consideraciones, Geoffroy y Latreille concluyeron que como la conexión de las partes de vertebrados se aplica a otra rama de animales (pues hasta ese entonces se pensaba que los moluscos no tenían ninguna relación con otros grupos) debemos esperar futuras investigaciones para que se pueda mostrar que la *unidad de composición orgánica* es un principio universal. “[Todos los animales] están encadenados por el mismo orden de formación, sujetos a la misma regla [...] Ninguno de ellos escapará a las consecuencias de las leyes universales de la naturaleza, la *unidad de composición orgánica* (Geoffroy, 1830, p. 49). Finalmente, el reporte termina con una alabanza de la noticia de Meyranx y Laurencet, y según los planes, su memoria sería publicada en una revista de la *Academia de ciencias* en las próximas fechas.¹⁰

Cuvier sabía acerca de las investigaciones de Geoffroy desde 1807, y sin embargo, hasta ese momento, respetó sus contribuciones científicas. Por ejemplo, Cuvier estuvo de acuerdo acerca del reconocimiento de analogías admitiendo que Geoffroy les había dado un enfoque diferente a como se habían concebido con anterioridad, además de que estuvo satisfecho con el método de comparar las mismas piezas durante las diferentes etapas en el desarrollo embrionario en los distintos animales. Aunque por otro lado, según Cuvier, la búsqueda de Geoffroy de la unidad de plan podría ser un sesgo debido a su programa de investigación: “Esta constancia [de las analogías] es [...] independiente de todo uso y, consecuentemente, es el resultado [...] de las fuerzas que han determinado la formación del cuerpo orgánico” (Cuvier citado en Appel, 1987, p. 91). Pese a esto, Appel (1987, p. 91) comenta que las notas de Cuvier presentan cierta

¹⁰ Sin embargo el reporte nunca se publicó, de hecho el escrito original Meyranx y Laurencet se perdió.

incertidumbre, esto se debe quizás a su deseo de presentarle el visto bueno a su gran colega Geoffroy. Esto indica que Cuvier fue muy tolerante en cuando a las teorías de Geoffroy, y más cuando él presentó sus concepciones acerca de la relación de vertebrados y artrópodos como derivados de un esquema en común. No obstante el artículo de Meyranx y Laurencet fue lo que terminó con su paciencia, pues las observaciones de estos jóvenes naturalistas no solamente significaban incluir otro *embranchement* en la *unidad de composición orgánica* de vertebrados, sino también atentaban contra su credo funcionalista. El 22 de febrero, en una memoria titulada *Consideraciones sobre los moluscos y en particular sobre los cefalópodos* objetó las conclusiones de Meyranx y Laurencet, diciendo que tales autores estaban totalmente equivocados en sus pretendidas analogías, y le declaraba la guerra a Geoffroy por contradecir sus teorías funcionalistas (cursivas en el original):

“Uno de nuestro sabios colegas [M. Geoffroy] se apropió ávidamente de esta nueva interpretación [de M. Laurencet y M. Meyranx], y anunció que refutaba completamente todo lo que yo había dicho sobre la distancia que separa a los moluscos de los vertebrados. Incluso yendo mucho más lejos que los autores de la Memoria, él concluyó que la zoología, hasta el momento, no había tenido ninguna base sólida, que había sido un edificio construido sobre arena, y que la única base, a partir de ahora indestructible, es un cierto principio que él llama *unidad de composición* y en el cual asegura que puede hacerse de aplicación universal” (Cuvier citado en Geoffroy, 1830, p. 57-58).

Cuvier por medio de diagramas mostró que aunque los moluscos y vertebrados tuvieran órganos en común (por ejemplo, cerebro, ojos, oídos, glándulas salivales, estómago, hígado, circulación doble, órganos sexuales) no había razón para concluir que ellos estuvieran contruidos bajo un mismo plan porque, utilizando el dichoso principio de correlaciones de Geoffroy, la anatomía de ambos grupos difieren considerablemente, incluso hay órganos en los

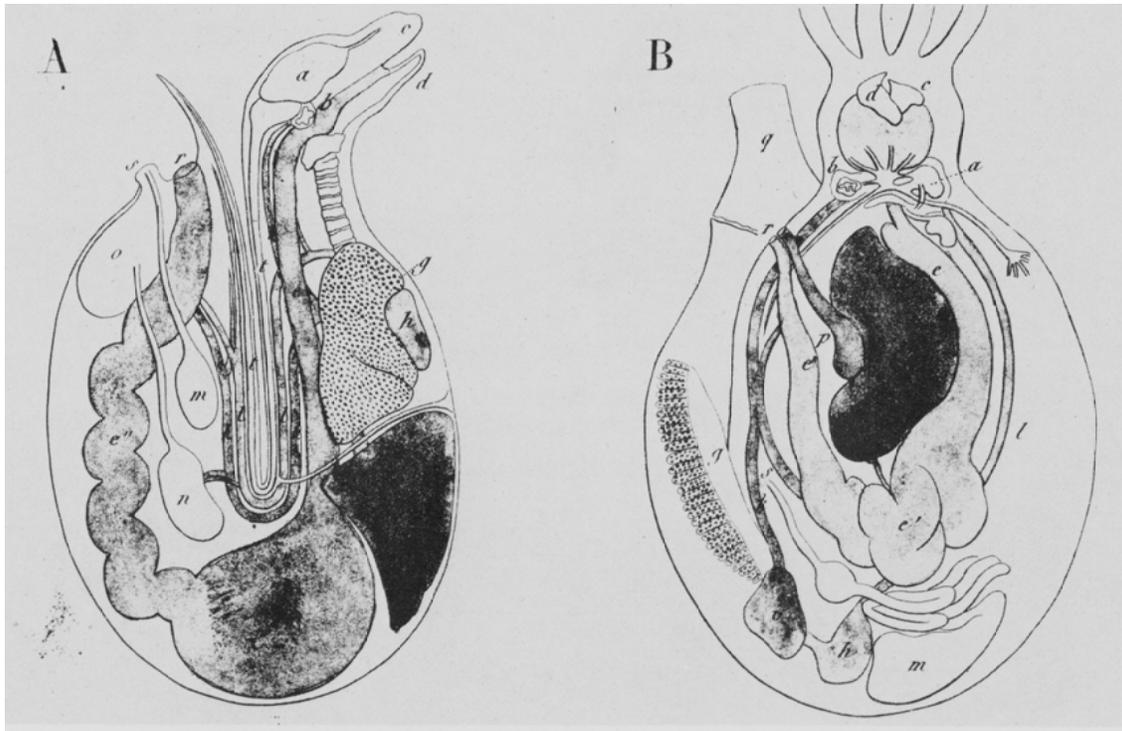


Figura. 3.6. Diagrama de un mamífero arqueado, y un calamar. Este esquema fue originalmente usado por Cuvier para intentar refutar la relación entre estos dos grupos. (Appel, 1987).

moluscos que no tienen su equivalente con vertebrados y viceversa (Véase la figura 3.6).

“Reintegro todos estos hechos a un enunciado verdadero, cuando digo que los cefalópodos tienen varios órganos en común con los vertebrados, y que cumplen en ambos casos funciones similares, no obstante esos órganos están ordenados entre ellos de diferente modo, y a menudo contruidos de otra manera, que en ellos [los cefalópodos] están acompañados por algunos órganos diferentes que los vertebrados no poseen, mientras que estos últimos por su lado tienen muchos órganos faltantes en los cefalópodos” (Cuvier citado en Geoffroy, 1830, pp. 71-72).

Consecuentemente, Cuvier atacó la *unidad de composición* de Geoffroy, primero diciendo que la idea no fue novedad de Geoffroy, sino que era una vieja

noción propuesta desde los tiempos de Aristóteles, y luego que la unidad era un concepto vago en cuanto a su significado. ¡Cómo se podría argumentar a favor de la unidad de composición si comparamos un ser humano y un pólipo! Si el estudio de la analogía era válido, solamente era a través de la perspectiva de las condiciones de existencia. Cuvier aseguraba que la unidad de composición no era lo que Geoffroy creía, y le muestra que sus propios términos no encajan en el sentido que él le quería dar. Según Cuvier, la “composición” de una cosa significa que las partes consisten en algo, el “plan” significa el arreglo que conservan esas partes entre ellas. Para esclarecer el aparente sesgo de Geoffroy en cuanto a la unidad de composición, Cuvier pone un ejemplo en el cual relaciona la unidad de los seres orgánicos con una casa.

“La composición de una casa es el número de apartamentos o los cuartos que ahí se encuentran, y el plan es la disposición recíproca de esos apartamentos y cuartos. Si dos casas contienen, cada una, un vestíbulo, una ante recámara, un dormitorio, un salón, y un comedor, diríamos que su composición es la misma. Y si esos dormitorios, salón, etc. fueran el mismo piso arreglado en el mismo orden, y si pasáramos de uno a otro [cuarto] de la misma manera, diríamos también que su plan es el mismo. Pero si su orden [de los cuartos] fuera diferente, si un mismo nivel dentro una casa fuera colocado en el otro [piso] por estados sucesivos, diríamos que hay una composición comparable, y que esas casas fueron construidas de acuerdo a planes diferentes: así de esa manera la composición de un animal se determina por los órganos que poseen, y su plan, por las posiciones relativas de esos órganos” (Cuvier citado en Geoffroy, 1830, pp. 59-61).¹¹

¹¹ Para contrarrestar este argumento Geoffroy indicaba que cuando se refería a la unidad de composición, él no intentaba reproducir su pensamiento en un lenguaje coloquial y preciso; más bien él reflexionaba sobre el principio de la habilidad arquitectónica, la uniformidad de la estructura la cual era construida por los mismos materiales, varillas, madera, yeso, etcétera; y al mismo tiempo en la unidad de función, que tenía como objetivo dar vivienda al ser humano (Geoffroy, 1830, pp. 60-61 n).

El enorme conocimiento de Cuvier, acerca de la anatomía de moluscos, hizo eco en la Academia. Él era una figura pública, era un excelente orador con un gran poder de convencimiento, cualidades que derrotaban a cualquier contrincante que se le pusiera enfrente. Por ejemplo, Cuvier había aplastado al profesor de zoología de invertebrados, Lamarck (1744-1849), quien intentaba difundir algunas ideas sobre el transformismo en los seres orgánicos. Ahora los aliados de Geoffroy sentían la misma tiranía de Cuvier, y muchos de ellos se retractaron porque enfrentarse con el gran Cuvier significaba arriesgarse a una humillación pública, ponían en riesgo su carrera científica o perdían la esperanza de colocarse en un mejor puesto en la comunidad científica. Meyranx escribió a Cuvier: “No encuentro palabras para expresar que estoy desolado por el impacto que ha producido nuestra memoria en las disputas [...] Apenas podríamos creer que alguien pudiera delinear esas conclusiones tan exageradas de una simple consideración sobre la organización de los moluscos [...] No hay nada en la memoria que contradiga su admirable [...] escrito y que, nosotros consideramos como la mejor guía en esta materia” (Meyranx citado en Appel, 1987, p. 147). Mientras tanto el mismo Latreille le escribía a Cuvier que negaba cualquier participación en la decisión de Geoffroy para publicar el informe, además él aseguraba no haber visto el escrito, sino hasta que se dio la reunión: “No tengo participación en esta publicidad, es muy contrario lo que decidí, yo le sugerí a él [Geoffroy], mantener esta reflexión en profundo silencio [...] desde entonces, he reconocido la inutilidad de estas investigaciones o de este esfuerzo por la imaginación” (Latreille citado en Appel, p. 147).

Geoffroy era el único naturalista apto para enfrentarse a Cuvier, de hecho él sentía la responsabilidad de defender su doctrina estructuralista y decidió llevar a cabo un debate en la *Academia de ciencias*, en la cual cada uno de ellos expondría sus ideas anatómicas, una vez a la semana, frente al público. Geoffroy sería el primero en exponer, y se comentaba que tendría la habilidad para contraatacar la memoria de Cuvier, prometiendo responder con lujo de detalle cada uno de sus argumentos, para poder justificar tanto la unidad de composición, así como también sus “pretendidas analogías”. El lunes 1 de marzo de 1830,

Geoffroy se presentó en la *Academia de ciencias* para defender sus ideas formalistas y exhibió su ponencia bajo el título *Sobre la Teoría de Análogos, para establecer su novedad y su utilidad práctica como instrumento*. Desde el principio, Geoffroy aclaró que no se metería con la anatomía de moluscos para defenderse de los argumentos de Cuvier, sino que expondría su filosofía como punto de partida para entender los principios que atacaba Cuvier.

En primer lugar aclaraba su expresión de la unidad de composición. Geoffroy decía que la unidad de composición o la unidad de plan, eran expresiones que se utilizaban para significar que los animales son resultado de un mismo sistema de composición, el cual llama *unidad de composición orgánica*, y que no había ninguna contradicción en los términos como su oponente había informado. "Es como querer decir tribunal criminal para simplificar una frase completa como tribunal instituido para juzgar las causas del crimen". Geoffroy también aclaró que la idea de analogía no tiene sus orígenes en Aristóteles. Por ejemplo, el reconocimiento de las estructuras para Aristóteles, según Geoffroy, fue únicamente perceptiva y por comparación, en la cual no se distinguía entre la estructura y la función. En cambio para Geoffroy todas las estructuras con una misma cosa, tenían un mismo origen, eran atributos que descansan en leyes universales orgánicas. Las analogías "son partes idénticas, son el mismo aparato, la estructura es la misma" las cuales no pueden cambiar en su esencia material, sino en sus capacidades moldeables que dependen de la función en la cual se desenvuelven. Por ejemplo "la pieza de un miembro anterior de muchos mamíferos se emplean de formas diversas, se vuelven la pata de un perro, la garra de un gato, la mano de un mono, el ala de un murciélago, un remo en la foca, una parte de la pierna en los rumiantes" (Geoffroy, 1830, pp. 96-97).

Para poder sustentar la teoría de análogos, Geoffroy puso el ejemplo del hueso hoides. El hueso hoides en el ser humano se compone de cinco huesos pequeños, mientras que en el gato éste se compone de nueve huesos, ahora bien ¿cuáles de estas estructuras son análogas? La doctrina aristotélica responderá que la relación entre dos piezas del hueso hoides se otorgará con base en la función que estas desempeñan. En cambio la teoría de análogos, según Geoffroy,

contempla una analogía completa (todas las piezas del hueso hoides), las partes del hueso hoides pueden presentarse en mayor o en menor cantidad en los diferentes animales, y una vez partiendo de eso, podemos hacer un consenso para postular un esquema arquetípico común que contemple todas las partes completas del hueso hoides; por ejemplo, en el ser humano se intuye que esas cuatro piezas faltantes (que están presentes en el gato) se han reducido porque ellas se acomodaron a una función determinada, de hecho se pueden postular analogías de esas piezas puesto que se encuentran en el ser humano como piezas rudimentarias. Con estas consideraciones, Geoffroy intenta dar una justificación al razonamiento de la teoría de análogos, en la cual el reconocimiento de analogías se hace posible y exitoso.

El 8 de marzo, el día acordado para la intervención de Cuvier, Geoffroy escribió una nota a la Academia en la cual informaba que no podía presentarse al encuentro. Cuvier por su parte informó que no leería su memoria sin la presencia de su contrincante. El 15 de marzo, Cuvier pagó con la misma moneda y no se presentó. El debate se reanudó hasta el 22 de marzo, y Cuvier presentó su memoria con el título *Consideración sobre el hueso hoides*. Al comenzar la memoria, Cuvier humillaba a Geoffroy al decir que sus argumentos con respecto en la unidad de composición no habían aclarado nada (cursivas en el original):

“¿Quieres decir que existen siempre *los mismos elementos*, quieres decir que esos elementos siempre se dan en *la misma disposición mutua*? Finalmente ¿qué quieres decir con tus *analogías universales*? Si nuestro colega hubiera dado una respuesta clara y precisa a mis demandas, hubiera sido un buen punto de partida para nuestra discusión. Pero en su larga deducción, él no ha respondido el asunto, porque no es suficiente cuando dice que todos los animales son *el producto de un mismo sistema de composición*, esto es explicar la misma cosa en términos muy vagos, y muy oscuros” (Cuvier citado en Geoffroy, 1830, p. 142).

Con base en el esquema de Geoffroy, Cuvier examinó el hueso hoides en

mamíferos, aves y reptiles, y mostró que el hueso hiodes difería tanto en el número como en el arreglo de sus piezas. Esto le hizo suponer a Cuvier que una *analogía formal* entre las partes del hueso hiodes resultaba imposible. El ejemplo particular que utilizó Cuvier fue referente al mono aullador. Según Cuvier el hiodes de estos animales no presentaba ninguna similitud estructural con referencia a sus congéneres mamíferos, el hiodes en el mono aullador se unió a la quijada inferior tomando la forma de un enorme tambor, el cual servía para producir el sonido que lo caracteriza, y no tuvo que unirse al cráneo como sucedía en los otros mamíferos. Por lo tanto, las partes de los animales, según Cuvier, variaban en cuanto a su conexión, su composición y sus disposiciones relativas, las formas resultan de una alteración de sus funciones, y no de una unidad proveniente de la imaginación. Ante estas consideraciones Cuvier concluía lo siguiente: no hay lazos entre un *embranchement* y otro; que los *embranchements* difieren los unos de los otros por la ausencia de algunas de sus partes; en cada *embranchements* las clases cambian en cuanto a sus conexiones y la composición de sus órganos que tienen la misma naturaleza, e incluso en una misma clase, familia y género.

Ese mismo día, Geoffroy estuvo incapacitado para responder inmediatamente a los ataques de Cuvier, por lo que no le quedó otra opción más que leer la memoria que había preparado *Teoría de análogos, aplicado al conocimiento de la organización de los peces*, Geoffroy evitó la discusión de la anatomía de moluscos, ya que los estudios de las analogías no estaban lo suficientemente adelantadas para llevar a cabo una discusión detallada sobre ellos; sin embargo Geoffroy pensaba que la ausencia de algunos órganos en moluscos se debía a que ellos han estado estancados en una etapa temprana del desarrollo ontogénico del animal en general, por lo que un estudio en los peces, siendo rangos intermedios entre invertebrados y vertebrados, daría algunas respuestas al entendimiento de la unidad de composición. Geoffroy volvía a su viejo argumento de que el esqueleto de los peces es esencialmente semejante al esqueleto de mamíferos, sin embargo las estructuras discrepan porque se han acomodado a un ambiente marino. Cuvier durante el debate replicó que la representación de los peces, en Geoffroy, era más una justificación que una nueva ciencia, además

decía que, la supuesta recapitulación era un principio de degradación del ser, absolutamente contradictorio a la doctrina de Geoffroy de la unidad de composición.

El 29 de Marzo, se discutía acerca de la prioridad de quién sería el primero en hablar. Por un lado Geoffroy decía que estaba listo para responder a la postura de Cuvier, mientras tanto Cuvier sustentaba que como Geoffroy había sido el último en presentar su memoria, a él era a quien le correspondía la prioridad. Al final Geoffroy fue el primero en presentar su memoria, ahora titulada *Sobre los huesos hiodes* y comenzó con una breve consideración diciendo que el desacuerdo, entre él y su colega Cuvier, no se debía a una discrepancia entre los hechos, sino más bien se debía a una discordancia entre la apreciación científica de los hechos. “Es una cuestión filosófica la que nos divide” (Geoffroy, 1830, p. 166).

Geoffroy no podía contrarrestar ciertos argumentos de Cuvier acerca del hueso hiodes, aunque él dijo que no había razón para sorprenderse de que el número de las partes del hueso hiodes variaba considerablemente, mucho menos pensando en su ausencia en animales inferiores. Después propuso que Cuvier estaba sesgado por un método de comparación bastante viejo, que reside desde Aristóteles, que es el de causas finales, el cual manifestaba la creencia de que “tal es el órgano, tal será su función”; y que además él no había entendido la importancia de buscar en las similitudes de las partes, ya que Cuvier estaba cegado por las aparentes diferencias; de hecho Geoffroy comentaba que la teoría de análogos ofrecía una explicación científica de esas diferencias de estructura.

El debate tuvo que extenderse debido a que los dos contrincantes no tenían más memorias programadas; fue hasta el 5 de abril, cuando Cuvier continuó dando ejemplos en contra de la unidad de composición en el hiodes de los vertebrados. Él se enfocó en la hipótesis de Geoffroy de que el hiodes de los peces se componía de piezas diminutas, aparentemente, análogas formales al hiodes de los animales superiores, además tomó el caso de las variaciones del esternón en los diferentes animales. Cuvier examinó el esternón en mamíferos, aves y reptiles, y encontró cierta discrepancia en la conexión de sus partes, por

ejemplo, las serpientes tienen costillas y no presentan esternón, los anfibios poseen esternón pero no presentan costillas. Cuvier enfatizó que el único medio en el cual podemos entender la biología, es por medio de una explicación teleológica. “¿Qué necesidad tendría [la naturaleza] de constreñir o utilizar la misma estructura y emplearla de diversas maneras?” Cuvier reveló que si los peces poseen un hueso hiodes largo es porque lo requieren para llevar a cabo el desempeño de una respiración branquial eficiente, lo mismo pasaba con el esternón, la naturaleza no borra sus partes accesorias, el poder creativo de una estructura, es suficiente para explicar sus producciones funcionales y, por lo tanto, todas las ideas de Geoffroy caen en un concepto metafísico. De hecho Cuvier vinculó la teoría de análogos de Geoffroy con la doctrina alemana *Naturphilosophie*.

“Sé muy bien esto [...] que detrás de la teoría de análogos existe [...] otra teoría muy antigua y refutada desde hace bastante tiempo, la cual algunos alemanes han revivido para el beneficio de su sistema panteísta llamado naturaleza-filosófica, la cual postula que todas las especies fueron producidas por un sucesivo desarrollo de gérmenes que eran originalmente idénticos” (Cuvier citado en Appel, 1987, p. 154).

Ese mismo día, el debate se tornaba tenso debido a la preocupación de los miembros de la Academia por reconocer que la controversia no tenía solución. Estaba claro que Geoffroy y Cuvier diferían considerablemente en su forma de pensar, ambos planeaban sus memorias de acuerdo a sus investigaciones del pasado, y ninguno de ellos convencía a su oponente; por ejemplo Geoffroy manifestaba diversos ejemplos de sus famosas teratologías, los huesos del cráneo, y la relación de estructuras análogas formales entre vertebrados e insectos; mientras que Cuvier examinaba con lujo de detalle desde las características del reino animal hasta puntualizar en cada uno de los órganos de un animal para probar que la unidad de composición no existe. Además, debido a que la audiencia en la Academia se llenaba cada semana, el ruido que generaban los



Figura 3.7. “El gran filósofo cayó en profunda depresión”. Caricatura de Geoffroy y Cuvier, dibujada por J. J. Grandville. (Appel, 1987).

comentarios hacían que el debate pareciera más como un espectáculo teatral que como una seria discusión científica.

Sin embargo el punto culminante fue cuando Geoffroy se cansó sobre el asunto y escribió a la Academia que ya no iba a contestar a las memorias de Cuvier, porque el debate, en lugar de aclarar la discrepancia entre ambos argumentos, lo único que había propiciado fue la rivalidad de su amigo. Cuvier estuvo de acuerdo con el fin del debate y reconoció que la disputa había servido para mejorar sus argumentos. Las memorias del debate se publicaron en diversas revistas en la Academia, sin embargo el 15 de abril de 1830, Geoffroy compiló

todas las memorias (excepto la del 5 de abril) en un libro titulado *Principes de Philosophie Zoologique*. Esta obra tuvo una inmensa importancia, pues fue la principal difusora del debate en Francia y de todo el territorio europeo, además, el debate como tal, influyó en las consideraciones más fundamentales para el futuro de la biología. Por ejemplo, indica Appel (1987, p. 223) que en Inglaterra, aunque los *Principes de Philosophie Zoologique* no se tradujeron al inglés, el debate entre Geoffroy y Cuvier fue muy bien recibido. Los naturalistas ingleses trataron de integrar las homologías a la teología natural; de hecho ellos interpretaron el debate como un conflicto entre morfología vs. teleología. Sin embargo el debate atrajo la atención de algunos científicos ingleses, como William Whewell, Richard Owen y Charles Darwin; Owen, por ejemplo, intentó reconciliar la morfología de Geoffroy con la teleología de Cuvier. Incluso fue Owen el principal responsable de proporcionar los términos de *homología* y *analogía*, como un acuerdo para mediar la *analogía formal* de Geoffroy y la *analogía funcional* de Cuvier. Sería hasta Darwin, que los conceptos adquirirían un sentido evolutivo moderno.

Pero a final de cuentas ¿quién ganó el debate? Según Russell (1916, p. 74) Cuvier fue el vencedor porque “Geoffroy fue incapaz de sustentar su argumento de que todos los animales están contruidos bajo el mismo plan. Sus argumentos fallaron para convencer a sus contemporáneos, y Cuvier en particular los sometió a una crítica destructiva y terminante”. Por otro lado Appel (1987, p. 144) comenta que de cierta forma es verdad que Cuvier fue mejor en presentar sus argumentos de una manera lógica e inmediata, pero su doctrina anatómica no acabó con la doctrina de Geoffroy, de hecho “ni Cuvier, ni Geoffroy eligieron una posición sustentable de defensa en cuanto al principal asunto anatómico. Por un lado, la *unidad de composición* en el reino animal no podía ni definirse ni demostrarse. Pero por otro lado, el principio de *condiciones de existencia* fue enteramente inadecuado para proponer afinidades entre los animales”. Por lo tanto, Cuvier y Geoffroy tomaron posiciones tan extremas, que ninguna de sus argumentaciones se podía armonizar.

Ésta última consideración de Appel es muy importante para la interpretación de esta tesis, ya que he manejado el debate como una rivalidad

entre las concepciones de *analogía*, siendo esto una oposición entre nociones teóricas totalmente incompatibles, ya que cada uno de ellos daban explicaciones diferentes con respecto a la ontología de la forma animal; entonces mi interpretación del debate esta enfocada en un desacuerdo en la percepción del origen de las estructuras de los seres orgánicos, *analogía formal* contra *analogía funcional*.¹² Entonces, para Geoffroy la *analogía* quiere decir que todas estas estructuras tienen una misma genealogía formal, que se puede justificar por dos alternativas, ya sea que ésta surja a través de la mente de un creador o que sea parte de leyes universales; bajo esta perspectiva, Geoffroy de ninguna manera podía pensar en que las estructuras surgen por una necesidad funcional. Mientras que para Cuvier la *analogía* significa que las partes de los diferentes animales tienen un origen independiente (pese a que en apariencia sean sumamente semejantes), porque las estructuras, de acuerdo a las leyes biológicas, de otra manera no podrían existir; cada uno de los *embranchements* son soluciones existenciales de un universo de posibilidades funcionales, es por eso que incluso en un mismo *embranchement*, las partes que son semejantes, no tienen un linaje arquetípico, sino más bien una derivación funcional.

¹² Otra rivalidad de la que se ha tratado este debate es con respecto al evolucionismo vs. fijismo (por ejemplo véase Grimoult, 1997). Sin embargo Russell (1916, p. 66) apunta que para Geoffroy el concepto de evolución: “tuvo una influencia prácticamente nula en su morfología, y nunca interpretó la unidad de plan como resultado de una comunidad de descendencia”.

-CAPÍTULO 4-

Homologías y Analogías británicas:

¿Síntesis victoriana o adopción de una tendencia disimulada?

El punto primordial de este trabajo ha sido recalcar que el debate que se llevó a cabo durante el siglo XIX, en las ciencias de la vida, no se definió por la dicotomía entre creacionismo contra evolucionismo. Más bien la controversia se ha enfocado en la naturaleza ontológica de la configuración orgánica, ya sea que el origen sea preferentemente formal o funcional. Es necesario remarcar que una de las grandes ironías en la historia de la biología ha sido que muchos historiadores han enfocado a los morfólogos transcendentales como más emparejados con las ideas evolucionistas en vez de tener en cuenta las nociones funcionalistas como las de Cuvier y Paley, a quienes se les ha calificado con el término de fijistas. Pero Russell (1916, p. 213) señala un hecho notable, que la morfología adoptó un pequeño papel en la formación de la teoría de la evolución, o bien, que los formalistas no fundaron la teoría de la evolución. Y aunque muchos de estos estructuralistas predarwinianos concibieron un grado limitado de evolución, la primera teoría transformista como es la de Lamarck, tuvo una connotación meramente funcionalista, la adaptación es una muestra de que el ambiente crea una presión moldeadora en las estructuras de los organismos y, por lo tanto, se crea una fuerza primordial en el cambio evolutivo, ésta explica directamente las adaptaciones. Por eso es necesario reafirmar que la evolución no fue el marco de partida para entender la controversia entre la forma y la función, más bien la evolución se montó dentro de dicho debate. Y como indica Russell (1916, p. 78): “El problema tal como lo entendieron Geoffroy y Cuvier no era evolutivo. No obstante, para los evolucionistas el problema sigue siendo el mismo, y la teoría de la evolución es esencialmente un intento de resolverlo en una u otra dirección”.

En este capítulo veremos el debate entre formalismo y funcionalismo bajo la primera perspectiva evolutiva. Antes trataremos la posición de Richard Owen (1804-1892), el anatomista más importante de Inglaterra. La visión de Owen en la historia de la biología ha estado llena de mitos, por un lado se le ha atribuido como un creacionista malhumorado quien luchaba en contra de las teorías evolutivas, por otro lado, algunos historiadores modernos han postulado que Owen había unificado la morfología trascendental y la teleología a partir de las concepciones teóricas del debate entre Geoffroy y Cuvier. Incluso el mismo Owen había difundido que su programa de investigación había reconciliado ambas posturas. Sin embargo mostraremos que Owen pudo haber subordinado el principio teleológico por concebir un arquetipo invariable estructuralmente constreñido y, por lo tanto, Owen pudo ser tanto transformista como formalista. Después, analizaremos la perspectiva evolutiva de Darwin tomando en cuenta el debate de la forma y la función. Darwin también ha sido señalado como un pluralista que supo mezclar los aspectos teóricos de la morfología trascendental y la teleología para su teoría de la evolución (por ejemplo véase Appel, 1987). La unidad de tipo era caracterizada por Darwin como los caracteres derivados por ancestría común, y las condiciones de existencia como las adaptaciones surgidas por selección natural. Pese a esta consideración, se mostrará en este capítulo que Darwin estaba más apegado a las ideas teleológicas de Cuvier y la teología de Paley que a las ideas formalistas de Geoffroy.

Para poder entender este debate es necesario hacer una exploración de cada uno de estos personajes, entender el contexto histórico y social en el cual desarrollan sus ideas, así como analizar algunos de sus argumentos con sumo detalle. Para esto último, la estrategia que se ha ido usando a lo largo de esta tesis es enfocarse en los conceptos de homología y analogía. Veamos a continuación las teorías de Owen y Darwin, enfocándonos, principalmente, en cómo cada uno de ellos entiende la problemática de definir la morfología orgánica; así mismo cuáles son sus nociones de los términos de “homología” y “analogía”, y para finalizar, entraremos brevemente con el debate entre Owen y Darwin que surgió después de la publicación de *El Origen de las especies* de Darwin.

Richard Owen y el formalismo evolutivo

Richard Owen (Figura 4.1) nació el 20 de Julio de 1804 en Lancaster, una provincia localizada en el noroeste de Inglaterra. Procedente de una familia relativamente humilde, Owen tuvo la oportunidad de ir a la escuela gramatical en Lancaster, no obstante fue considerado por sus profesores como perezoso e insolente. Owen comenzó su carrera científica en 1820 como aprendiz de cirujano, cuatro años después, ingresó a la *Universidad de Edimburgo* para estudiar medicina. Owen abandonó la escuela en el segundo trimestre para entrar nuevamente como aprendiz de cirujano en el *Hospital Saint Bartholomew* en Londres. Una vez que obtuvo un título en 1826, Owen entró como miembro en el *Colegio Real de Cirujanos*, famosa institución médica londinense que jugó un papel muy importante en el desarrollo teórico de la ciencia principalmente en asignaturas como anatomía comparada, fisiología y paleontología. A la edad de 22 años, Owen laboró como curador asistente de William Clift en el *Museo Hunteriano*, especialmente participando en la preparación del catálogo de la colección anatómica que John Hunter había dejado al *Colegio Real de Cirujanos*, y fue hasta 1856 cuando Owen tomó la plaza como curador, siendo ese mismo año en que ocupó el puesto de supervisor del departamento de historia natural en el *Museo Británico*.¹ Es necesario señalar la importancia que tuvo el desempeño profesional que realizó Owen en el *Museo Hunteriano*, ya que es ahí donde desarrolló sus principales ideas científicas y filosóficas. Por tanto, es imprescindible entrar un poco en detalle sobre el origen del museo y los objetivos que se llevaron a cabo.

John Hunter (1728-1793) un prominente cirujano y aficionado a las curiosidades anatómicas, resguardaba una colección de cerca de 30, 000 especímenes los cuales incluían preparaciones anatómicas de huesos fósiles y animales preservados de todas las clases. Seis años después de su muerte, la colección se vendió al *Colegio Real de Cirujanos*, la cual se convirtió en una de las instituciones que abrigaba a uno de los museos más grandes de su época.

¹ Para un mayor detalle sobre el aspecto biográfico de Owen, véase Owen, 1894.



Figura 4.1. Richard Owen (1804-1892). (Rupke, 1994).

Una de las condiciones para la compra de dicha colección era que se llevara a cabo “un curso de conferencias de anatomía comparada, no menos de doce en cuanto a su número, en donde se ilustren las preparaciones [del museo], y deberá darse dos veces al año por algunos de los miembros de la Compañía de Cirujanos” (citado en Rupke, 1985, p. 239).

Durante el periodo de 1800-1813, mientras se construía el nuevo edificio del *Colegio Real de Cirujanos*, se dio solo un curso por William Blizard y otros dos por Everard Home. Pero después de 1813, los cirujanos del colegio realizaron dos cursos de lecturas cada año; en los que se destacan los de John Abernethy, Benjamin Brodie, Astley Cooper, Joseph Henry Green y William Lawrence. Durante esta época, estos cursos tenían como principal objetivo ilustrar las prácticas médicas, las cuales se llevaban a cabo en los hospitales londinenses, como consecuencia de ello, los miembros del colegio realizaban temas de su propia especialización, y no lo que Hunter había especificado (Rupke, 1985).

Por otro lado, William Clift era el conservador del *Museo Hunteriano*, y necesitaba ayuda para catalogar los especímenes. Esa ayuda sería proporcionada por Richard Owen quien se convirtió en su asistente desde 1827 hasta 1842, para posteriormente ser el conservador del Museo en 1856. De hecho Owen fue catalogado como el único profesor del Museo, dando un curso de veinticuatro lecturas de fisiología y anatomía comparada utilizando el material del museo. Desde entonces el *Museo Hunteriano* se estableció como uno de los centros más importantes de ciencia en toda Europa, siendo auxiliar de la práctica médica.²

La profesión científica de Owen se desarrolló básicamente como profesor Hunteriano. El tema de sus conferencias se establecía principalmente en las consecuencias teóricas del catálogo del museo (véase Rupke, 1985). Por ejemplo, las lecturas de 1837 a 1842 formaron el primer orden que se dividía de acuerdo a una nomenclatura fisiológica, la cual se basaba en la comparación de órganos y sistemas. Ante esto, en 1843, Owen utilizaba otro criterio, este consistía en dividir el material con respecto a las diferentes clases de animales en una escala ascendente. Por otro lado, el fruto de las lecturas Hunterianas de Owen (que

² Para un revisión minuciosa acerca del Museo Hunteriano véase Sloan, en Owen, 1992.

surgen a partir de sus propias investigaciones anatómicas) formaron parte de su obra mejor conocida *On the Archetype and Homologues of the vertebrate skeleton* (1848).³ En esta obra Owen muestra la importancia de las homologías en la anatomía comparada, hecho que ayudaba a estandarizar todas las estructuras anatómicas en un lenguaje universal. Owen anunciaba que sus investigaciones anatómicas habían sintetizado las cuestiones formalistas y funcionalistas, para lo cual había empleado dos términos básicos, los cuales perduran hasta nuestros días, la homología y la analogía.

Otro aspecto importante es el medio político social e ideológico en el cual Owen desarrolla sus nociones teóricas, pues él se desprendía del funcionalismo dominante que existía en la comunidad científica de la época. Este funcionalismo británico consistía principalmente en una mezcla entre la tradición cuveriana y la teología natural de William Paley. El funcionalismo cuveriano fue muy bien acogido por la mayor parte de los naturalistas ingleses, ya que esta ideología encajaba perfectamente con la teología natural de Paley.⁴ La idea de Cuvier involucraba el establecimiento de causas finales o propósitos naturales; estas causas, según la relación, eran dadas por Dios. Esta dependencia mostraba una comunidad científica anglicana impregnada por el funcionalismo, incluso muchos de los programas de investigación tenían esa evocación, por ejemplo, en la *Universidad de Oxford* y de *Cambridge* (Oxbridge) educaban a sus egresados a través de la obra de Paley. William Buckland, profesor de mineralogía y geología en Oxford, estuvo encantado con el funcionalismo de Cuvier, y se encargó de difundirlo a través de sus escritos paleontológicos. Adam Sedgwick (1785-1873) titular de la cátedra de geología en Cambridge y William Whewell (1794-1866), profesor de mineralogía de la misma universidad, mantuvieron la misma perspectiva. En cuanto al *Museo Hunteriano*, la colección tuvo la misma convicción. El material de John Hunter estaba arreglado de acuerdo al aspecto funcional según las exigencias de clasificación cuveriana. De hecho el propio Owen trabajó bajo este

³ Me referiré más adelante a este libro como *On the Archetype*.

⁴ En su tratado *Natural Theology* (1802), Paley argumentaba que las adaptaciones en los seres vivos evidenciaban la existencia de un diseñador, éste era Dios, autor supremo que se dedicaba a crear las estructuras de los organismos de acuerdo a su función correspondiente (para una discusión del funcionalismo de Paley véase Gould, 2004, p. 289-298)

sistema en sus primeras publicaciones, por ejemplo, reconstruyó toda la morfología de la moa⁵ a partir de unos cuantos huesos, esto significa que el principio del cual partió Owen fue el de la correlación de las partes de Cuvier. Owen era conocido entre sus colegas de Oxbridge como el “Cuvier Británico”, pero este seudónimo escapa mucho de lo que fue la realidad, puesto que Owen estaba más apegado a las ideas transcendentales como la *Naturphilosophie* de Alemania (véase capítulo 2), y la *Anatomía Filosófica* en Francia (véase capítulo 3). En cualquier caso, si había un mundo inglés cargado de ideas funcionalistas ¿de dónde adquirió Owen su influencia formalista?

Owen estudió un breve periodo en la *Universidad Edimburgo*, muchos de los médicos de esa escuela hacían estancias en París, se sabe que algunos de ellos estuvieron informados acerca de las ideas de Lamarck y de Geoffroy; Owen pudo haber conocido el trascendentalismo francés en esta universidad. Además Owen viajó a París en 1830; para ese entonces él estuvo conciente de las implicaciones de la anatomía filosófica de Geoffroy. En cuanto al trascendentalismo alemán, Sloan indica que Owen obtuvo su primer contacto a través de Joseph Henry Green, un médico del *Colegio de Cirujanos* que introdujo algunos aspectos de la filosofía anatómica alemana en Inglaterra (Véase Sloan en Owen, 1992, pp. 15-38).

Desde 1820 Owen fue consciente poco a poco de las implicaciones teóricas de la *Naturphilosophie*. Realmente este acercamiento también fue directo, pues Owen conoció a Oken en un congreso alemán en 1838. Encantado con la filosofía de Oken, en 1847, Owen tradujo su *Manual de enseñanza de la Naturphilosophie* al inglés, pero además escribió sobre Oken en la octava edición de la *Enciclopedia Británica*, escrito que publicó después en 1860 como *Life of Lorenz Oken*. Rupke (1994, p. 192) menciona que trabajos anteriores han representado a Oken como el principal influyente de Owen de la *Naturphilosophie*. Tal vez esta consideración, Rupke señala, está basada en las referencias exaltadas que hace Owen a su colega alemán. Pero, una comparación de los trabajos de ambos naturalistas muestra que el impacto de Oken hacia Owen era mínimo. La única relación es que

⁵ La moa es un ave extinta no voladora de gran tamaño.

ambos comparten básicamente el mismo compromiso trascendental (la búsqueda de homologías a través de planes fundamentales). Y pese a que Owen alabó particularmente su trabajo *Sobre el significado de los huesos del cráneo*, él rechazó la versión de la teoría del cráneo de Oken, adoptando una que tiene mayor parecido a las que desarrollaron Goethe y Carus. Hablando de este último, hay que recalcar que Owen también conoció a Carus en 1844. En cualquier caso, Owen adquirió la morfología trascendental alemana y la usó para articular su programa de investigación. Este programa consistía en vincular dos aspectos antagónicos que habían resultado del debate entre Geoffroy y Cuvier (véase capítulo anterior). En 1837, Owen le comentó a Whewell, que él estaba intentando combinar el enfoque formalista de Geoffroy con la perspectiva funcionalista de Cuvier. En las notas de sus lecturas de 1841, Owen escribe que “un órgano nunca será perfectamente conocido sino hasta que la teleología y las relaciones morfológicas sean totalmente conocidas” (Owen citado en Rupke, 1994, p. 161). Más adelante, en 1846, Owen creía haber reconciliado el antagonismo de estas dos posturas bajo una sola estructura teórica. Owen escribió a Benjamin Silliman:

“Podrías recordar la condición en la cual fue dado, este régimen filosófico de anatomía, por el gran Cuvier y Geoffroy, y las discusiones que infelizmente tuvieron que dar esos estimables hombres en el último periodo de sus vidas. El resultado fue la formación de dos escuelas o divisiones del mundo anatómico francés [...] Las principales y más afectivas labores y reflexiones que se dieron algunos años atrás, han sido proporcionadas por mí, en cuanto a la adquisición de esa verdad que yacía en la profundidad del abismo, dentro de la cual, la anatomía filosófica se encontraba perdida después del evento ocurrido en la gran lumbrera del *Jardin des Plantes*” (Owen citado en Rupke, 1994, pp. 161-162).

El origen de la síntesis de Owen data de 1830, cuando el mismísimo Cuvier visitó Inglaterra como consecuencia de la Revolución Francesa. Uno de los objetivos que tenía Cuvier en mente fue inspeccionar la colección del *Museo*

Hunteriano en compañía de cinco profesores de la *Universidad de Edimburgo*. En ese tiempo, Owen era el asistente del conservador de la colección *Hunteriana*, sin embargo, él contaba con una habilidad que lo distinguía de los demás miembros del museo. Owen hablaba muy bien el francés, por lo cual fue asignado como el guía personal de Cuvier para la visita de tal institución. Owen, al haber tenido un contacto agradable con el naturalista francés, recibió la invitación de Cuvier para realizar una breve estancia en París. Pese a que su visita fue en su mayoría de carácter puramente social, Owen trajo consigo la polémica suscitada en aquel año entre Geoffroy y Cuvier. En particular, él citó cinco puntos referentes al debate: 1) “en cuanto a la condición que gobierna el desarrollo orgánico, ¿Unidad de Plan o Propósito Final?” 2) “la continuidad de las especies, ¿sin interrupción o por intervalos?” 3) “la extinción, ¿cataclismos o regulación?” 4) “el desarrollo, ¿por epigénesis o evolución [preformismo]?” 5) “vida antigua, ¿por milagros o por leyes secundarias?” Y una vez que regresó a Inglaterra “con la esperanza o el esfuerzo en el beneficio de la tarea inductiva, todo mi trabajo fue guiado para responder a estos grandes enigmas” (Owen citado en Appel, 1987, p. 226). Tiempo después, Owen presentó su programa de investigación como una síntesis entre la morfología y la teleología. Pero para poder llegar a ese acuerdo, Owen tuvo que diferenciar entre las relaciones estructurales de las funcionales, por eso propuso los términos de homología y analogía; el primero refiriéndose a los aspectos estructurales, y el segundo para los funcionales.

Algunos historiadores han seguido este breve relato dando diferentes opiniones acerca de la pretendida unificación de Owen, por ejemplo, Ruse (1979, p. 116) concuerda en que “Owen presentó una síntesis de las ideas de estos dos grandes biólogos franceses, George Cuvier y Étienne Geoffroy de Saint-Hilaire”. Ospovat (1981, p. 129) y Sloan (en Owen, 1992, p. 37-51) mencionan que Owen no siguió ninguna tendencia en especial, sino tomó una línea emparejada entre ambas doctrinas. MacLeod (1965, pp. 264-266), por otro lado, afirma que “los conceptos científicos y filosóficos de Owen fueron íntimamente asociados con la *Naturphilosophie* de Goethe y Oken, con la anatomía filosófica de [...] Geoffroy [...] y con la tipología teleológica de Cuvier. El trabajo de Owen probó una mezcla



Figura 4.2. Propaganda que muestra la síntesis entre la teleología y la anatomía trascendental, izquierda, Cuvier representando el funcionalismo, derecha, Oken representando el formalismo, en medio, Richard Owen representando la síntesis. (Rupke, 1994).

selecta de las ideas más adecuadas de estas tres, una combinación que pretende cierta reconciliación entre todas ellas”.

Pese a estas consideraciones unificadoras, otros historiadores han relatado una historia muy diferente. Ya lo decía el enemigo de Owen, Thomas Henry Huxley: “No era raro oír referirse a nuestro compatriota como el Cuvier británico [...] Pero cuando se consideraba la contribución de Owen a la anatomía filosófica, pienso que el epíteto deja de ser apropiado, porque es incuestionable la profunda influencia e inclinación de las especulaciones de Oken y Geoffroy [...] de las que Cuvier fue antagonista declarado y a menudo el crítico más acerbo” (Huxley, citado en Gould, 2004, p. 342). Rupke (1994, p. 163) comenta que en realidad la

propaganda de Owen no mostró ningún tipo de síntesis, ya que su programa tenía bases meramente formalistas a la vez que subordinaba todo el aspecto funcional, aunque dice que posiblemente Owen hacía hincapié en la función para salvar el argumento ortodoxo del diseño. Por ejemplo, Desmond (1989, pp. 361-362) señala que dicha propaganda unificadora pudo haberse dado ya que Owen recibía pensiones e impresiones directamente de los *Peelites* (tories) de Oxbridge; sin embargo algunas eminencias médicas llamaban a Owen como sucesor de Geoffroy, y no como sucesor Cuvier; además el mismo Owen en los años de 1840s se refería a Geoffroy como “un genio”, y sus teorías como “increíbles y maravillosas”. Ante esto Gould (2004, p. 352) menciona que: “Así, por mucho que Owen hable continuamente de morfología y teleología, no debemos verlo como un pluralista sensiblero que aboga por la igualdad de ambos polos. En vez de eso, subordina claramente la adaptación al arquetipo en la línea clásica del pensamiento formalista”.

Volviendo al compromiso unificador de Owen, entremos a la principal discusión de este trabajo. Ospovat (1981, p. 130) señala que la publicación de Owen acerca de la definición de homología y analogía, corresponde a su distinción entre la teleología y la morfología. Incluso Owen creía haber reconciliado dos conceptos totalmente antagónicos que surgieron durante el debate entre Geoffroy y Cuvier. Por un lado el de Geoffroy, quien concebía una *analogía formal* (correspondencia de las partes de los diferentes animales que anteceden a una forma arquetípica común), y por otro el de Cuvier, quien ideaba una *analogía funcional* (equivalencia estructural de los diferentes animales por un origen funcional común) (véase capítulo anterior). Owen, tomando el compromiso de ambos bandos, relacionó ambos conceptos y se dedicó a diferenciarlos. En primer lugar, Owen sabía de la importancia que había al reconocer las “analogías” de Geoffroy, de hecho toma el significado de Geoffroy y lo sustituye por el término de “homología” para hacer hincapié en las similitudes morfológicas (Appel, 1987, p 225). Pero además, Owen estaba consciente de lo elemental que es atender al aspecto funcional como dicta la doctrina cuveriana, por ese motivo él acuñó el término de “analogía” para distinguir las similitudes meramente funcionales de las

estructurales. Y como dicta Appel (1987, p. 227) “Por lo tanto, las analogías eran la evidencia de convergencias de funciones debidas a la adaptación a un ambiente similar, no de igualdades esenciales”.

La primera aparición de los términos fue en la publicación de sus *Lectures on the comparative anatomy and physiology of the invertebrate animals*,⁶ de 1843, la cual se llevó a cabo en el *Colegio Real de Cirujanos*. En el glosario, Owen define cada uno de estos términos:

“Homologues: El mismo órgano en diferentes animales bajo cada variedad de forma y función” (Owen, 1843, p. 379).

Analogues: Una parte u órgano en un animal que tiene la misma función como otra parte u órgano en diferentes animales” (Owen, 1843, p. 374).

Al parecer Owen tuvo cierta preferencia por el concepto de “homología” pues este término, tal como lo definió, también implicaba una “variedad de función”, mientras que su mención de analogía escapa a la visión estructural como lo fue para Cuvier. Con base en esto cabría preguntarnos ¿qué límites puede abarcar la analogía de Owen tomando en cuenta la analogía cuveriana? ¿Realmente Owen propuso una síntesis entre la analogía de Geoffroy y la de Cuvier? Para poder responder a estas preguntas es necesario entrar en detalle en los argumentos y conceptos esenciales en el programa de investigación de Owen. Por ello, en primer lugar, se discutirá el significado del arquetipo vertebrado de Owen, y consecuentemente entraremos en detalle con las definiciones de homología y analogía y sus implicaciones teóricas, para así poder comprobar la verdadera postura de Owen con respecto a la forma y la función.

⁶ En citas posteriores me referiré a esta publicación como *Lectures*.

El Arquetipo vertebrado

El programa de investigación que llevó a cabo Owen consistía principalmente en obtener las relaciones anatómicas entre todos los animales vertebrados. Owen pretendía fundar una teoría sintética que pudiera explicar la forma y la función de una manera no contradictoria, de tal manera que los anatomistas lograran establecer las afinidades morfológicas y sus relaciones funcionales en todos los vertebrados. Para ello, Owen necesitó de la construcción de un arquetipo, es decir, de un plan fundamental en el cual estuvieran basados todas las estructuras morfológicas de los vertebrados en su forma más simple, para que a partir de éste, se pudieran desarrollar sus posibles modificaciones adaptativas (véase Figura 4.3). Owen, en una carta dirigida a su hermana María, define su arquetipo de la siguiente manera:

“Representa el arquetipo o patrón primordial (lo que Platón habría llamado ‘idea divina’ sobre la que se ha construido el armazón óseo de todos los animales vertebrados, es decir, los que tienen huesos). El lema es ‘lo uno en lo múltiple’ expresivo de la unidad de plan discernible en todas las modificaciones del patrón, por las cuales se adapta a los muchos hábitos y modos de vida de peces, reptiles, aves, bestias y seres humanos” (Owen citado en Gould, 2004, p. 345).

A pesar de que el arquetipo de Owen se puede asociar como una idea meramente trascendental, Owen intentó representarlo también como “la base donde se apoyan todas las modificaciones de una parte para el ejercicio de las funciones y acciones específicas de los animales que la poseen” (Owen, 1849, pp. 2-3). Con base en ello, Owen creyó haber incluido el aspecto teleológico pero solamente al decir que los mismos huesos (tomando como referencia el arquetipo) en diferentes animales pueden modificarse de acuerdo a una misma función, y no porque su grado de similitud sea debido a que las funciones son parecidas (véase más adelante). Por otro lado, Owen promocionó el arquetipo como una idea Divina,

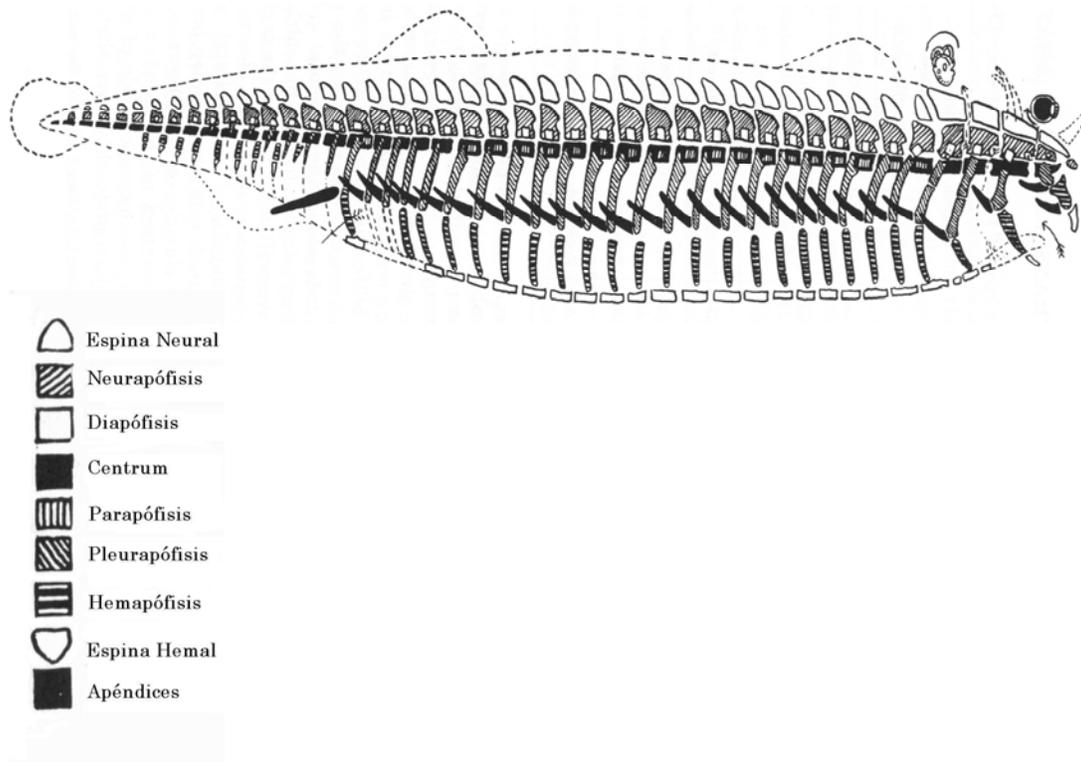


Figura. 4.3. El arquetipo vertebrado, según Richard Owen (Russell, 1916).

en el sentido de un diseño preexistente en la mente de Dios. El creador de la naturaleza habría pensado en una estructura primitiva, una que sirviera como almacén primordial para que, consecutivamente, se pudieran desarrollar cada una de las estructuras de los animales de acuerdo a un propósito natural. Bien señala Ospovat (1978, p. 48) cuando dice que “Owen [...] pensó haber llevado a cabo un valioso servicio no sólo a la ciencia, sino a la teología. Creyó que su trabajo científico refutaba el ateísmo [...] Su descubrimiento del arquetipo [...] es una prueba de que las ideas existen antes de las cosas”. Por ejemplo, el discurso de Owen testificaba que Dios, a través del arquetipo, también habría planeado con anticipación el esquema anatómico humano.

“El reconocimiento del ejemplar ideal de los animales vertebrados prueba que el conocimiento de un ser tal como el Humano debe haber existido antes de su aparición. Ya que el pensamiento Divino, quien planeó el

Arquetipo, también sabía previamente acerca de todas sus modificaciones” (Owen, 1849, pp. 85-86).

Ciertamente Owen sabía que el arquetipo era algo más que un concepto abstracto, éste se podía trazar bajo diferentes perspectivas. En primer lugar, en los grupos de animales actuales se puede observar que existe una graduación de complejidad. Un pez, por ejemplo, es la forma más apegada al arquetipo, mientras que el ser humano es quien se aparta más de éste. En segundo lugar, Owen, a diferencia de Geoffroy, estaba inmiscuido en la disciplina paleontológica. Él reconoció que en los estratos más antiguos se encuentran las formas más primitivas mientras que, consecutivamente, en los estratos superiores encontramos las formas más avanzadas. Entonces los animales más primitivos serían los menos modificados o quienes tendrían un mayor parecido al arquetipo. En tercer lugar, pese a que Owen dejó la creencia de la teoría de la recapitulación (véase Richards, 1990), él tomó el principio de von Baer únicamente para defender el postulado de que el arquetipo podía revelarse de acuerdo a un estado temprano del desarrollo embrionario. Con base en estas consideraciones, Owen pensaba que la construcción del arquetipo iba más allá de meras especulaciones metafísicas, más bien cumplía los requisitos de una buena investigación científica.

“No es un mero sueño trascendental, sino un conocimiento verdadero y fruto legítimo de la investigación inductiva, esa clara perspectiva dentro de la naturaleza esencial del órgano, el cual se adquiere paso a paso de la bifurcación del radio pectoral del *lepidosiren*, [...] y de ahí hasta adicionar poco a poco algunas estructuras y algunas perfecciones en los reptiles y mamíferos superiores” (Owen, 1849, p. 70).

Owen necesitaba de algún recurso explicativo para entender estas modificaciones posteriores de las estructuras arquetípicas vertebrales. Indudablemente, Owen pensaba que estas causas de modificación fueron designadas por la mente Divina, pero aún así éstas debían entenderse mediante

un proceso físico. A estas causas que modificaban el arquetipo para obtener los diferentes tipos de organismos Owen les llamaba “causas secundarias”. Dichas causas resultarían concebibles a partir de diferentes evidencias como el desarrollo del ser y el registro paleontológico, y aunque él no tenía poder explicativo para justificarlas, la evidencia de su preocupación por la causas que modificaban a los seres sugiere una noción evolucionista.⁷

“A qué leyes naturales o causas secundarias podría haberse destinado la ordenada sucesión y progresión de tales fenómenos orgánicos, esto es algo que ahora ignoramos [...] Hemos aprendido en la historia pasada de nuestro globo que ella [la naturaleza] ha avanzado con paso lento y majestuoso, guiado por la luz arquetípica, en medio de la destrucción de mundos, desde la primera personificación de la idea del Vetebrado bajo su vieja vestidura Íctica, hasta engalanarse con la gloriosa vestimenta de la forma Humana” (Owen, 1849, p. 86).

Para entender el cómo marchan éstas causas o leyes de modificación, Owen había tomado el principio de divergencia de von Baer, el cual postula que, tomando como referencia el desarrollo embriológico, todos los animales parten de un estado fetal primordial y, a partir de este estado, cada uno se desenvuelve independientemente hacia una fase adulta bien diferenciada por ramificación. Al parecer Owen adquiere este principio a través de Green y lo aplica directamente al registro fósil para explicar el origen de una serie de linajes de manera progresiva en vista del antecedente arquetípico. De esta manera, Owen explica el desarrollo sucesivo de la vida, sin invocar alguna noción de transformismo lineal como postulaba Lamarck (véase Desmond, 1989, p. 369-372).

Sin embargo Owen reconoce dos tipos de fuerzas antagónicas que actúan en la formación de la estructura animal, una es *la fuerza polarizante general* y otra que es contradictoria a ésta, *el principio organizador específico*. *La fuerza*

⁷ Algunos historiadores han estudiado el evolucionismo de Richard Owen antes de la publicación del *Origen* de Darwin (Véase Richards, 1987; MacLeod, 1965, Camardi, 2001).

polarizante general es aquella que actúa durante la formación de los cuerpos para mantener la unidad de organización y la igualdad de las formas. Esta fuerza también produce una *ley de repetición irrelativa o vegetativa* la cual se encarga de multiplicar algunas partes del cuerpo a partir de lo mismo. Por ejemplo, el arquetipo vertebrado está elaborado de una serie de segmentos que forman la columna vertebral, cada uno de estos segmentos es una unidad, la vértebra; por lo que podemos concluir que el arquetipo se puede reducir a una sola vértebra. Por otro lado, *el principio organizador específico o fuerza adaptativa* es aquella que produce la diversidad de las formas a partir de materiales limitados de construcción. Una vértebra, cualquiera que sea, puede presentar diversas alteraciones para un propósito en particular, ya sea convirtiendo sus partes en órganos locomotores, o que toda la vértebra completa se agrande para formar algunas estructuras craneales, esto es posible, siempre y cuando, se cuenten con las mismas partes, y no se desplieguen materiales adicionales. En conclusión, ambas fuerzas trabajan conjuntamente para formar toda la diversidad de vertebrados, desde su aparición en el planeta hasta los tiempos modernos. La *fuerza polarizante general* actúa como constricción oponiéndose a la *fuerza adaptativa* la cual causa esta variación. Por ejemplo, Owen comenta que la existencia del ser humano se debe a que el *principio de organización específico* desempeñó su máximo poder sobre la tendencia arquetípica (Owen, 1848, p. 171-172). Como podemos constatar, estas dos fuerzas, la polarizante general y la adaptativa, recuerdan mucho a las fuerzas de equilibrio, de atracción y repulsión, postuladas por Schelling, así como también a las fuerzas de formación establecidas por Goethe, una intrínsecas (aquella que actuaba en el patrón general) y otra extrínseca (aquella que adaptaba a los organismos a un ambiente en particular) (véase capítulo 2).

¿Cuáles son los orígenes del arquetipo vertebrado de Owen? En sus primeras publicaciones (por ejemplo en sus *Lectures* de 1846) Owen utilizaba los términos “el tipo general” y “el tipo fundamental”. La noción del arquetipo apareció primero en una serie de publicaciones que empezaron con dos reportes que se llevaron a cabo los días 12 y 17 en el mes de Septiembre de 1846 en la

Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia. El primero titulado *On the Homologues of the Bones Collectively Called "Temporal" in Human Anatomy*, y el segundo *On the Vertebrate Structure of the Skull*. Sin embargo el término apareció por primera vez en una versión publicada en dos partes de un informe de la *Asociación Británica*, titulada como *On the Archetype and Homologues of the Vertebrate Skeleton* (1847). Sin embargo este reporte aún no contenía ninguna imagen del arquetipo vertebrado. La figura apareció por primera vez en 1848, en su tratado *On the Archetype*, este se basó en el informe de 1847, pero a diferencia del anterior, el libro contenía láminas anexas y treinta páginas de texto adicional. La interpretación filosófica del arquetipo como una idea platónica fue propuesta por Owen en su *Royal Institution Lecture* de 1849, publicada en *On the Nature of Limbs* (Rupke, 1993, p. 233-234); aunque desde entonces muchos historiadores han discutido sobre la presencia de una idea platónica en el arquetipo vertebrado de Owen (véase por ejemplo, Rupke, 1993, pp. 242-250; Asma 1996, pp. 108-112; Camardi, 2001).

En el libro de 1848, Owen no menciona ningún origen de la noción del arquetipo, en cambio dice que él trabajó en su conceptualización mediante una investigación estrictamente inductiva al seguir el método baconiano. Esto no quiere decir que Owen les quitó el crédito a sus predecesores transcendentales. Por el contrario, él buscó extensivamente en las publicaciones de sus precursores, en particular en las ideas morfológicas de Oken y Geoffroy. Pese a esto, el arquetipo vertebrado no aparece en los trabajos de Oken, más bien el arquetipo de Owen es muy semejante a los propuestos por Goethe y Carus. Rupke (1993, p. 241) ha mostrado una evidente similitud entre el arquetipo ilustrado por Carus con el de Owen, sin embargo Owen no hizo ninguna mención de él, sino hasta la edición francesa de *On the Archetype*, aunque solamente indicó que él había partido del trabajo de Carus para mejorarlo; como fuera, Owen mantuvo en silencio esa correspondencia (compárese la Figura 2.2 con la Figura 4.4). Con respecto a Goethe, Owen comparó su propio arquetipo vertebrado con el *Urpflanze* (planta originaria) de Goethe, pero eso fue hasta su tercer volumen de *Anatomy of Vertebrates* de 1868. Sin embargo, Rupke (1993, p. 242) menciona

que para ese tiempo la comparación fue simplemente un interés meramente histórico. En particular muchos historiadores solamente han señalado la parte botánica de Goethe, pero recuérdese que él también utilizó un modelo ideal del conjunto de todos los animales (*Urtier*) (véase capítulo 2).

Por otro lado Sloan (2003) ha señalado que aunque el arquetipo de Owen refleja afinidades con las investigaciones de los *Naturphilosophie*, no es necesario reducirlo únicamente a un origen alemán. El punto crucial es entender el por qué Owen atacó el exceso de la anatomía trascendental. Sloan aconseja poner más atención en los aspectos inductivos y empíricos de la ciencia de su tiempo, como por ejemplo, en el aforismo de Whewell en su ensayo *On the Fundamental Antithesis of philosophy*, en donde argumentaba que las Ideas y las Concepciones no pueden emplearse excepto en sus relaciones con la experiencia empírica. El arquetipo también es el resultado de una ardua labor inductiva por generalización de las investigaciones anatómicas, suma de los resultados de los estudios comparativos de un gran rango de esqueletos vertebrados, es una imagen genuina con un recurso interno fundamentado en la idea divina. La posición de Whewell requería una idealización que reflejara de manera objetiva la noción de una ley que estuviera unida con el trabajo empírico. Esto explica por qué Owen podía hablar del arquetipo como una forma ideal o trascendental, y también como una ley que actuaba en los seres vivos.

La homología de Owen

En 1837, en el discurso del 4 de Mayo de las famosas lecturas que se llevaban a cabo en el *Museo Hunteriano*, cuyo tema se refería a la *Historia de la anatomía y fisiología comparada*, Owen decía que el arreglo de la *Colección Hunteriana* había tenido un carácter meramente fisiológico, cita al gran Aristóteles y discute sus perspectivas en cuanto al criterio de comparar. No obstante Owen comenta que (cursivas mías):

“Los órganos pueden arreglarse de acuerdo a sus *analogías*: por ejemplo, cuando comparamos la garra de un león con la pezuña del caballo o la pluma de un ave con la escama de un pez, o como Aristóteles comparó, en otra parte de su obra, el ala de un ave con la extremidad anterior de un cuadrúpedo” (Owen, 1992, p. 110).⁸

Ésta es la primera referencia publicada del concepto de homología de Owen, y aunque él lo cita como *analogía*, hay que aclarar que en este tiempo Owen aún no incluía la diferencia terminológica entre homología y analogía, más bien utiliza el término como sinónimo de *homología*, por ejemplo cuando dice: “Ahora la comparación de los órganos, con referencia a sus *analogías* u *homologías*, ha sido uno de los objetivos de los anatomistas comparativos” (Owen, 1992, p. 110). También es necesario destacar que Owen reconoce perfectamente el significado que tiene su “analogía” como preferencia estructural en vez de funcional. Pues él ha hecho hincapié en reemplazar la clasificación de la *Colección Hunteriana* de un contexto funcional a uno estructural, ya que el reconocimiento de las homologías podría dar un mejor resultado.

En las lecturas del 9 de mayo de 1837, Owen mencionaba que el objetivo primordial de Cuvier fue únicamente “determinar las leyes que gobiernan las leyes de coexistencia y las condiciones de los diferentes órganos del cuerpo animal” pero cuando Cuvier se enfrentaba a comparar y determinar las estructuras óseas de los diferentes animales, él mostró desinterés puesto que su método simplemente no lo requirió. Desde entonces, Owen comenta, los anatomistas modernos se han empezado a dedicar exclusivamente a la determinación de las homologías o a encontrar afinidades comunes entre todos los grupos, para así poder tener un mejor método de clasificación. Y pese a que muchos anatomistas ya habían trabajado sobre este tema, ellos podían haberse desviado por un método inadecuado de investigación científica:

⁸ La interpretación de Owen de la cita de Aristóteles, es la que se cita en el capítulo uno, véase p. 11.

“Ahora la investigación de las homologías, o la importancia de las diferentes partes de la estructura animal, está repleta de resultados extraordinarios; [siempre y] cuando se busque un acuerdo con estas reglas de investigación, [...] Pero la notable negligencia del método inductivo manifiesta que, algunos de los tratados más laboriosos, [...] constituyan quizás los incidentes más desastrosos que se hayan destacado en la historia de la ciencia moderna” (Owen, 1992, p. 190).

Por ejemplo, un investigador pudo haber comenzado con un dogma metafísico para intuir que la cabeza es una representación del cuerpo entero “el cráneo es la cabeza de la cabeza, la nariz es el tórax de la cabeza, las mandíbulas representa las extremidades, los dientes la nariz, etcétera” (Owen, 1992, p. 190). Un segundo investigador, puede ver que el esqueleto está constituido de cinco vértebras, y que cada una de estas vértebras se compone de nueve elementos. Un tercero, va más allá y limita el significado empleando toda la construcción de la estructura de un animal a las modificaciones de un solo elemento “ve una vértebra no solo en cada hueso del cuerpo vertebrado, sino en cada anillo del gusano, y en cada articulación de la langosta” (Owen, 1992, p. 191).⁹

Owen se pregunta si toda la organización podría reducirse a una forma primitiva o plan fundamental, así como un geómetra que ve todas las figuras como derivaciones de una simple línea matemática. Owen concluye que existió un abuso de la doctrina de las homologías que quizás fue la causa que perturbó al pobre de Cuvier, causándole una subestimación del valor que ésta tiene. Por último Owen concluye que las leyes generales de la organización animal no se pueden desarrollar a partir del animal adulto, y que una revisión en la ontogenia del animal, podía traer pistas para su revelación. Pese a esto, se sabe que Owen hasta cierto punto adoptó la teoría de la recapitulación, sin embargo después la abandonó (véase Richards, 1990).

⁹ En lo personal siento que Owen se refería a Oken como el primer investigador, Carus tal vez sea el segundo y Geoffroy indudablemente es el tercero.

Hasta aquí se han visto las primeras consideraciones de Owen referentes a su concepto de homología. No fue sino hasta 1843 en sus *Lectures*, cuando Owen separa el término de analogía del concepto de homología, refiriéndose a este último como “el mismo órgano en diferentes animales bajo cada variedad de forma y función” (Owen, 1843, p. 379). Pero indica Panchen (1994, p. 40) que Owen no reconoció a la homología y a la analogía como si fueran nuevos conceptos, ni siquiera al acuñarles una nueva definición, estos términos simplemente tenían un uso muy cotidiano durante la época. De hecho, Owen no fue el primer naturalista inglés en acuñar la distinción, le precedieron algunos más. William Sharp MacLeay (1792-1865), un taxónomo que formaba parte de un grupo de naturalistas conocidos como los “quinarios”, había definido dos términos equivalentes a los denominados por Owen, la *afinidad* y la *analogía*. MacLeay utilizaba un sistema de clasificación muy particular, este consistía en un sistema quinario o circular. Los quinaros distinguían cinco grupos de animales: *Vertebrata*, *Annulosa* (insectos), *Molusca*, *Radiata*, y *Acrita* (pólipos y gusanos). Además cada uno de estos grupos radicaba en cinco clases (de ahí en nombre de los quinaros). MacLeay representaba en un diagrama cada uno de los grupos en esferas que se distribuían de manera circular, y así mismo cada una de estas esferas tenía sus clases divididas en cinco posiciones diferentes. Entonces *las afinidades*, son los cambios graduales que hay entre una esfera y otra, la cual muestra un gran número de semejanzas anatómicas entre un grupo y otro, así mismo, mostraban similitudes anatómicas en dos esferas totalmente diferentes, estas eran las *analogías* (véase Rehbock, 1983, p. 26-27).

Owen publicó numerosos escritos en donde manejaba los términos de homología y analogía; aunque sobre este punto es necesario remarcar que Owen siempre puso mayor atención a la homología, de hecho muchos de sus trabajos fueron titulados bajo esa rúbrica. Su trabajo más difundido fue su monumental *On the Archetype and Homologues of the Vertebrate Skeleton* (1848). En este libro, Owen muestra una revisión más detallada y profesional del concepto de homología. Owen comienza el escrito comentando que las estructuras de los organismos habían sido observadas y descritas por diversos naturalistas bajo nombres o

frases sugeridas tomando en cuenta sus formas, proporciones y posiciones relativas. El problema es que muchos de ellos dieron nombres arbitrarios y, por lo tanto, una misma parte podía tener diferentes términos, o por el contrario, partes distintas podían contar con la misma expresión. Owen planteó estandarizar la nomenclatura de los nombres anatómicos, ya que su significado se acercaba más a un sentido homólogo, y como la anatomía es la ciencia de las estructuras anatómicas, el objetivo era tener una nomenclatura universal. Por lo tanto Owen propone “un nombre definitivo para cada hueso distinto, declarando su homología especial hacia todo el reino vertebrado” (Owen, 1848, p. 5).

Más adelante Owen comienza a definir su propio término de homología: “la correspondencia de las partes en diferentes animales son, de esta manera, homónimos constituidos, llamándose técnicamente ‘homólogos’”. El término, según Owen, “es usado por los lógicos como sinónimo de ‘homonimias’ y para los geómetras significa ‘los lados de las figuras similares que se oponen para igualarse, así como en los ángulos correspondientes’ o en las partes que tienen las mismas proporciones” (Owen, 1848, p. 5). Owen indica que los primeros naturalistas en usar la palabra “homología” fueron los filósofos alemanes. Para determinar esto, Owen cita a Geoffroy cuando dice “los órganos de los sentidos son *homologues*, como expresaba la filosofía alemana; es decir que son análogos en su modo de desarrollo”. Más adelante, Owen menciona que Geoffroy utiliza equivocadamente el significado del término “homología”, más bien siendo “relaciones [...] determinadas por las posiciones relativas y la conexión de las partes, y pueden existir independientemente de la forma, la proporción, la sustancia, la función y la semejanza [durante el] desarrollo [embrionario]” (Owen, 1848, p. 6). Pero esto no era todo lo que Owen podía sacar del concepto de homología. Owen iba más allá de una simple definición, tenía todo un programa completo para su especialización. Owen definió tres tipos diferentes de homología: *homología especial*, *homología general*, *homología serial*.

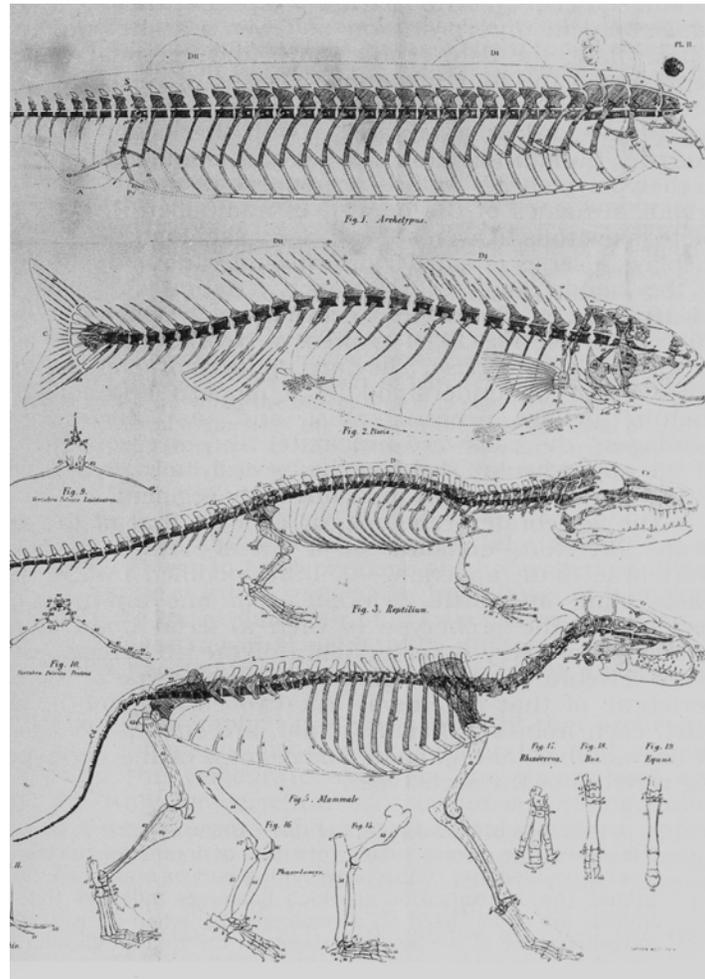


Figura 4.4. Esquema de Richard Owen en su *On the Nature of Limbs*, en donde muestra las homología en distintos grupos de vertebrados a partir del arquetipo, por ejemplo, compárese el miembro anterior del reptil con el de un mamífero, entonces hablaríamos de la homología especial; en cambio compárese los huesos de cualquier grupo con el arquetipo, entonces nos referiríamos a una homología general, véase el texto. (Owen, 1849).

La *homología especial* es la homología que se ha descrito ya con anterioridad, pero Owen vuelve a referirse a ella como: “la correspondencia de una parte u órgano, determinada por su posición y conexiones relativas, con una parte u órgano en animales diferentes, la cual indica que tales animales son construidos a partir del tipo común” (Owen, 1848, p. 7). Por ejemplo, la comparación de las estructuras óseas como la aleta de la ballena, el ala de un murciélago, el brazo de un humano, y el miembro anterior de un vertebrado terrestre, son homólogas

especiales, porque los huesos tienen la misma colocación y conexión con otros órganos.

La *homología general* es “una relación superior de homología, es aquella en la que una parte o serie de partes representa el tipo fundamental o tipo general, y su explicación involucra e implica un conocimiento del tipo sobre el que un grupo natural de animales se construye, por ejemplo el vertebrado” (Owen, 1848, p. 7). Con ayuda del arquetipo (que fue su herramienta más importante para reconocer homología) Owen identificaba el origen de las estructuras de las partes de los animales, por ejemplo, el arquetipo está compuesto de una serie de vértebras, cada una de éstas tiene la capacidad de desarrollar diferentes configuraciones como los miembros anteriores, los miembros posteriores o las estructuras de la cabeza; y todas éstas serán homólogas generales, siempre y cuando, se comparen directamente con el arquetipo (véase Figura 4.4)

La *homología serial* es el “tipo de repetición o relación representativa en los segmentos del mismo esqueleto”. El arquetipo se representa mediante una serie de segmentos que son esencialmente similares, como la columna vertebral, ya que son partes que se repiten en una secuencia en el mismo organismo. Además a cada una de las partes de esa serie de partes repetidas, Owen les llama *homotipos*. Por ejemplo, cada vértebra es un *homotipo*.

De acuerdo con Owen, el esqueleto vertebrado está conformado por una serie de segmentos, los cuales llama vértebras, estas se extienden y se articulan unas sobre otras en aproximadamente cuarenta y tres unidades según el arquetipo. Los segmentos, por lo general, se amplifican en la parte anterior, y se reducen en la parte posterior. Una vértebra, cualquiera de la serie, está compuesta del mismo número de piezas, y pueden variar según su propósito teleológico, pero haciendo reiteradas observaciones, se puede llegar a la noción de la vértebra ideal (véase Figura 4.5).

Una vértebra típica está dividida en dos regiones, una superior, *el arco neural (N)*, y otra inferior, *el arco hemal (H)*, la parte intermedia entre una y otra, se le conoce como *centrum (c)*. *El arco neural* está formado por un par de huesos llamados *neurapófisis (nn)*, y por un hueso central superior que se prolonga

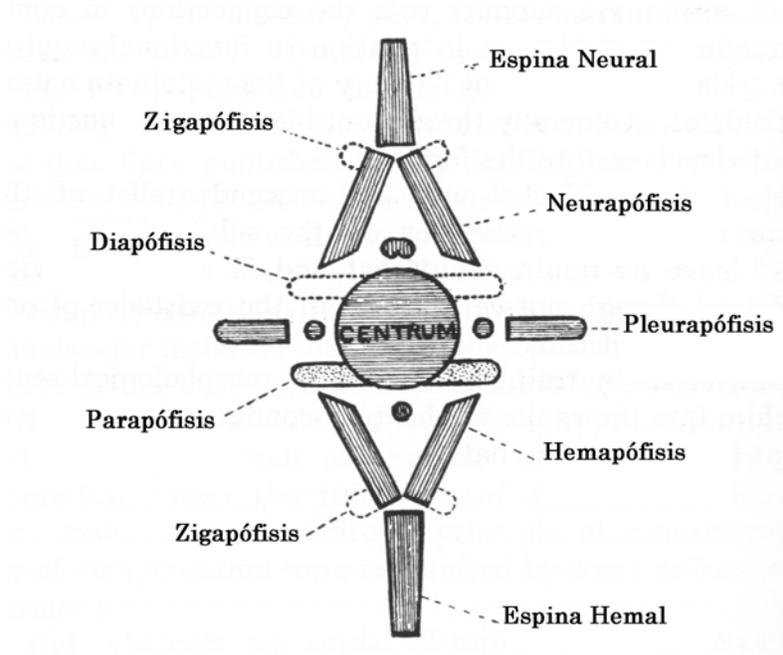


Figura 4.5. Vértebra ideal, según Owen. (Owen, 1848).

formando un eje, *la espina neural* (*ns*), también a veces incluye un par de huesos cerca del *centrum* denominados *diapófisis* (*dd*). El *arco hemal* está formado por un par de huesos que sobresalen del *centrum*, llamados *pleurapófisis* (*pl*), por un segundo par en posición paralela, *hemapófisis* (*h*), y por último, un hueso central inferior que se prolonga formando un eje, *la espina hemal* (*hs*); aunque pueden existir también prolongaciones que surgen de la parte inferior de la *hemapófisis* (y también de la parte superior de la *neurapófisis* en *el arco neural*) la *zigapófisis* (*z*). Como ya se había mencionado, Owen comentaba que las vértebras están sujetas a grandes modificaciones, y el número de los elementos se retiene en cuanto a su composición, forma, proporción y posiciones relativas. Ahora bien, una vez conociendo las piezas de una vértebra, podemos regresar a la descripción del arquetipo, esto se hace con el objetivo de reconocer las estructuras homólogas entre los organismos ya modificados (Owen, 1854, p. 2).

De esta forma, el arquetipo es una serie de segmentos, los cuales se amplifican en el frente, y se reducen en la parte final (véase Figura 4.3). De esta

Vértebra	Occipital	Parietal	Frontal	Nasal
Centrum	Basioccipital	Basisfenoide	Presfenoide	Comer
Neurapófisis	Exoccipital	Alisfenoide	Orbitosfenoide	Prefrontal
Espina neural	Supraoccipital	Parietal	Frontal	Nasal
Parapófisis	Paroccipital	Mastoide	Postfrontal	Ninguno
Pleurapófisis	Escapular	Estylohyal	Timpánico	Palatal
Hemapófisis	Coracoides	Ceratohyal	Articular	Maxilar
Espina hemal	Epiesterno	Basihyal	Dentario	Premaxilar
Apéndices divergentes	Miembros anteriores o Aletas	Branquiostegales	Opérculo	Pterigoideo y Zigomático

Tabla 2.- Tabla que muestra las estructuras vertebrales que conforman el cráneo (Owen, 1848).

diferenciación gradual se pueden reconocer distintas regiones, yendo de una parte posterior a una anterior: *caudal*, *tórax*, *cerviz* y *cranium*. Estas zonas poseen un grupo determinado de vértebras, a cada una de estas vértebras se les puede reconocer dependiendo de su región, por ejemplo: *vértebra sacra o pélvica*, *vértebra dorsal o torácica*, *vértebra cervical* y *vértebra craneal*. Como podemos observar, Owen postula nuevamente la teoría vertebral del cráneo, y declara que el cráneo es en realidad una conformación de las primeras cuatro vértebras arquetípicas, a estas las nombró consecutivamente: *occipital*, *parietal*, *frontal*, *nasal*. Siguiendo a Oken, Owen pudo determinar cada uno de los sentidos en cada una de las vértebras craneales, y de acuerdo con esto, estos sentidos se insertan en la *neurapófisis*. En la *vértebra occipital* se desarrolla el oído, en la *vértebra parietal* el gusto, en la *frontal* la vista y en la *nasal* el olfato. Owen resucita la teoría del cráneo vertebral de una manera espectacular, pues examina con profundo detalle cada uno de los elementos del cráneo de los diferentes animales (incluido

Proteus, estos huesos tienen un mayor desarrollo, y son más numerosos. La única preocupación de Owen sobre estos fenómenos incide en que aparentemente surgen algunas estructuras de la nada, por lo que podríamos deducir que estas nuevas estructuras no estarían relacionadas al arquetipo vertebrado. ¿Cómo podría explicarse esto Owen? Al hacer un estudio comparativo más detallado, Owen sugirió que algunos *arcos hemales* podían desconectarse de las vértebras de donde proceden, especialmente en las clases superiores. Por ejemplo, Owen propuso que las estructuras del miembro anterior de los vertebrados surgen de las piezas del *arco hemal* de la vértebra occipital. En otras palabras, los brazos y las manos son homólogos de las estructuras óseas de la cabeza (véase Tabla2): “Por extraña y paradójica que pueda sonar esta proposición, el arco escapular y sus apéndices, hasta bajar a la última falange del dedo meñique, son realmente huesos del cráneo” (Owen 1849, p. 112). Solo faltaría explicar de dónde se originan los apéndices de la cintura pélvica. Owen supuso que estos se derivarían de los *arcos hemales* de las vértebras sacras. Owen concluye:

“He demostrado satisfactoriamente que una vértebra es un grupo natural de huesos, que podría reconocerse como una división primaria o segmento del endoesqueleto, y que las partes de un grupo son definidos y reconocidos bajo todas sus modificaciones teleológicas, sus relaciones esenciales y caracteres que aparecen bajo cada máscara adaptativa” (Owen, 1849, p. 41).

La analogía de Owen

Como se ha estado señalando durante el desarrollo de este capítulo, Owen intentó hacer una síntesis entre la morfología trascendental y los aspectos teleológicos de Cuvier. Owen creyó haber resuelto el conflicto al diferenciar el aspecto estructural de lo funcional, de ahí el origen de sus términos, homología y analogía. Con respecto al primer concepto, ya hemos visto lo suficiente para poder concluir que

Owen le daba prioridad a la afirmación de que el origen de las estructuras, por lo menos en vertebrados, es exclusivamente formal; pero aún falta entender el concepto que abarca el sentido teleológico, la analogía. El funcionalismo estricto indica que la función es suficiente para explicar la forma animal y, por lo tanto, la analogía de Cuvier demandaba que el origen de las estructuras animales, fuera meramente funcional (véase capítulo anterior) ¿De qué manera Owen podía reconciliar el aspecto teleológico del morfológico transcendental, si se sabe que él optaba por una explicación formal? En pocas palabras ¿qué importancia le dio Owen a su definición de analogía?

Al principio Owen empezó siendo un formalista convencido. En 1837, él indicaba que Cuvier había rebajado el valor de las homologías por los excesos metafísicos de sus contrincantes transcendentales, además afirmaba que no se podía utilizar la función como explicación para la determinación comparativa, sino hasta que conociéramos toda la variedad de formas en las especies animales (véase Owen, 1992, p. 193). Más adelante Owen sugirió que los fundamentos de una teoría exacta y verdadera descansaban en las investigaciones del desarrollo embrionario animal. Al sugerir esto, podemos intuir que Owen creía que había una relación entre todas las formas animales (incluyendo los invertebrados), por lo que es posible descubrir un tipo fundamental entre todos ellos: “¿Pueden representarse varias estructuras [...] en una sola [unidad], o estas manifiestan tipos diferentes?” (Owen, 1992, p. 193). Sin embargo, después en sus *Lectures* de 1843, Owen abandonó la teoría de la recapitulación manteniendo que los animales más perfectos, en su desarrollo fetal, se asemejan a las formas de animales inferiores, pero solamente en los primeros periodos del desarrollo embrionario y en los niveles más bajos de la jerarquía animal.

“Cada animal, en el curso de su desarrollo [...] representa alguna forma permanente de animales inferiores: pero no simboliza todas las formas inferiores, no adquiere la organización de alguna de las formas que represente un estado de transición” (Owen, 1843, p. 370).

Tomando esta consideración, Owen respetó los cuatro *embranchements* de Cuvier. Owen concluía que no existía posibilidad de homología alguna entre un invertebrado adulto y un pez, estos dos grupos tan desiguales, solamente tendrían similitudes adaptativas.

Así pues, en esas mismas *Lectures*, Owen definió el término de analogía como: “una parte u órgano en un animal que tiene la misma función como otra parte u órgano en diferentes animales” (Owen, 1843, p. 374). Pero ¿una parte u órgano es semejante por cumplir una misma función? La respuesta es no, porque la homología dicta que un órgano es el mismo en diferentes animales bajo cada variedad de “forma”, pero también de “función”; mientras que en la analogía solamente hay igualdades de función en órganos diferentes. Para esclarecer esta diferencia, en *On the Archetype*, Owen toma como ejemplo al *Draco volans*, un pequeño reptil que posee una membrana adherida a sus costillas, la cual utiliza para planear de árbol en árbol. Owen alegaba que los miembros anteriores de dicho animal están compuestos de las mismas partes esenciales que los miembros anteriores de las aves, por lo tanto las estructuras son homólogas. Por otro lado, la membrana, que poseen los reptiles voladores, está elaborada en una parte diferente (las costillas), y al llevar a cabo la misma función con respecto a las alas de un pájaro, se dice que éstas son análogas. Entonces, si asumimos el criterio estructural, las partes de los animales pueden identificarse como homólogas, mientras que para el caso de la analogía, ésta solamente tomaría en cuenta la perspectiva funcional; no porque su origen se deba a una misma función, sino porque son modificaciones adaptativas que se desarrollan a partir del arquetipo. Aunque por otro lado, dos partes de diferentes animales pueden ser homólogas por sus semejanzas estructurales, pero también pueden ser análogas por sus igualdades funcionales.

“También las partes homólogas pueden ser frecuentemente partes análogas al llevar a cabo las mismas funciones en un sentido más general: de esta manera la aleta o miembro pectoral de un delfín es homóloga con la de un Pez, ya que esta compuesta de las mismas partes correspondientes;

y éstas son análogas [al comparar] una con respecto a la otra, porque éstas tienen la misma relación adaptativa [*subserviency*] para el nado. Por tanto, la aleta pectoral de un pez volador es análoga a la del ave, pero a diferencia del ala del *Draco*, es también homóloga a ella” (Owen, 1848, pp. 6-7).

De acuerdo con Cuvier, la anatomía animal es el resultado de una red de correlaciones funcionales, la cual también posee pequeñas variantes de función (la forma de las partes está determinada a funciones particulares), por tanto una parte puede explicarse bajo el sentido de utilidad. Owen no estaba de acuerdo con este argumento, porque él creía que dominaba una ley superior, “la uniformidad del tipo”.

“Incluso al intentar explicar, por los principios cuverianos, los hechos de la homología especial, la hipótesis adaptativa [*subserviency*] dice que las partes están determinadas a un mismo fin en diferentes animales, o bien, decir que el mismo hueso correspondiente ocurre en ellos porque tienen que llevar a cabo funciones similares, involucra algunas dificultades” (Owen, 1848, p. 73).

Por ejemplo, se podría admitir que los múltiples puntos de osificación, que se observan en el cráneo del feto humano, se han producido para facilitar su salida durante el parto. Por otro lado, podemos percibir que el cráneo de las aves está osificado de la misma manera y del mismo número de puntos como en el embrión humano; con esto, se podía explicar también que tales estructuras en las aves sirven para un propósito similar, favorecer el quebrantamiento del cascarón para su salida. Además estos puntos de osificación se observan del mismo modo en el feto de un marsupial (un animal que no tiene que lidiar durante el nacimiento), incluso estos puntos se perciben en todos los demás vertebrados. Entonces, Owen concluye que no hay que confiar en la hipótesis funcionalista como el principal conductor de la morfología animal.

“En el ave, en el marsupial, así como también en el humano, los diferentes puntos de osificación tienen la misma posición relativa y el mismo plan en su acomodo [...], los huesos, desde el comienzo, conservan durante toda la vida sus cualidades primitivas. Éste y miles [...] de hechos forjan la contemplativa anatómica de lo inadecuada que es la hipótesis teleológica” (Owen, 1848, p. 73).

Hay que señalar que Owen había trabajado más en los vertebrados, y casi toda su investigación, hasta ese momento, se concentró en ese grupo. Pero con respecto a la homología especial ¿una parte u órgano puede ser el mismo en todos los grupos de animales? Recuérdese que Owen aceptó la clasificación de Cuvier de los cuatro *embranchement*, y supuso que no existían homologías entre cada uno de ellos. Los ojos de los insectos, por ejemplo, podían ser partes análogas a los ojos de los vertebrados. Pese a esto, el formalismo de Owen podía defenderse solamente al considerar que los diferentes grupos de animales podían modificar sus partes a partir de un arquetipo exclusivo para cada uno de ellos. Pero los ojos son para ver, tienen una utilidad y, por lo tanto, se desarrollarían a partir de una causa funcional.

“[En otros mundos] el hábito de todas las condiciones del encanto animal [...] al asolearse, quizás, por los rayos del sol durante el día, al regocijarse en una suave luz que se refleja por sus satélites [...] durante la noche. Y como las leyes de la luz son las mismas [en todas partes], entonces los ojos de tales criaturas estarían constituidos, sin ninguna duda, por los mismos principios dióptricos como sucede en nosotros” (Owen, 1848, p. 102).

Owen decía que el opérculo en los peces, aunque no era exclusivamente de ellos, no tenía un homólogo exacto en los vertebrados superiores; por otro lado los huesos del oído en mamíferos también eran distintivos para los mamíferos. Esto muestra que algunos órganos se especializan para un sistema funcional en grupos determinados. Y como indica Russell (1916, p. 109) “este reconocimiento,

de posibles surgimientos de órganos nuevos para encontrar nuevas funciones, muestra, sin lugar a dudas, la influencia de Cuvier”.

Como fuera, Owen hace dos objeciones contra el funcionalismo, una general y otra específica. En la general, él dicta que los organismos manifiestan un plan fundamental para una serie de adaptaciones variadas. En la particular, Owen argumenta que este plan se impone incluso en adaptaciones específicas. Para corroborar estos puntos, tomemos como analogía la elaboración de los medios de transporte humano con respecto al origen estructural de los organismos.

Se podría decir que varias empresas de transporte construyen sus propios medios de locomoción (barcos, aviones, automóviles, etcétera). Si comparamos las piezas entre los diferentes medios de las distintas compañías, llegaríamos a la conclusión de que estos instrumentos han sido formados para cumplir una función en particular, pero nunca diríamos que estos hayan compartido un mismo diseño de ingeniería para derivar los distintos medios a partir de ésta. Ahora bien, un funcionalista diría que la construcción, de las piezas morfológicas de los organismos, del mismo modo fue independiente, pues se pensaría que un diseñador ha formado cada una de las estructuras locomotoras para un fin en particular, volar, nadar, cavar, correr, etcétera.

En *On the Nature of Limbs*, Owen maneja esta misma analogía, pero en lugar de encontrar equivalencia entre la construcción de los medios de transporte y los seres orgánicos, Owen da una alternativa negativa que sitúa a la unidad fundamental como su ilustración más importante. Owen argumenta que las máquinas fueron hechas para un propósito final, el transporte humano. Es por eso que hay de diferentes tipos, el barco para transportarse en el mar, los dirigibles para el aire, la locomotora por el terreno, etcétera. En cuanto a los animales, “el teleólogo esperaría más bien encontrar la misma dirección y propósito de adaptación en la función de los miembros como en las máquinas” humanas. Pero, el humano no requiere de la concepción de los instrumentos de acuerdo a un plan ideal. A diferencia de esto, los seres vivos demandan de este plan para poder variarlo de acuerdo a sus funciones eventuales:

“No existe una asociación del plan o estructura entre el barco y el globo, entre la ingeniería locomotora de Stephenson, y la maquinaria de los túneles de Brunel; una más remota analogía, si hay alguna, puede ser trazada entre los instrumentos idealizados por el humano para viajar en el aire, el océano, y a través de la tierra a lo largo de su superficie.” (Owen, 1849, p. 10).

Como podemos observar, Owen se refiere a la analogía en un sentido peyorativo. La función no domina en la fabricación de la ingeniería animal, en cambio el diseño existe pero en una forma más general, el cual anticipa sus consecutivas transformaciones adaptativas. Pasando a la segunda objeción, volvamos nuevamente al ejemplo de los medios de transporte. Imaginemos que existen varias ideas para construir independientemente un vehículo para un medio en particular (marítimo, aéreo, terrestre). Si observamos cada uno de los arreglos de las diferentes ideas veríamos que

“Tales instrumentos están adaptados de manera expresa e inmediata al fin propuesto [...] el isleño fabrica su embarcación y se desliza sobre el agua por medio del remo, la vela o la rueda de paletas [...]. Con [...] la pala o el pico perfora el túnel; y sus modos de acelerar su velocidad para desplazarse sobre la superficie terrestre son muchos y variados” (Owen, 1849, p. 9).

Estos ejemplos de los medios de transporte encajan perfectamente con la explicación del origen de las estructuras de acuerdo al funcionalismo cuveriano. Cuvier especulaba que las similitudes orgánicas se deben a que existe un mismo desempeño funcional entre los diferentes organismos, en otras palabras, la forma es consecuencia de la función, tanto en lo general como en lo particular, así como sucede en los medios de transporte humano. Owen refutaba esto al excluir toda la equivalencia entre los vehículos y los organismos.

“[Los medios de transporte] no se restringen por ningún tipo común de instrumento locomotor, ni incrementa de manera cuidadosa el ajuste de sus partes para compensar sus proporciones o para llevar a cabo, de la mejor manera posible, el fin requerido sin desviarse del patrón previamente cimentado por todo [...] Si nuestra investigación fuese impulsada por la búsqueda de causas finales, en la creencia de que fueron el único principio de organización gobernante, no deberíamos pronosticar una conformidad mucho mayor en la construcción de los instrumentos naturales, por medio de la cual, los diferentes animales han ocupado los distintos elementos” (Owen, 1849, pp. 9-10).

Con estas consideraciones, podemos concluir algunos puntos importantes con respecto al evidente formalismo de Owen. En primer lugar, Owen comenzó siendo un formalista estricto, mostrando siempre un mayor interés a los aspectos transcendentales que a los teleológicos. Tal vez la presión funcionalista de su tiempo le hizo enmascarar su preferencia estructuralista, al postular públicamente una síntesis entre el debate de Geoffroy y Cuvier. En segundo lugar, es evidente la carga de influencias transcendentales como la *Naturphilosophie* de Schelling, Oken, Carus y Goethe, así como la anatomía filosófica de Geoffroy; y sí hay una influencia de Cuvier, podría ser más por obligación que por pretensión. En tercer lugar, Owen somete el principio funcional cuvieriano a una categoría subsidiaria, y como consecuencia de ello, su definición de analogía pierde la importancia que tenía en un sistema funcionalista estricto (como la analogía funcional de Cuvier), ahora adoptando, más bien, un papel mínimo y subordinado ante la importancia del poder explicativo que tiene la homología en su programa de investigación. El arquetipo tiene todas las estructuras de los animales, y la fuerza adaptativa desarrolla a partir de éste todas las posibles modificaciones, sin la creación o alteración de estructuras nuevas, solamente trabajando con lo que hay. Con base en esto el término de “analogía” solamente se explica por similitud funcional sean o no las mismas partes, esto no involucra un origen funcional común, como la *analogía funcional* de Cuvier; es decir, un órgano es el mismo porque comparte

una genealogía arquetípica, y no porque tenga un mismo origen funcional, ya que la analogía de Owen solamente indica la función que desempeña, independientemente de la estructura. De hecho Boyden (1943) señala que la analogía de Owen no implicaba una oposición al término de homología (así como lo fue para otros naturalistas como MacLeay y Darwin), es decir, la similitud, en cuanto al uso, no es completamente antagónica a la igualdad esencial de la estructura.

En cuarto lugar, para Owen, la homología es el principal protagonista para respaldar su teoría arquetípica, aunque también una parte homóloga puede ser también análoga. Ante esto, Panchen (1994, p. 44) indica que existe la necesidad de proponer un tercer término, uno que sirva para describir una estructura que es análoga entre dos organismos pero sin ser homóloga; sin embargo esta connotación se adquiriría con la teoría de la evolución, y se le conocería como el fenómeno de convergencia.

Para finalizar solamente me gustaría comentar que la mayoría de las investigaciones de Owen, hasta ese momento, estaban enfocadas en la anatomía de los vertebrados, por lo cual no decidió abarcar a los demás grupos animales, por lo menos, no con el mismo detalle. Pese a que Owen mantuvo que su programa era una reconciliación entre las ideas de Geoffroy y Cuvier, en realidad, Owen nunca resolvió el problema central. Recuérdese que la discusión principal, entre Geoffroy y Cuvier, comenzó principalmente porque Geoffroy encontró homologías entre moluscos y vertebrado. Y como vimos en el capítulo anterior, Geoffroy mezcló tres de los cuatro *embranchement* de Cuvier con el fin de intentar encontrar una unidad de plan entre todos ellos. Por otro lado, se sabe que Owen aceptó los cuatro *embranchement* de Cuvier, no obstante Desmond (1989, p. 361) señala que Owen utilizó este recurso funcionalista para refutar la teoría de la transmutación de Lamarck, ya que esta idea postulaba la unión de los cuatro *embranchement* en una sucesión lineal y progresiva de la vida; Owen, como hemos visto anteriormente, optaba por la teoría de la divergencia.

Después de la aparición de *El Origen de las Especies* de Darwin, Owen perdió popularidad, aunque por su parte también reconoció públicamente la

evolución como un hecho. En las últimas etapas de su vida, en su *Aspects of the Body in Vertebrates and Invertebrates* de 1883, él intentó resolver definitivamente el debate entre Geoffroy y Cuvier. En esa publicación, indiscutiblemente, Owen no sólo mostró su preferencia por el formalismo, sino también por las ideas tan desconcertadas de Geoffroy. Owen intentó mostrar que existían homologías entre los vertebrados y los invertebrados, pero para corroborar dicha hipótesis, Owen tuvo que profundizar en la morfología del cerebro de todos los grupos. De hecho Owen resucitó la teoría de la inversión de vertebrados e invertebrados comentando que los pares de miembros de ambos grupos surgen a partir del arco neural, y no del arco hemal (ambos se encuentran ubicados en uno de los segmentos del cordón nervioso). Owen explicaba que en los vertebrados los miembros se doblan hacia la parte hemal, mientras que en invertebrados estos se colocan a la inversa, por lo que su eje neural se dirige hacia abajo. Por lo tanto, en cuanto a “las manifestaciones del cuerpo, hay verdaderas homologías en la serpiente y la oruga, siendo [las diferencias entre] neural y hemal, y no en [el aspecto] dorsal y ventral” (Owen, 1883, p. 31). Pero Owen no sólo se atrevió a reconocer homologías en este tipo de estructuras, sino también desaprobó el ejemplo más poderoso del fenómeno de las convergencias. Owen postulaba que los ojos son homólogos en todos los grupos de animales: “Los ojos de la sepia son homólogos a los de la lompa [pez], así como también de los nervios ópticos y la masa cerebral agregada [...] Tales homologías legítimas se extienden desde cefalópodos a invertebrados” (Owen, 1883, pp. 37-38). Sólo para concluir dejemos en palabras de Owen la alabanza de la victoria de Geoffroy ante el funcionalismo de Cuvier (cursivas en el original):

“Así pues, en mi forma de ver, el cerebro que poseen los animales, aunque de una manera transitiva entre vertebrados e invertebrados, demuestra la *Unidad de Organización o Composición [Orgánica]*” (Owen, 1883, p. 18).

Charles Darwin y el funcionalismo evolutivo

¿En qué escuela se fundó la teoría de la evolución darwiniana?, ¿es una teoría pluralista que intenta integrar los aspectos funcionalistas y estructuralistas en un solo cuerpo, o es una teoría que suprime moderadamente alguno de estos postulados? Charles Darwin (Figura 4.6) tuvo acceso a muchas de las concepciones teóricas que se arraigaban en la comunidad científica de su tiempo. Por ejemplo, muchos de los científicos de la *Universidad de Cambridge* y la *Universidad de Oxford* (Oxbridge) compartían las concepciones teóricas del esquema de Paley y Cuvier. De hecho toda la investigación de las ciencias de la vida seguía los principios metodológicos de este funcionalismo. Y como vimos en el tema anterior, Richard Owen fue uno de los pocos ingleses que profesó la *Naturphilosophie* de Oken y Goethe y la filosofía anatómica de Geoffroy. Richards (2002, p. 518) menciona que la concepción de la naturaleza de Darwin y su operación se formaron por medio de dos vías, los escritos de Owen, y los trabajos de Alexander von Humbolt. No hay discusión de las influencias del formalismo sobre Darwin, él conocía bastante bien estas ideas. De hecho, en *El Origen de las especies*, Darwin menciona en varias ocasiones el nombre de Goethe y de Geoffroy, además de que profesó en un capítulo los postulados de la morfología trascendental.

Muchos historiadores piensan que Darwin supo manejar muy bien sus cartas, él unió las piezas del rompecabezas de la historia natural al proponer una síntesis entre la forma y la función. Appel (1987, p. 230), por ejemplo, menciona que la morfología trascendental y la teleología no se reconciliaron satisfactoriamente sino hasta la llegada de la teoría de la evolución darwiniana. Asma (1996, p. 90) comenta que en Darwin encontramos una síntesis compleja entre el formalismo y el funcionalismo. En cuanto a las interpretaciones históricas, Asma toma como ejemplo el trabajo de Ospovat (1978) y de Ruse (1989, p. 37). Por un lado, Asma dice que Ospovat agrupa a Darwin en el lado de los no teleológicos (como Owen y Geoffroy). Esta determinación se debe a que, según

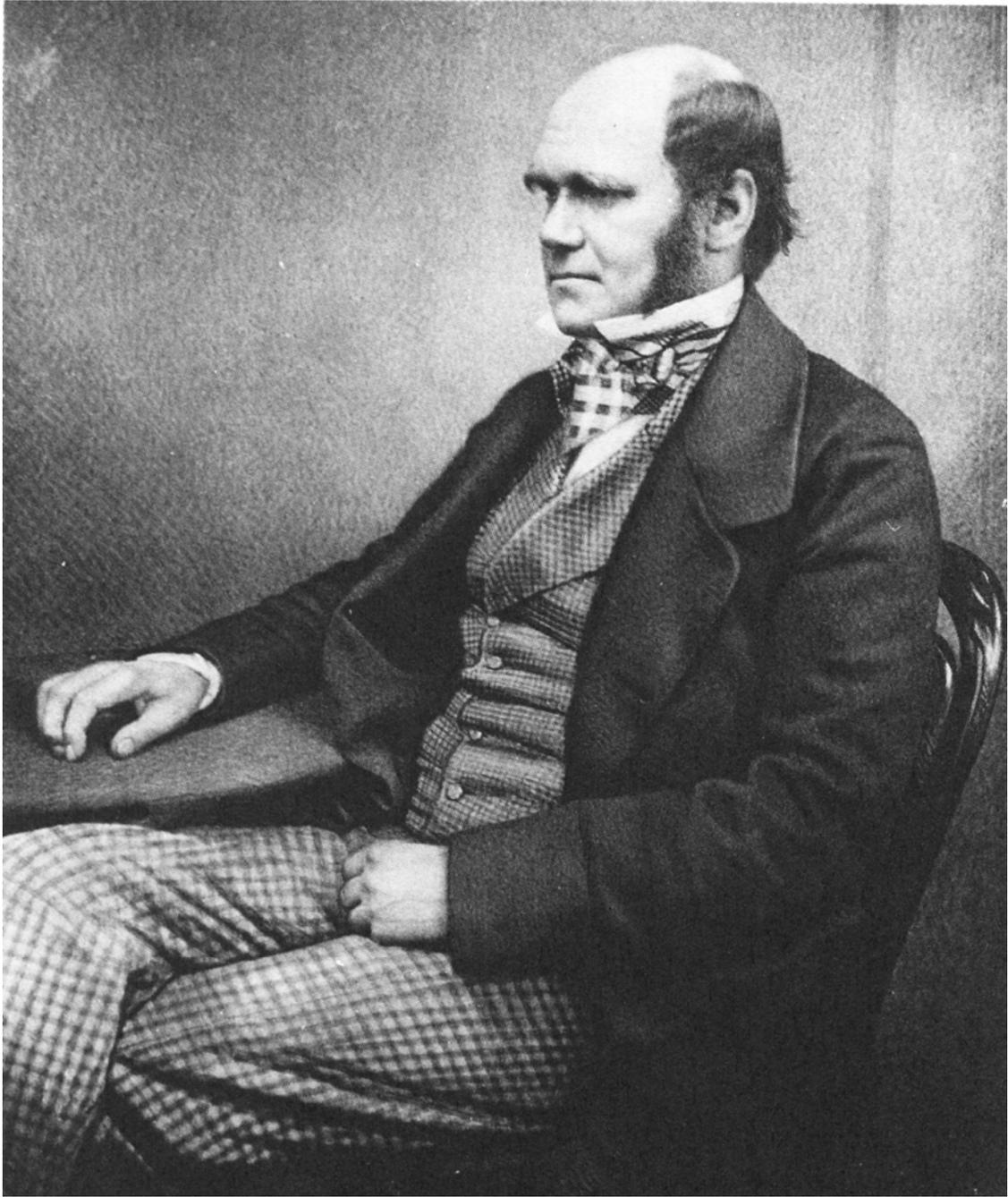


Figura 4.7. Charles Darwin (1809-1882). (Richards 1998).

Ospovat, Darwin abandonó la teleología al explicar que las adaptaciones no necesitaban de un agente divino que las creara. Mientras por el otro extremo, Asma menciona que Ruse mete a Darwin en el polo funcionalista (junto con Cuvier y Paley). Esto fue así por que, según Ruse, la explicación de las adaptaciones es la esencia misma del mecanismo de la selección natural. Asma indica que ambas declaraciones tienen su razón, Darwin no es teleológico porque cancela la idea de la mente divina, pero a la vez es funcionalista porque las condiciones de existencia (que Cuvier considera como causas finales, y Darwin como presión ambiental) sirvieron como una fuerza crucial y causal en cuanto a la configuración de la topología orgánica (Asma, 1996, p. 100). No obstante, Asma (1996, pp. 101-102) dice que interpretar a Darwin como el patriarca de la biología moderna en el lado funcionalista, es totalmente deficiente, ya que la estrategia de Darwin fue vencer esa dicotomía, destruyendo el funcionalismo estricto y al apoyar las ideas estructurales de Owen.

Pese a la categorización que hace Asma a las consideraciones de Ospovat al incluir a Darwin en el polo de los no teleológicos, el principal argumento de Ospovat recae en otra conclusión. Ospovat (1981) menciona que la teoría de la selección natural, en *El Origen de las especies*, elimina muchas de las suposiciones teleológicas. Según Ospovat, la idea de la adaptación moderada es una consecuencia del pensamiento maduro de Darwin, una característica que se hallaba ausente en sus primeros escritos. En cambio, en el *Sketch* de 1842 y el *Essay* de 1844, Darwin apela a la adaptación perfecta en el sentido teleológico, y por ende, a las causas finales. Pero ¿a qué se refiere Ospovat con adaptación perfecta? Según Ospovat (1981, p. 33) hay dos variedades del concepto de adaptación perfecta, la primera es característica de Cuvier y Paley, la cual dice que la adaptación es estricta, esto quiere decir que la relación entre la forma y la función está dada por el organismo y su ambiente, la estructura del organismo depende completamente de sus condiciones de existencia, y tales condiciones explican con lujo de detalle la estructura del organismo, por eso la topología del organismo debe ser invariable. La segunda variedad es aquella que dice que no hay una relación estricta entre las condiciones ambientales y la forma orgánica;

aquí existe una limitación, ya que esto quiere decir que el organismo no es totalmente perfecto, pero lo puede ser en la medida de los límites de sus necesidades. Los animales pueden poseer órganos que sirven a una función, pero también pueden tener estructuras que son parte del registro de su historia (como los órganos rudimentarios) siendo una evidencia de la unidad de tipo.

La influencia del funcionalismo inglés sobre los primeros escritos en Darwin es indiscutible. La teología natural de Paley presentó una metodología al estudio de la naturaleza, un camino que siguieron muchos científicos quienes creían en la teleología, incluyendo economistas y políticos. Este tipo de pensamiento aclamaba que las adaptaciones en los organismos son perfectas para su ambiente determinado, en otras palabras, el ajuste de las estructuras orgánicas a su medio es absoluto. En el sentido teológico se explicaba que Dios había establecido ciertas leyes en el mundo natural, todos los fenómenos naturales tienen un propósito y, por lo tanto, la prioridad era darle a las estructuras una explicación de utilidad. Ospovat (1981 p. 3) comenta que Darwin, al principio de sus escritos, estuvo de acuerdo con sus contemporáneos, en la creencia de una cierta armonía y perfección en la naturaleza. Durante los años de 1837 y 1838 toma la consideración de que la adaptación es perfecta y que la variación existe para un propósito teleológico fundamental, el de permitir a los organismos acomodarse al ambiente para una mejor adaptación. Este supuesto, de causas finales dentro de la naturaleza, fue parte integral de toda la generación científica británica, desde Robert Boyle, John Ray hasta Isaac Newton.

Ospovat también comenta que Darwin, pocos meses después de leer a Malthus, rechazó las formulaciones de la teología natural, únicamente tomando algunas ideas sobre el diseño y el propósito en la naturaleza bajo su propia consideración. Pero no fue sino hasta mediados del siglo XIX, cuando él abandonó la idea de la adaptación perfecta y presentó en *El Origen de las Especies* una noción de adaptación moderada. Aunque por otro lado, Ospovat (1981, p. 115) reconoce una cierta síntesis hasta esa época, ya que Darwin rechaza el método teleológico estricto de Cuvier e incorpora en su sistema evolutivo las ideas de Geoffroy y la de los morfólogos alemanes.

Es cierto que Ruse (2003) incluye a Darwin en el lado de los funcionalistas, y lo hace porque la teoría de la selección natural explica las adaptaciones, siendo estas adaptaciones su criterio morfológico fundamental. Darwin, en sus primeros escritos, siempre se refirió a las estructuras como si estas estuvieran diseñadas, como si tuvieran una causa final, un lenguaje no muy diferente al de los teólogos naturales, pero a diferencia de ellos, tales propósitos carecían de una mente suprema, no poseían dirección; además la perfección de las estructuras no siempre fue la explicación fundamental. La selección solamente se encarga de escoger a los organismos más aptos en la lucha por la existencia; bajo este sistema, la perfección adaptativa era prácticamente imposible. A favor de esto, Gould (2004, p. 358) apunta que: "Darwin debe figurar en el bando funcionalista, porque el mecanismo causal de su teoría concede una clara primacía a la adaptación, por sutil que sea su justificación".

Ahora bien, el objetivo principal de esta sección es mostrar que Darwin se acercaba al funcionalismo. Entonces, para que Darwin pudiera considerarse como un funcionalista de la talla de Cuvier y Paley, él debería de conceder prioridad al ambiente como un factor primordial para el origen de las estructuras morfológicas, porque eso recalcaría que hay una función de por medio que modifica indirectamente la forma del organismo (la adaptación). El problema principal de esta premisa es que Darwin agregó todas las ideas fundamentales del formalismo a su teoría, por ejemplo las homologías y la unidad de tipo eran una evidencia bastante fuerte para el evolucionismo, ¿cómo podríamos tocar el tema de la evolución sin referirnos al ancestro común? Darwin podría ser un funcionalista que encuentra en las estructuras una forma de manifestación adaptativa, o por el contrario, un naturalista que supo unificar las teorías rivales de su tiempo tomando en cuenta la evolución. Para poder llegar a una conclusión histórica contundente es necesario hacer un análisis muy similar al que se hizo con Owen, pero a diferencia del anterior, en este caso primero se inspeccionará la colocación de prioridad que hace Darwin a los conceptos de unidad de tipo (representada por la ancestría en común) y las condiciones de existencia (expresadas por las adaptaciones originadas por el mecanismo de la selección natural).

Consecuentemente examinaremos las nociones de homología y analogía de Darwin; este análisis nos ayudará a entender la postura definitiva de Darwin en cuanto a la preferencia de la forma y la función.

Unidad de tipo vs. Condiciones de existencia

En *El Origen de las Especies*, Charles Darwin unía dos conceptos claves (y aparentemente contradictorios) de la dicotomía entre la forma y la función, la unidad de tipo y las condiciones de existencia. En el capítulo dedicado a las dificultades de la teoría, al final del capítulo, Darwin menciona que la unidad de tipo significa las constricciones estructurales trascendidas por la herencia; en cambio las condiciones de existencia significan las adaptaciones proporcionadas por la selección natural:

“Generalmente se reconoce que todos los seres orgánicos han sido formados en dos grandes leyes, la Unidad de Tipo y las Condiciones de Existencia. Por unidad de tipo se entiende la concordancia fundamental en la estructura que vemos en los seres orgánicos de la misma clase [...] Según mi teoría, la unidad de tipo se explica por la unidad de descendencia. La expresión de condiciones de existencia, sobre la que tantas veces insistió el ilustre Cuvier, queda por completo comprendida con el principio de la selección natural” (Darwin, 1859, p. 206).

Este pasaje muestra que Darwin estuvo conciente del debate entre formalismo y funcionalismo, y al parecer, él estaba listo para dar una solución a la incógnita ¿Es la forma o es la función la que dicta y dirige la construcción orgánica? El origen de la respuesta se puede rastrear desde que Darwin llegó a Inglaterra después de su viaje a bordo del Beagle. Darwin empezaba a inmiscuirse en los debates de su época y se enteró de la controversia principalmente por dos vías: la primera fue por Owen, ellos dos se conocieron porque Owen era el encargado de clasificar los fósiles sudamericanos que Darwin había colectado durante el viaje.

Owen pudo haber discutido junto con Darwin la contradicción entre la morfología trascendental y la teleología. La otra vía es que Darwin leyó los *Principes de Philosophie Zoologique* de Geoffroy, una obra muy conocida en el círculo de los naturalistas de su tiempo. Darwin escribió en su *Cuaderno de notas B*:

“Puedo concluir que hay una gran dificultad en cuanto a la hipótesis de conectar a los moluscos con los vertebrados. [Ya que] debe haber un gran espacio [entre estos dos] aunque alguna analogía. [Y así contemplando que] un argumento en contra de la teoría de los análogos es aquel que trata de la existencia de las plantas y sus relaciones con los animales. [Geoffroy] declara que hay tan sólo un animal [...] [Mientras que] Cuvier ha dicho que cada animal se construye por sí mismo” (Darwin, Notebook, B 110-112).¹⁰

Darwin sabía acerca de las contradicciones que se suscitaron en dicho debate, pero al mismo tiempo recapacitaba sobre esas dificultades y las trasladó al mundo evolutivo. En este tiempo, Darwin aún no tenía una teoría sólida de la evolución, pero su pensamiento estaba impregnado de gradualismo, ¿por qué existían grandes espacios entre un *embranchement* y otro?, ¿existirá una relación de homología entre moluscos y vertebrados? El problema de Geoffroy siempre fue el tratar de explicar estos grandes espacios, él habría estado forzando homologías entre estos grupos tan distantes.

Por otro lado, la explicación de Cuvier daba una solución al enigma de la discontinuidad entre un grupo y otro, puesto que cada uno de estos sería una solución a un Universo de posibilidades funcionales y, por lo tanto, no habría la necesidad de enlazar a los grupos. Sin embargo las condiciones de existencia fallaban en un aspecto fundamental. Darwin observó que “no hay organismos creados para un ambiente en particular, hay un tipo que se propaga en varios nichos, como por ejemplo los escarabajos”. Por otro lado las estructuras no

¹⁰ La referencia de todos los cuadernos de notas de Darwin se obtuvieron en de Beer, 1960; véase la bibliografía.

dependen completamente de la teoría de los tres elementos,¹¹ la cual se apoya por las condiciones de existencia; existen aves que son acuáticas, hay mamíferos que vuelan, no obstante siempre permanece un tipo para cada uno de los grupos. La solución, Darwin pensó, quizás sería “considerar un rango de capacidades pasadas y presentes”. Esto quiere decir que la historia y la evolución de los organismos requieren el factor “tiempo”, esto tal vez daría respuesta al debate al considerar dos dimensiones, una en la cual actúen las condiciones de existencia en el presente, y otra en la cual la unidad de tipo prevalezca como una marca de condiciones de existencia del pasado. Sin embargo la problemática se concentra en las discontinuidades, ya lo había expresado Darwin cuando escribió: “existen huecos entre pájaros y mamíferos, hay uno más grande entre vertebrados y articulados, pero [aún] hay uno más grande entre animales y plantas” (Darwin, Notebook, B 42-43) El gradualismo evolutivo indica que si hay un tronco común que une a todos los organismos, deberían existir organismos que estén más próximos entre uno y otro grupo, por ejemplo una clase de vertebrado que tenga grandes afinidades con algún invertebrado, pero en la naturaleza no existen estos ejemplos.

Con base en esto, Darwin podría haber pensado en una alternativa bastante coherente, en lugar de forzarlos a unir a todos los grupos ¿por qué no pensar en creaciones independientes en cada uno de ellos? El Creador habría pensado en colocar a un grupo en particular en cada uno de los elementos (las aves en el aire, los peces en el agua, los mamíferos en la tierra), y al pasar el tiempo, estos grupos se diversificarían y se adaptarían a nuevos ambientes:

“El Creador ha adaptado permanentemente a los grupos de animales para cada elemento, aunque al parecer, la regla [...] es que ellos puedan adaptarse, aunque en menor grado, a otros elementos [...] La condición de cada animal se debe en parte a la acción directa de la adaptación y en parte a la marca de la herencia” (Darwin, Notebook, B 45-47).

¹¹ La teoría de los tres elementos denota que las estructuras se acoplan a un ambiente en particular, ya sea acuático, aéreo o terrestre, estos representados consecutivamente por agua, aire y tierra, por ejemplo, aletas para nadar, alas para volar y pies para correr.

Esta alternativa darwiniana está totalmente arraigada a una base funcionalista, un esquema muy parecido a los tipos generales como soluciones funcionales según lo había postulado Cuvier. Darwin dice que la forma de un grupo en particular se diseña por el creador para una función en general, las diferencias que surgen a través del tiempo cambiarán su forma inicial, estos cambios serán dados por la diversificación, la migración y, consecuentemente, por la adaptación. Los grupos se originaron para un ambiente particular y, durante el transcurso del tiempo, esta impronta es susceptible de cambiar, transformándose de una facultad inicial a una muy diferente, como en el caso de los pingüinos que nadan y que son del grupo de las aves las cuales vuelan, o el caso de la ballena, un mamífero terrestre que se aventuró al mar, etcétera.

Este primer razonamiento de Darwin sugiere un origen polifilético entre todos los diferentes *embranchements*, el cual apoyará un punto de vista funcionalista, en cambio si postulamos un origen monofilético para todos ellos, dicha consideración apoyará una visión formalista. La razón se debe a las homologías y analogías. En el origen monofilético, decimos que las estructuras entre los *embranchements* son las mismas por una unidad de descendencia. Mientras que el origen polifilético diremos que las estructuras entre los *embranchements* son semejantes debido a una misma solución funcional.

La selección natural, para Darwin, es la fuerza más importante para el cambio evolutivo, ella funciona como una máquina transformadora de la anatomía orgánica, es la esencia del cambio morfológico, y no otra. Para que la selección natural pudiera llevar a cabo dicha tarea, ésta debía cumplir con un requisito bastante importante; que dicho cambio fuera gradual. Puesto que la selección natural actúa minuto a minuto, supervisando cada variación dirigiéndola a puntos determinados para el beneficio del organismo, entonces esto plantea que si hay una desviación drástica del tipo, es decir, una variación que diera formas óptimas para la supervivencia, la selección natural perdería el papel de crear innovaciones morfológicas y, por lo tanto, la teoría de Darwin perdería rigor. Con esto podemos aclarar que la teoría evolutiva de Darwin requiere continuidad, y no discontinuidad, de ahí surge el problema de explicar los diferentes “espacios” de un grupo a otro.

En *El Origen de las especies*, Darwin ya no hablaba de un origen independiente entre los diferentes grupos de vertebrados, más bien la problemática es únicamente explicar la discontinuidad entre un *embranchement* y otro. Es curioso que Darwin pensara en cuatro o cinco grupos de animales, en los cuales cada uno contaría con un origen independiente, esto es un número muy cercano a los *embranchement* de Cuvier: “Creo que los animales han descendido de por lo menos cuatro o cinco progenitores” Aunque Darwin también planteó la posibilidad de un mismo ancestro para todos los animales: “la analogía me conduciría a la suposición de que todos los animales [...] han descendido de un solo prototipo” (Darwin, 1859, p. 484) Ahora bien ¿Por cuál de estas dos alternativas estaría inclinado Darwin?

Escoger a la unidad de tipo sonaba un tanto peligroso para su teoría ya que las constricciones hereditarias podían limitar el poder creativo de la selección natural, en cambio las condiciones de existencia exaltaban ese poder. Por lo tanto, Darwin estaba convencido de que las condiciones de existencia era el principio adecuado para explicar toda la historia natural. Entonces, el enigma postulado, entre el formalismo y el funcionalismo, tendría una solución al contemplar los dos principios bajo dos dimensiones temporales, una en la cual la selección natural habría trabajado en el pasado, y la otra en la que actúe en tiempos actuales; este esquema daría prioridad a las condiciones de existencia pues estas expresan las adaptaciones causadas por la selección natural.

“La selección natural obra, o bien adaptando las partes variables de cada ser a sus actuales condiciones de vida orgánicas e inorgánicas, o bien por haber adaptado éstas durante periodos de tiempo muy anteriores [...] Por consiguiente, en realidad, la ley de las Condiciones de Existencia es la ley superior, pues comprende, a través de la herencia de adaptaciones anteriores, la ley de Unidad de Tipo” (Darwin, 1859, p. 206).

Hubiera sido raro que Darwin no abogara por este principio como factor primordial, es cierto que los organismos presentan un ajuste inmediato a su

entorno, pero también es cierto que ellos muestran una constricción morfológica primordial. El problema subyace en que los naturalistas anteriores a Darwin, habían visto un conflicto entre estos dos términos debido a la ausencia del tiempo en sus postulados explicativos. El dilema ahora sería resuelto al subordinar el principio de la unidad de tipo como simples adaptaciones a las condiciones de vida del pasado, no cabe duda que Darwin se inclinó al principio fundamental del funcionalismo cuveriano.

Asma (1996, p. 124) indica que debemos tener cuidado al interpretar las palabras de Darwin, ya que la causa funcional podía ser irreducible a la causa formal, esto no quiere decir que haya una igualdad para la determinación de la forma orgánica, pero tampoco significa que tengamos que subordinar a una de las leyes, ni siquiera requiere que haya una competencia entre cada una de estas, sino más bien, lo que Darwin intenta postular es que existe un orden en la cual se dan dichos fenómenos durante distintos tiempo. No obstante la propuesta de Asma falla, puesto que los intereses de Darwin iban más allá de un simple acomodo de los fenómenos antagónicos. Darwin estaba consciente de su prioridad funcionalista, puesto que la selección natural, como fuerza evolutiva más importante, presentaría dificultades al tratar de explicar la unidad de tipo en su aspecto formalista más riguroso, intentar unir a todos los animales bajo un mismo antepasado en común. En 1859, en una carta dirigida a Lyell, Darwin expresaba su escepticismo al unir a todos los animales en un mismo esquema en común:

“En cuanto a la consideración de que la descendencia de los grandes Reinos (como los Vertebrados, los Articulados, etcétera) provenga de un sólo ancestro, [...] la mera analogía me hace pensar que es probable; [pero] mis argumentos y los hechos me hacen inclinarme en aceptar sólo uno para cada Reino separado” (Darwin, 1887, p. 212).

La homología de Darwin

Por supuesto que Darwin, desde el inicio, tomó a la unidad de tipo como un concepto fundamental para respaldar su nueva teoría. De hecho, en el *Sketch* de 1842 y el *Essay* de 1844, Darwin nombra un capítulo como *Unidad de tipo en las grandes clases*. Darwin introduce el capítulo con la contraposición de las condiciones de existencia (o causas finales) con la unidad de tipo:

“Nada puede ser más maravilloso en la Historia Natural que mirar ese vasto número de organismos, tanto los recientes como los antiguos, expuestos a las más diversas condiciones, viviendo en los climas más distantes y en periodos remotos inmensos, llevados a una amplia gama de fines, aunque encontrando que los amplios grupos se han identificado por un tipo similar de estructura” (Darwin, 1909, p. 38).

Todos los organismos han sido construidos con la misma estructura; Darwin dice, por ejemplo, que cuando observamos los miembros anteriores del “murciélago, el caballo, la aleta del delfín, la mano” del humano, los huesos son los mismos, siendo el hecho que hay un profundo vínculo de unión entre todos ellos. Este fenómeno tan extraordinario de que “la mano, la pezuña, la aleta y las garras sean las mismas” se explica por el fundamento de la herencia, la cual quiere decir que en el principio, un grupo de animales que surgió en un ambiente en particular (por ejemplo de un animal terrestre ancestral), adquirió “un número infinito de pequeñas adaptaciones por selección de distintas condiciones de vida” (Darwin, 1909, pp. 38-39).

Como ya se había mencionado anteriormente, Darwin decía que la unidad de tipo eran secuelas de adaptaciones retenidas en tiempos remotos. Tomando en cuenta esto, ahora podríamos decir que cada uno de los atributos morfológicos, cada una de las pequeñas partes de la tipología orgánica, tienen dos modos de explicación, adaptaciones del pasado y adaptaciones actuales. Si ubicamos a un grupo en particular, podemos notar que esas estructuras morfológicas que unen a

ese grupo, son originadas por un propósito ambiental. La unidad de tipo ya no es contradictoria a las teorías funcionalistas, sino que ahora convive con ellas. Ahora las preguntas se dirigen a otras cuestiones ¿Hasta qué punto la selección natural puede borrar el rastro de la historia?; ¿por qué un carácter puede preservarse durante milenios y propagarse en varios organismos de la misma clase?; ¿cómo surge dicho carácter?

Según Darwin, todos los vertebrados comparten un ancestro en común y, al tomar en cuenta todos los miembros, podemos notar que existen variaciones en su estructura, aunque dichos cambios pueden ser mínimos. Sabemos que las proporciones del tipo se perturban, ya sea que el número de vértebras aumente o disminuya, o que los huesos se fusionen o se pierdan completamente como es el caso de la cola y los dedos de los pies. Esta afirmación de Darwin muestra, ya no una seria constricción de la forma como la habían contemplado algunos formalistas como Richard Owen, sino que la forma podía ser moldeable a cualquier demanda ambiental.

Por otro lado, un órgano puede ser utilizado para diferentes propósitos durante su historia evolutiva, puesto que podemos ver la posibilidad de que un miembro sirva consecutivamente para caminar, para nadar, para planear y para volar. El tipo no se perdería considerablemente, porque la selección natural podía transferir una utilidad inmediata a un órgano en particular sin hacer muchos cambios significativos, solamente se encarga de acomodar las piezas en menor magnitud a una adaptación local. Un pie podría fácilmente adquirir la forma de una aleta, siempre y cuando este cambio no sea drástico, sino que pequeñas variaciones tomadas por la selección encaminarían la morfología hacia un óptimo ambiental.

Hasta aquí he tratado de evitar la palabra “homología”, la justificación es que algunos historiadores han pensado que Darwin tomó el significado del concepto directamente de Owen. De hecho Richards (2002, p. 518) ha sugerido que una parte del formalismo adquirido por Darwin fue vía Owen. Esta afirmación puede ser un poco engañosa porque al parecer, aunque Darwin tenía una relación estrecha con Owen, pocas veces lo cita en sus primeros ensayos de su teoría. De

hecho Darwin no menciona la palabra homología, ni en el *Sketch* ni en el *Essay*, pero si ponemos atención a las fechas entonces entenderemos el por qué. La primera vez que Owen diferenció los términos de homología y analogía fue en 1843. Darwin escribió el *Sketch* en 1842, o sea, un año antes del escrito de Owen. Incluso si nos vamos más atrás en el tiempo, las primeras anotaciones de la transformación de las especies de Darwin datan en los años 1837-1838, una época en la cual Owen aún no daba con la solución del debate entre Geoffroy y Cuvier. De hecho dudo que Owen le haya planteado a Darwin alguna respuesta sobre la polémica, además Owen no daría a conocer su propuesta sino hasta 1848 cuando profesionalizó el concepto de homología (al proponer la homología general, especial y serial) y subordinó el de analogía (véase la parte de Owen en este mismo capítulo). Aunque es cierto que Darwin introduce la terminología de Owen hasta *El Origen* (como la homología), él ya reconocía su significado. Entonces ¿de dónde proviene la noción de homología de Darwin?

La primera fuente de Darwin para reconocer las homologías es por William Sharp MacLeay, un naturalista quinario quien había establecido una diferencia entre los conceptos de *afinidad* y *analogía*.¹² Darwin había trabajado con el concepto de afinidad, aunque es sorprendente notar que en sus primeras notas apenas lo menciona. No obstante, Darwin se refiere a este término cuando decide evaluar las relaciones naturales entre los seres vivos: “¿Qué es una arreglo natural, afinidades, qué es eso, suma de semejanzas, cómo podemos estimar dichas adiciones? [...] Creo que las afinidades podrían ser tomadas literalmente, aunque al preguntarnos qué tan lejos podremos llegar a descubrir las relaciones reales en los organismos, esto permanece siendo un misterio.” (Darwin, Notebook, D 51) La duda surge porque Darwin, en esta etapa de su vida, estaba convencido que las adaptaciones eran perfectas, un carácter podía fácilmente ser confundido por sus relaciones genealógicas, en otras palabras, no sabemos “qué caracteres varían con mayor facilidad”, porque las causas finales en la evolución podían llegar a un resultado similar.

¹² Más en detalle véase en este capítulo *La homología de Owen*.

Otras de las fuentes de la noción de homología fueron, por un lado, los escritos de Geoffroy de Saint-Hilaire, y por otro, de los *Naturphilosophie*, en especial Goethe. Con respecto al primero, hay una cita muy particular que Darwin toma directamente de los escritos de Geoffroy, y la hace famosa, esta cita aparece en los *Principes de Philosophie Zoologique* de Geoffroy cuando dice que: “la pieza de un miembro anterior de muchos mamíferos se emplean de formas diversas, se vuelven la pata de un perro, la garra de un gato, la mano de un mono, el ala de un murciélago, un remo en la foca, una parte de la pierna en los rumiantes” (Geoffroy, 1830, pp. 96-97). La semejanza es evidente cuando Darwin escribe en el *Sketch*: “por ejemplo vemos al murciélago, el caballo, la aleta del delfín, la mano, todos contruidos en la misma estructura” y más adelante “la mano, la pezuña, la aleta y las garras” (Darwin, 1909, p. 38).¹³ Incluso en la cita más conocida de *El Origen* para describir la homología, Darwin la emplea de un modo similar:

“¿Qué puede ser más curioso que la mano del humano, hecha para tomar, la del topo para cavar, la pata del caballo, la aleta del delfín, y el ala del murciélago, todas ellas contruidas bajo el mismo patrón, y que incluyen los mismos huesos en las mismas posiciones relativas?” (Darwin, 1859, p. 434).

Más adelante Darwin cita a Geoffroy y menciona su tan aclamado principio de conexión de las partes: “Geoffroy St. Hilaire ha insistido mucho sobre la gran importancia de las conexiones relativas en los órganos homólogos: las partes pueden cambiar casi en cualquier dirección en forma y tamaño, aunque siempre permanecen conectadas entre sí en el mismo orden invariable” (Darwin, 1859, p. 434).

Con respecto a los *Naturphilosophie*, podemos notar la evidente presencia de Goethe en el *Sketch*. Por ejemplo, Darwin comenta que el término unidad de tipo proviene de la denominada ciencia de la “Morfología”. Goethe había fundado esta disciplina, y Darwin estaba consciente de esto, porque más adelante apuntó que:

¹³ Aunque también se parece a la cita de Aristóteles, véase la página 11.

“De esta manera cada botánico considera que los pétalos, los nectarios, los estambres, los pistilos, el germen, son estructuras metamorfoseadas de la hoja. De esta manera ellos explican que [la hoja] es la forma más clara, en posición y número de todas las partes de la flor, y una curiosa convención bajo cultivación de una parte dentro de otra” (Darwin, 1909, p. 39).

Como podemos observar, ya desde el *Sketch*, Darwin podía reconocer lo que Owen consideró como homología serial, por otro lado él examinaba que las mandíbulas de los artrópodos eran estructuras modificadas de apéndices ancestrales, y que el cráneo en los vertebrados eran modificaciones de tres vértebras (así como lo concebía Oken). En *El Origen*, Darwin comenta el fenómeno de la siguiente manera:

“La mayor parte de los fisiólogos creen que los huesos del cráneo son homólogos a [...] las partes fundamentales de cierto número de vértebras. Los miembros anteriores y posteriores de cada miembro de las clases de vertebrados y articulados son evidentemente homólogos. Veremos la misma ley al comparar la maravillosa complejidad de las mandíbulas y los apéndices en crustáceos. Es muy conocido [...] que, en las flores las posiciones relativas de los sépalos, los pétalos, los estambres, y los pistilo, así como en sus estructuras íntimas, se explica dentro de la perspectiva de que ellas consisten en hojas metamorfoseadas.” (Darwin, 1859, p. 436).

Darwin le llama a este fenómeno *homología serial*, pero lo hace hasta ediciones posteriores de *El Origen*, pero de antemano, él ya reconocía dicho fenómeno. Durante sus primeros escritos, Darwin mencionaba que los naturalistas habían usado otros términos como afinidad y metamorfosis, sin entender el significado real que acarrearía. Ahora su teoría le quitaba la metáfora para darle un significado real, “la teoría con modificación explica estos hechos maravillosos”. (Véase Darwin, 1909, p. 41, una interpretación similar véase Darwin, 1859, p. 438). Pero además la teoría con modificación, al darle esa dimensión temporal, también

podía explicar el hecho de que un órgano para un uso determinado, al transcurrir el tiempo, podía ser usado por su descendencia para un propósito totalmente diferente. Se conoce una cita que se ha usado como prueba de que Darwin era un pluralista; en este pasaje Darwin emplea el famoso ejemplo de Owen, en el cual refutaba el dominio de la teleología cuando se refería a los puntos de osificación en el cráneo en diversos animales vertebrados:

“La suturas en el cráneo de mamíferos jóvenes ha sido ejemplificado como una maravillosa adaptación para la ayuda del parto, y no hay duda que les facilita o puede ser indispensable para este acto; pero como las suturas aparecen también en el cráneo de pájaros y reptiles jóvenes, quienes solo tienen que salir al quebrantar el cascaron, podemos inferir que estas suturas han sido originadas de las leyes del crecimiento, y han sido tomadas como alguna ventaja en el parto de animales superiores” (Darwin, 1859, p. 197).

Como se había visto con anterioridad, Darwin tuvo dos fases importantes en cuanto a la maduración de su teoría de la evolución, una en la cual se postula que apelaba a la adaptación perfecta, y la segunda en la cual su visión de la adaptación es moderada. Podemos estar de acuerdo con ello, porque Darwin dedicó un capítulo completo en *El Origen*, para explicar que no todas las estructuras morfológicas se originan por selección natural (véase el capítulo sobre *Leyes de la variación*). Sin embargo desde su primera etapa, Darwin no vería ninguna dificultad sobre este hecho. Él siempre mantuvo que su teoría era totalmente oportunista, un órgano puede tener un uso en una etapa de la historia, y tener otro muy diferente en tiempos actuales. La respuesta siempre ha sido la misma desde que se dispuso a explicar el fenómeno de las homologías en general:

“¿Por qué habrían sido creados huesos similares para la formación de las alas y la pata del murciélago, usadas para propósitos totalmente diferentes?
¿Por qué un crustáceo que tiene un aparato bucal extremadamente

complejo [...] ha de tener siempre [...] menos patas, o viceversa, los que tienen muchas patas, han de tener un aparato bucal menos complejo? ¿Por qué los sépalos, los pétalos, los estambres, y el pistilo en todas las flores, aunque adecuados a tan diferentes propósitos, han de estar contruidos por el mismo patrón?” (Darwin, 1872, p. 384).

Todas las respuestas están dirigidas a una misma conclusión, la selección natural actuando en tiempos remotos, aunque tratar de adivinar cómo surgieron estos primeros prototipos está fuera de la demostración empírica.

“Según la teoría de la selección natural, hasta cierto punto podríamos contestar estas preguntas. No necesitamos saber aquí cómo llegaron a dividirse en serie de segmentos los cuerpos de algunos animales [...] pues tales cuestiones están fuera del alcance de la investigación [...] Basta para nuestro propósito tener presente que la repetición indefinida de la misma parte u órgano es [...] la característica común de todas las formas inferiores, [...] el desconocido progenitor de los vertebrados tuvo muchas vértebras y el antepasado de los articulados, muchos segmentos; y el desconocido antepasado de las plantas con flor, muchas hojas dispuestas” (Darwin, 1872, pp. 384-385).

Hasta esta parte Darwin ha tratado estos diferentes grupos (vertebrados, articulados y plantas con flor) como provenientes de distintos ancestros, y aquí el meollo del asunto, puesto que si Darwin no reconoce parentescos entre ellos, por lo tanto, las estructuras que son similares entre cada uno de ellos no tendrían un origen formal común, sino el origen tendría que ser forzosamente funcional. Esto se acopla perfectamente al modelo que hemos ido sugiriendo a lo largo de esta tesis, puesto que Darwin tendría una explicación muy parecida a la *analogía funcional* de Cuvier a nivel general, y por lo tanto, Darwin se ubicaría en el polo funcionalista. Solamente que en Darwin el concepto de homología no queda totalmente descartado; éstas pueden permanecer en un sólo grupo de animales,

aunque pueden estar subordinadas por el hecho de que su origen no ha sido por un medio meramente azaroso, esto quiere decir que no hay un punto formal por el cual podamos empezar, por ejemplo, una visión funcionalista diría que los primeros prototipos se formaron debido a las condiciones de existencia del pasado (la función es primero y luego proviene la forma), si Darwin menciona esto, entonces él estaría en el polo de los funcionalistas, porque la selección tendría la capacidad de formar cualquier estructura sin ningún límite estructural. Por eso se hace necesario analizar la perspectiva funcionalista de Darwin, y como hemos visto, la concepción de analogía implica dicha visión.

La analogía de Darwin

De acuerdo con Ruse (2003, pp. 109-110), la concepción de Darwin en primer lugar, habría estado expuesta al pensamiento teleológico anglicano; Darwin habría adquirido y aceptado este principio en sus aspectos fundamentales. En segundo lugar, supondríamos que Darwin hiciera algo con este conocimiento trasladándolo a sus propios fines evolutivos; por lo que, Ruse concluye, que Darwin tuvo siempre en mente dos principales argumentos, el de la complejidad y el del diseño.

Darwin estuvo muy apegado al argumento del diseño de Paley, incluso él mismo, en su autobiografía, relata que la *Teología Natural* de Paley fue de las pocas enseñanzas, durante los primeros cursos de su vida, que lo influenciaron enormemente: “en aquel tiempo, no encontré problema alguno con las premisas de Paley, y al adquirirlas como verdaderas, estuve maravillado y convencido por su amplio poder de argumentación” (Darwin, 1958, p. 59). Por otro lado, en sus primeras anotaciones, Darwin utiliza el concepto de “causas finales” como una noción importante para explicar las adaptaciones, por ejemplo, cuando él se cuestiona acerca de la finalidad del sexo, Darwin escribe: “Mi teoría proporciona grandes causas finales (No quiero decir con esto sólo la causa, sino la gran causa final, quizá nada existe debido a una causa) para los sexos en animales diferentes” (Darwin, Notebook, E 48). Así de esta manera “apenas y puedo dudar que las causas finales son la adaptación [...] a las circunstancias, [algo que puede ser

explicado] por los principios que he dado” (Darwin, Notebook, C 236). Cada estructura débil, en cuanto a su valor adaptativo, será remplazada por otra estructura que tenga un nivel mayor en la lucha por la existencia y, por lo tanto, la causa final de este proceso será la mejor adecuación al medio.

“Se podría decir que hay una fuerza como la de cien mil cuñas que tratan de introducirse en cualquier tipo de estructura que esté adaptada dentro de espacios en la economía de la naturaleza, o más bien forzando la aparición de [estos] espacios mediante el desalojo de los más débiles. La causa final de todas estas cuñas, debe ser el acomodo adecuado de la estructura, y [poder] adaptarlas al cambio” (Darwin, Notebook, D 135e; citado en Ruse, 2003, p. 111).

Como se había señalado con anterioridad, Ospovat (1981) menciona que esta noción de la adaptación perfecta subyace en Darwin desde sus primeros escritos, incluyendo el *Sketch* de 1842 y el *Essay* de 1844; y no es sino hasta *El Origen* cuando Darwin toma una posición más moderada. Pese a esta consideración (y no me refiero a que Darwin haya mantenido siempre la concepción de la adaptación perfecta, sino a la necesidad de sostener la adaptación como un argumento primordial), podemos notar que Darwin siempre tuvo presente la adaptación:

“¿Cómo se han ido perfeccionando todas esas exquisitas adaptaciones de una parte de la organización a otra, de las condiciones de vida, y de un distintivo ser orgánico a otro? Vemos estas hermosas adaptaciones manifestadas enteramente en el pájaro carpintero y el muérdago, y sólo ligeramente en el más humilde parásito que se aferra a los pelos de un cuadrúpedo o a las plumas de un ave [...] vemos hermosas adaptaciones en dondequiera y en cualquier parte del mundo orgánico” (Darwin, 1859, p. 60-61)

Volviendo otra vez a sus primeros escritos, Darwin supuso que la adaptación sería explicada por propósitos naturales. La causa de las estructuras, las adaptaciones, o sea, su causa final, estará determinada por las condiciones externas. De aquí será necesario hacer distinguir dos procesos que expliquen la adaptación debido a las condiciones externas, uno que es directo y otro que es indirecto. El proceso directo es aquel que fundamenta la herencia suave, como lo hizo Lamarck, esto es, que el ambiente moldea directamente el fenotipo del organismo, el cual no establece ninguna contribución, excepto su capacidad de heredar los nuevos caracteres adquiridos a la nueva generación. El proceso indirecto es aquel que fundamenta una herencia dura, el ambiente no configura directamente al organismo, pero lo hace de manera indirecta al establecer que algunas características aportadas por los organismos son las que les permiten existir, mientras que otras no. Al parecer Darwin defendió ambas posturas, pero la principal fue el proceso indirecto.

La importancia de esta aclaración es para poder mostrar que Darwin tenía en mente el concepto teleológico en la evolución. Las causas finales de las estructuras son las adaptaciones, las partes están sujetas a condiciones de existencia, en otras palabras, una estructura, cualquiera que sea, tendrá una explicación adaptativa y, volviendo con el ejemplo de Aristóteles, la causa eficiente es la selección natural así como el ingeniero que edifica una casa. Bajo esta consideración, habrá un determinismo biológico, sí y sólo si, decimos que las condiciones exteriores configurarán la forma del organismo en direcciones establecidas (ya sea directa o indirectamente), o sea, siempre surgirán las mismas estructuras porque éstas serán las de mayor eficacia adaptativa para un medio dado. Es por eso que siempre encontramos órganos parecidos con un origen estructural distinto, cuyo origen sea funcional, estas son las “analogías” para Darwin: “Esas semejanzas de estructura que dependen de la similitud de función” (Darwin, 1872, p. 430). La función configura a la forma, por lo tanto, algunas estructuras serán parecida por un origen funcional común, como la analogía funcional de Cuvier sólo que con otra perspectiva; veamos en detalle este razonamiento.

El término de “analogía” de Darwin no surgió directamente de Owen sino más bien lo toma de MacLeay. En sus primeros apuntes sobre evolución, Darwin se refería al sistema quinario como un método erróneo, pues su teoría tendría un enfoque diferente a como lo ha interpretado MacLeay. En el sistema quinario las analogías representaban las semejanzas de estructura al comparar los grupos más alejados, para Darwin las analogías serían esas semejanzas de estructura de las cuales no hay parentesco y que el parecido es debido a las circunstancias ambientales: “la analogía no es la relación de un grupo cercano a otro, sino es alguna relación con las contingencias externas” (Darwin, Notebook, C 140). Entonces Darwin comenta que ese fenómeno, la analogía, se puede explicar de diferente manera a la que da MacLeay, pero en cierto sentido, parecida a la de Lamarck (cursivas mías):

“La relación de analogía de MacLeay [...] a mí me parece que es de la misma naturaleza como las irregularidades en la degradación de estructura de Lamarck, cuando dice que las estructuras dependen de las influencias externas. Por ejemplo, Lamarck indica que las alas del murciélago son [debido al efecto] de las influencias externas. De aquí el nombre de analogía, esas estructuras en dos animales teniendo una relación estrecha a un tercer cuerpo, o bien a un *fin común* en la estructura” (Darwin, Notebook, B 129-130).

En el *Sketch* de 1842, Darwin indica que la verdadera relación entre los organismos deberá ser explicada hasta el momento en el cual se considera las relaciones de analogía; por ejemplo, la nutria entre los mamíferos placentarios no tiene relación de parentesco con la nutria que observamos en los mamíferos marsupiales;¹⁴ dichos parecidos son dados por “el hábitat de vida y la causa final de la organización entera” (Darwin, 1909, p. 36) Y aunque muchos naturalistas reconocen los conceptos de *afinidad* y *analogía*, ha sido solamente porque lo han

¹⁴ Darwin tal vez se refiere al perrito de agua o cuica de agua (*Chironectes minimus*), mamífero marsupial semiacuático de América del Sur.

explicado en el sentido metafórico, pero él ahora les concede un sentido real, gracias a la teoría de descendencia con modificación. Por ejemplo, cada especie puede dar origen a otra nueva, este proceso se da porque existe alguna ventaja (como el intelecto u otra característica) que los beneficia en la lucha por la existencia, consecutivamente dicha característica tendrá la facultad de heredarse; por esta razón se podría decir que una especie sería el progenitor de varios géneros o incluso familias. Pero al considerar los distintos grupos de animales, pensaríamos que en un inicio, el Creador podría haber generado más de un descendiente, esto indica que:

“Las condiciones externas [como] el aire, la tierra, el agua, siendo las mismas en nuestro planeta, y siendo que la relación no es perfecta, los organismos de una amplia gama de descendientes podrían adaptarse a los mismos fines, entonces tendríamos casos de analogía [...] De esta manera cada una de estas grandes divisiones de la naturaleza tendrían sus representantes [...] adaptados a la tierra, el aire, el agua” (Darwin, 1909, pp. 37-38).

En el *Essay* de 1844, Darwin vuelve a tocar el tema de las analogías, siendo este su principal ejemplo para sobresaltar el poder de la selección natural. Darwin comienza utilizando la comparación de la selección artificial con la natural, por ejemplo, el galgo y el caballo de carreras han sido seleccionados por el humano por la facultad de la velocidad, éste es un carácter que dice poco en cuanto a sus relaciones de descendencia, pero su configuración ha sido el resultado de “una selección para un mismo fin, o [por] los efectos de condiciones externas similares” (Darwin, 1844, p. 208). El problema explicativo no recae en el ejemplo de un carácter tan simple como la velocidad, ¿este fenómeno podría explicar el surgimiento de órganos complejos? Darwin dice que sí, de aquí surge la primera explicación de Darwin con respecto al surgimiento de órganos complejos como el ojo.

De acuerdo con Darwin, el origen de la variación estaría dado por el producto de accidentes generados en el sistema reproductivo, dichas variaciones serán propagadas por una larga y continua selección de pequeñas desviaciones hasta generar una estructura general. Esto explica que algunas de estas estructuras parecen estar producidas por ciertos fines. Pero lo sorprendente del asunto es que vemos en la naturaleza órganos análogos en especies que no tienen una relación de ascendencia común, por ejemplo “el ojo de un cuadrúpedo [...] el ojo de un molusco o de un insecto; esto es una prueba contundente de que un simple órgano [que surgió durante la historia independientemente por evolución] podría servir para algunos fines como es la visión” (Darwin, 1909, p. 130).

Para terminar con su argumento de las analogías, Darwin muestra un ejemplo en el cual podemos reconocer la diferencia entre las relaciones de afinidad y de analogía. Darwin dice que el aislamiento de diversos grupos es la causa principal de la producción de los caracteres análogos. En una isla o incluso en un continente como Australia en donde algunos grupos, por ejemplo los mamíferos marsupiales, comenzaron a dar origen a una nueva diversidad de especies, cada una se adaptó a las condiciones más favorables. Una situación similar sucedería con otros grupos, en nuestro ejemplo los mamíferos placentarios, los cuales evolucionaron en otros continentes, y que dieron lugar a formas semejantes en comparación a los que evolucionaron en un continente diferente. Aunque existiera el caso en el que el parecido es muy evidente, tomando en cuenta que las condiciones de vida fueran diferentes, en este caso la explicación estaría dada por la relación de ascendencia, puesto que ellos habrían tenido algún ancestro común pero demasiado remoto; de esta manera la afinidad se explica a nivel genérico y no particular. Entonces ambos grupos, tanto mamíferos marsupiales así como placentarios, comparten características muy fundamentales porque tuvieron un antepasado común, pero al diversificarse en lugares totalmente diferentes, ambos comparten características muy particulares, pero no por ascendencia, sino porque estuvieron expuesto a los mismo fines (Véase Darwin, 1909, pp. 211-212).

Ahora bien, podríamos suponer que Darwin rechazó algunas consideraciones teleológicas en *El Origen*; esto dado por dos argumentos, por un lado diciendo que no todas las estructuras tenían fines adaptativos, y por otro porque Darwin deja de usar expresiones como “causa final” o “propósitos naturales”. Sin embargo, deberíamos pensar si la selección natural tiene, en la noción de Darwin, alguna concepción atorada de determinismo biológico. Darwin defendió el principio de la selección natural debido a que éste siempre fue el principal protagonista (aunque no el único) de su teoría. La teoría de Darwin requiere dos aspectos primordiales, que en el organismo se genere variación constantemente para que esté siempre disponible entre los miembros de una población, y que la selección natural actúe como un tamiz resguardando y llevando dicha variación hacia caminos favorables en un entorno local determinado. La problemática principal recae en que la variación podría dirigirse a sí misma para formar fenotipos adecuados, este tipo de teleología que llamaremos *teleología en la variación* sería catastrófica para la teoría de Darwin, porque la explicación del cambio estaría fundamentada en una fuerza aún desconocida dada por la misma variación; si se acepta esto, la selección natural perdería el principal papel para generar estructuras innovadoras en el cambio evolutivo. De aquí viene la importancia de nuestro segundo concepto teleológico, el de *teleología en la selección*; si la dirección en la variación se diera en cualquier sentido, la selección natural entraría como un guía que acomoda las variaciones en los caminos más favorables en la lucha por la existencia. Si esto es así, la selección no sólo sería el principal medio para generar cambio evolutivo, sino que tendría un poder sumamente grande al ser capaz de generar toda una gama de posibilidades fenotípicas. Incluso podríamos pensar que los grupos filogenéticamente separados pueden coincidir en un mismo punto adaptativo según las circunstancias ambientales.

En *El Origen*, Darwin comienza esta discusión al enfrentarse con la explicación de la existencia de órganos eléctricos en algunos grupos de peces sin relación ancestral. Darwin dice que este parecido no se puede otorgar a la herencia de un pasado en común porque esperaríamos otras relaciones afines

entre sí, algo que está muy lejos de la realidad. El registro fósil no nos da una respuesta contundente, porque esperaríamos que este órgano estuviera presente en todos los peces en algún tiempo en el pasado, y consecutivamente hubiera desaparecido en muchos de sus descendientes. Pero si observamos más de cerca, podríamos notar que los órganos eléctricos están situados en partes diferentes del cuerpo y, por lo tanto, los órganos eléctricos de los peces no podrían considerarse como homólogos, sino análogos en su función.

Otros ejemplos son los órganos luminosos que se presentan en algunos insectos de grupos muy distintos. O en las plantas, en las cuales existe una disposición de una masa de granos de polen llevados por un pedúnculo con una glándula adhesiva, así como se observa en *Orchis* y *Asclepia*, géneros muy distintos de las plantas con flor. En todos estos casos podemos observar que los organismos de grupos muy distantes poseen órganos semejantes debido a una misma función. Por tal motivo, Darwin concluye que la selección natural es capaz de formar las mismas estructuras sin invocar al ancestro en común. Incluso para ejemplificar este fenómeno, Darwin utiliza la metáfora de Owen cuando se refiere a las invenciones humanas:

“Estoy inclinado a creer que dos hombres, en algunas ocasiones, pueden llegar independientemente al mismo invento, de esa manera la selección natural trabaja para el beneficio de cada ser tomando ventaja de las variaciones análogas, a veces modificando, casi de la misma forma, dos partes en dos seres orgánicos completamente diferentes [...] en cuanto a esto, se anula que su estructura en común sea debida a la herencia del mismo antepasado” (Darwin, 1859, pp. 193-194).

Como podemos observar, este pasaje es sumamente importante para el esquema que hemos seguido en esta investigación, porque, al contrario que Owen, para Darwin las analogías son estructuras similares que surgen por un origen funcional común, y no estructural (una analogía bastante parecida a la *analogía funcional* de Cuvier). Por otro lado, Darwin sabía de la importancia de este

fenómeno para su teoría, porque las analogías probaban el grandioso poder de la selección natural para generar estructuras similares por evolución independiente. Pero ¿qué tan poderoso puede llegar hacer el mecanismo de selección natural?

En la versión extensa de *El Origen de las especies*,¹⁵ Darwin además de mostrar mas ejemplos de analogía (como la evolución de las comunidades en los insectos sociales y la evolución independiente de la forma entre el erizo y el puerco espín), señala que la selección natural es capaz de formar órganos tan complejos (como es el caso de la evolución de los ojos) en organismo totalmente separados.¹⁶

“Considerando que son reinos diferentes, el ojo de la sepia contiene todas las partes esenciales del mismo órgano en Vertebrados: puesto que ambos son poseedores de una cornea, un cristalino, humor vítreo, un cuerpo ciliar y una retina; aunque al parecer ni la cornea, ni el iris son homólogos e incluso la estructura de la retina es extremadamente diferente; esto quiere decir que las partes diferentes se han formado para el mismo fin” (Darwin en Stauffer, 1975, p. 375).

Si por silogismo tomamos en cuenta que: existen órganos análogos en diferentes grupos, o bien, que la similitud en la estructura de un órgano complejo se debe a un origen funcional; que no hay relación de parentesco entre los grupos como el vertebrado y el molusco porque su origen es totalmente independiente y no hay homologías que respalden la unicidad y que la selección natural es capaz de producir cualquier fenotipo en un mismo entorno dado; por lo tanto, la función para Darwin es primordial a la forma, porque pese a que hay un indicio de la herencia en la morfología del organismo, la selección natural puede crear cualquier cosa, llevando siempre a los fenotipos a un nivel óptimo de adecuación

¹⁵ Escrita por Darwin entre los años de 1856 y 1858, esta versión no se publicó sino hasta 1975 por Stauffer.

¹⁶ Darwin desarrolla una discusión similar en *El Origen* de la sexta edición, véase, Darwin, 1872, pp. 151-152.

en un ambiente determinado. Darwin resume todo esto en un pasaje descrito en su versión extensa de *El Origen*.

“En el caso del ojo del *Cephalopodo* y del *Vertebrado*, no quiero decir que contemos con el simple hecho [...] de creer que los miembros de estos grandes Reinos pudieran haber tenido un descendiente en común. Pienso que no es de sorprender que en ocasiones la selección natural podría conducir gradualmente al pez y a la ballena hacia las mismas formas, [la selección] los adecuó porque ellos se introdujeron hacia los mismos elementos; justo como lo hizo el humano por una selección ligera y gradual de algo que tenían en común las formas del galgo y el caballo de carreras” (Darwin en Stauffer, 1975, p. 376).

En conclusión, en primer lugar podemos observar que Darwin claramente hace una distinción entre el conflicto de la morfología trascendental y la teleología, pero en lugar de hacer una síntesis de ambas posturas como muchos historiadores han postulado, Darwin hace una subordinación de la explicación de la unidad de tipo ante el predominio de las condiciones de existencia como principio fundamental para su teoría; esta subordinación se da porque Darwin intenta explicar estos dos principios bajo distintas relaciones temporales, las condiciones de existencia representada por la elaboración de adaptaciones debidas a la selección natural en tiempos remotos y presentes; y la unidad de tipo que simboliza la retención de esas adaptaciones del pasado.

En segundo lugar, Darwin no apela a una relación ancestral entre los diferentes *embranchement* de Cuvier como son los artrópodos, los moluscos, los vertebrados y los radiados; Darwin podría reconocer que existe un ancestro en común entre todos estos, pero si esto fuera cierto, este ancestro sería demasiado remoto, tan distante, que sería como la consideración de la relaciones que existen entre un mamífero y una planta. Darwin se inclina a creer que los grupos animales están sumamente distanciados, porque no hay una prueba de homología entre algunos de sus órganos (como los ojos), y además resulta difícil explicar alguna

unión entre cada uno de ellos, porque la selección natural es gradual y no permite saltos entre una morfología y otra.

En tercer lugar, este hecho descarta a Darwin como un formalista en el sentido estricto; aunque tampoco es cierto que Darwin excluye a las homologías; tanto la unidad de tipo como las homologías fueron pruebas contundentes para la evolución, el problema es que su fuente primordial de explicación subyace en un contexto funcionalista: la unidad de tipo siendo un ancestro que estuvo adaptado a condiciones de existencia en el pasado, por lo tanto, el origen de las homologías es adaptativo.

En cuarto lugar, Darwin toma la *analogía formal* de Geoffroy denominándola como *afinidad*, después la llama *homología*, recurriendo a la terminología de Owen. Pero es importante señalar que Darwin le quita significado a la *analogía* de Geoffroy, ahora expresando que las mismas estructuras son parecidas porque provienen de un ancestro en común, pero, como habíamos comentado en el punto anterior, Darwin trata a las homologías como adaptaciones retenidas de las condiciones de existencia del pasado.

En quinto lugar, Darwin toma directamente la *analogía* de MacLeay y en consideración de las teorías de Cuvier, Darwin le llama *analogía* a los órganos que son parecidos pero que no comparten un ancestro común, proponiendo que dichas estructuras se originaron por función. También es necesario mencionar que, a diferencia de Owen, Darwin concede un papel primordial a este concepto, ya que fue una prueba irrefutable de que la selección natural puede trabajar en la creación de cualquier estructura fenotípica, incluso formando estructuras similares en grupos diferentes por evolución independiente, a este fenómeno se le conocerá más adelante bajo el término de convergencia.

Entonces, Darwin hace de la anatomía comparada todo un lenguaje, un órgano es parecido en dos organismos por dos alternativas, por un lado porque estos comparten un ancestro común (homología), y por otro, porque su origen tuvo una solución funcional similar en grupos sin relación ancestral (analogía). Por ejemplo, si comparamos un ojo de un caballo con un humano, diremos que son homólogos, pero si comparamos el ojo de un calamar con el de un humano

diremos que son análogos. Sin embargo, ambas estructuras tienen un mismo origen funcional, porque aunque podemos pensar que las estructuras que llamamos homólogas tienen un origen estructural común, estas a su vez han surgido por función, pero en el pasado.

Darwin es un funcionalista, por lo que podemos decir que las raíces del evolucionismo darwiniano provienen del funcionalismo fundado por Cuvier, el cual ha sido también vinculado con el funcionalismo de Paley; esto quiere decir que Darwin piensa como un teleólogo. Incluso podemos constatar que Darwin se atreve a seguir hablando del diseño en los organismos sin tomar en cuenta a una mente divina, ese papel ya se lo había adjudicado a la selección natural. Solamente para finalizar tomemos este último argumento y dejemos que Darwin explique la metáfora del relojero ciego:

“En algunas ocasiones, dos personas, sin ninguna comunicación, han llegado simultáneamente al mismo invento; el intelecto humano, el cual es cercanamente el mismo para todos, puede ser comparado con el poder de la selección, el cual es el mismo en toda la naturaleza” (Darwin en Stauffer, 1975, p. 376).

El debate entre Owen y Darwin

Cuando Darwin regresó del viaje del Beagle, casi inmediatamente tuvo la fortuna de conocer a Owen. Su relación empezó debido a que Darwin traía restos fósiles de Sudamérica y Owen era la persona indicada para examinarlos, desde entonces su relación fue muy agradable. Cuando Darwin estaba escribiendo la versión final de *El Origen*, él incorporó inmediatamente la terminología de Owen. Por ejemplo, el término de afinidad fue remplazado por el de homología, y el de analogía quedó igual (aunque, como hemos visto con anterioridad, para los dos este concepto era relativamente diferente); en cuanto al arquetipo de Owen, Darwin inmediatamente lo adjuntó con el ancestro común. Darwin escribió en la parte posterior de su ejemplar de *On the Nature of Limbs* de Owen:

“Veo a los Arquetipos de Owen como algo más que una idea, como una representación real en la medida que, la más consumada habilidad y la generalización más estupenda, se pueda representar la forma parental de los Vertebrados” (Darwin citado en Desmond, 1982, p. 50).

Después de que Darwin publicó *El Origen*, la amistad con Owen se rompió. Al principio, Owen se mostró amable con el libro de Darwin, pero más adelante él se convirtió en uno de sus más acérrimos críticos. Owen publicó por primera vez en anonimato sobre su descontento en el *Edinburgh Review* del mes de abril de 1860 (véase Hull, 1973, p. 171). Ante esto solamente cabría preguntarse ¿por qué Owen se enfadó tanto con la publicación de Darwin? Hay dos posibles respuestas para explicar su molestia. La primera es que Owen sintió envidia del éxito de *El Origen* de Darwin, pero al parecer dicho recelo incluso iba más allá de esa consideración. Rupke (1994, p. 240) dice que Owen se sintió celoso porque Darwin había logrado la supuesta unificación del debate entre Geoffroy y Cuvier. Owen siempre tuvo esa ambición; el problema fundamental fue que algunos de sus contemporáneos le dieron la prioridad a Darwin, por ejemplo, Carpenter en su ensayo de la *National Review* anotaba que Darwin “trajo una recíproca reconciliación del antagonismo que había entre las dos grandes escuelas –la de la Unidad del Tipo, como propuso Geoffroy de St. Hilaire y sus seguidores de la escuela Morfológica; y la de la Adaptación a las Condiciones de Existencia, el cual ha sido el principio primordial de Cuvier y los Teleológicos” (Carpenter citado en Rupke, 1994, p. 240).

La segunda explicación es que Owen era evolucionista, pero era un evolucionista que defendía el formalismo; en cambio el evolucionismo de Darwin se basaba en un marco funcionalista. Owen resintió la teoría de Darwin porque ésta destrozaba totalmente su sistema estructuralista. Gould (1986, p. 22) menciona que Darwin desmantela el funcionalismo de Owen dividiéndolo en dos fases principales. En la primera, que Darwin tomó todos los misterios platónicos del arquetipo, para luego convertirlo en un descendiente pasivo de carne y hueso.

En la segunda, que Darwin invirtió el sistema de Owen de un polo formalista a uno funcionalista, el arquetipo ahora estaba siendo explicado en términos funcionales:

“Si aceptamos que Owen ya era al menos parcialmente evolucionista [...] entonces es más fácil apreciar el fondo de su descontento con Darwin, quien, despreciando la cautela de Owen, corrompió su precioso arquetipo, globalizó la evolución y propuso un mecanismo central de cambio (la selección natural) al modo funcionalista, diametralmente opuesto a las inclinaciones formalistas de Owen [...] Darwin prácticamente se mofó del formalismo de Owen [...] porque tomó prestada la jerga de la dicotomía formalismo-funcionalismo (unidad de tipo frente a condiciones de existencia) y luego hundió el polo formalista (junto con el concepto máspreciado de Owen, el arquetipo) en el océano funcionalista ajeno de la selección natural” (Gould, 2004, pp. 356-357)

Tomando la perspectiva ortodoxa de la historia de la biología, se había señalado que Owen era un creacionista que abogaba en contra de las leyes de la evolución, dicha postura se había propagado debido al mismo descontento de Owen, además de que él se alió con los clérigos que atacaban a Darwin. Pero por otro lado, el mismo Darwin contribuyó a esto. De hecho Rupke (1994, p. 241) señala que tal interpretación fue intencional, puesto que la correspondencia de Darwin con Hooker, Huxley, Lyell, entre otros, muestra una obsesiva conspiración en contra de Owen. En *El Origen* (en la sexta edición), Darwin atribuye su mal interpretación de la posición de Owen a la dificultad de entender y poder reconciliar cada uno de los contradictorios escritos de Owen: “Me consuela que otros encuentren los controvertidos escritos del profesor Owen tan difíciles de entender y reconciliar entre sí como yo lo he hecho” (Darwin, 1872, p. xviii), pero ante esto Rupke indica que dichos argumentos eran una excusa de Darwin para atacar a Owen. Pese a esto, Rupke (1994, p. 238) advierte que la crítica de Owen en el *Edinburgh Review* muestra algo muy diferente de lo que fue. La crítica fue sobre todo una defensa de la propia postura de la evolución de Owen.

No cabe duda que Owen era transformista antes de *El Origen*, incluso él mismo atestigua esta afirmación: “Owen [refiriéndose a él mismo] había aclarado desde hace tiempo su creencia que alguna ley preordenada o causas secundarias era la causa que conlleva al cambio” (Owen, citado en Hull, 1973, p. 212). Como hubiese sido, lo que interesa de esta discusión es que existía un conflicto entre la postura teóricas de Owen con la de Darwin; Owen defendía un evolucionismo formalista, en cambio Darwin mostraba un evolucionismo funcionalista, tal vez esto fue el punto primordial de sus descontentos. Muchos de los seguidores de ambos naturalistas entendieron este conflicto, por ejemplo, George Mivart, alumno de Owen, criticaba el principio de la selección natural de Darwin, ya que veía constricciones en sus propias observaciones de la naturaleza: “La hipótesis de la selección natural de Darwin está comenzando a disiparse de manera lenta pero segura [...] Las homologías de las que ni la herencia ni la utilidad pueden responder se revela en los miembros de los quelonios, las aves, los mamíferos y, lo más notable, en las del hombre” (Mivart, 1893, citado en Gould, 2004, p. 357). Por el otro lado, en 1874, Asa Gray escribía que Darwin había hecho un gran servicio a la biología al “devolverle su teleología; en vez de morfología frente a teleología, tendremos una morfología casada con la teleología”. Darwin estuvo contento con este cumplido respondiéndole a Gray: “Lo que dice sobre la teleología me place especialmente” (Asa Gray y Darwin citados en Gould, 2004, p. 357). En conclusión, podemos observar que el debate entre formalismo y funcionalismo se extendió en el aspecto evolutivo con Owen y Darwin; y como comenta Gould (2004, p. 357): “la oposición entre Owen y Darwin en el terreno evolucionista reproduce la oposición entre Geoffroy y Cuvier”.

-DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES-

El debate entre el formalismo y el funcionalismo comenzó a mitad del siglo XIX teniendo como tema principal la explicación del origen morfológico de los seres orgánicos; es importante señalar que esta discusión se llevó a cabo bajo diferentes perspectivas, por ejemplo, William Paley y Louis Agassiz en un contexto teológico; Geoffroy y Cuvier en un esquema empirista, Richard Owen y Charles Darwin bajo la noción evolucionista. He desarrollado a lo largo de esta tesis un esquema que nos permite diferenciar el formalismo del funcionalismo. Es por eso que mis términos, de *analogía formal* y *analogía funcional*, ayudaron a inferir sobre la posición preferencial de nuestros primeros personajes. Esto nos llevó a entender el conflicto que existía en la época, de manera que comprendimos el origen de los términos de homología y analogía propuestos por Owen y Darwin que a su vez, esclareció el debate entre el formalismo y el funcionalismo (véase tabla 3). Con base en esto podemos concluir lo siguiente:

Étienne Geoffroy de Saint Hilaire (influenciado por Buffon), de acuerdo a sus principios planteados como *la unidad de composición orgánica*, *el principio de la conexión de las partes* y *la ley de compensación*, pensaba que las estructuras morfológicas de todos los animales sin excepción, provenían de materiales esenciales dados por la naturaleza; bajo este esquema no hay órganos nuevos, sino repeticiones de lo mismo, la estructura es primero y después la función; por lo tanto, Geoffroy se colocaría como formalista debido a que concebía que las estructuras de los animales surgen de la unidad de composición orgánica.

George Cuvier (con base en las ideas de Aristóteles, de Kant y de Buffon) con respecto a *la correlación de las partes* expresadas en sus *condiciones de existencia*, mencionaba que, en el universo de posibilidades funcionales en los animales, sólo algunos tipos morfológicos surgieron debido a que los órganos están interconectados mutuamente. A estos grupos los llama *embranchement* y son cuatro: Vertebrados, Moluscos, Articulados y Radiados. Las semejanzas entre un solo grupo se pueden explicar no por unidad de tipo (en el sentido formalista),

sino por unidad funcional, los organismos han llegado a una misma solución funcional de una gran gama de posibilidades. La función es inicial y después la forma, por lo tanto, Cuvier se colocaría como funcionalista debido a que concibe que las estructuras de los animales surgen a partir de una misma función.

Richard Owen (cuyas influencias son Schelling, Carus, Oken, Goethe, y Geoffroy) intentaba llegar a un acuerdo entre las diferencias de la morfología trascendental y la teleología, sin embargo este anuncio fue sólo publicidad, pues Owen había ideado un arquetipo totalmente invariable del cual no se pueden generar estructuras nuevas. De acuerdo a su programa de investigación, el concepto de homología se profesionalizó de manera que derivó en tres tipos: *la homología especial, la homología general y la homología serial*; con base en esto su concepto de analogía fue subordinado al proponer que éste únicamente explicaba la función, sin tener en cuenta la esencia estructural. Podría pensarse que los órganos en diferentes grupos de animales (como los ojos de vertebrados y moluscos) podían ser estructuras similares con una misma función, pero Owen sólo apeló al arquetipo vertebrado, y en los últimos años de su vida dijo que todos los animales estaban emparentados. La forma antecede a la función, por lo tanto, Owen se colocaría como formalista debido a que concibe que las estructuras de los animales se generan a partir del arquetipo.

Charles Darwin con la influencia de las ideas de Goethe, Geoffroy, Cuvier, Paley y MacLeay decía que el principio de la selección natural explicaba ambas dicotomías exigiendo las condiciones de existencia como la adaptación inmediata y la unidad de tipo, representado por el ancestro común, el cual expresa secuelas de una adaptación retenida en tiempos remotos. El asunto es que la *homología* de Darwin no es equivalente a la *analogía formal* de Geoffroy, la diferencia subyace en que la teoría de Darwin indica que esas estructuras tuvieron un antecedente funcional. Con base en esto, las homologías se definían como aquellas estructuras compartidas por diferentes organismos que se derivan de un ancestro común, mientras que las analogías son estructuras parecidas que no parten de un ancestro común. Estas analogías para Darwin también eran importantes porque probaban el grandioso poder de la selección natural para generar estructuras

similares por evolución independiente, es por eso que podemos inferir que los distintos grupos de animales, como los vertebrados y los moluscos, no tienen relaciones de ancestría en común. El origen de las estructuras para Darwin es por la selección natural actuando en el presente y en el pasado, por lo tanto, Darwin se colocaría como funcionalista porque el origen primordial de las estructuras es por función.

Entonces la teoría de la evolución de Darwin, desde el comienzo, dio mayor importancia al enfoque funcionalista, y puso la visión formalista fuera del debate, y no porque esta fuera una solución al problema, sino porque la selección natural era la principal causa de la arquitectura morfológica. Sin embargo la discusión no ha terminado ahí. De una u otra manera, Owen tenía razón al reconocer que existen limitaciones estructurales en los cuerpos orgánicos; de hecho Owen influyó directamente sobre un distinguido morfológico británico, E. Ray Lankester (1847-1929); quien intentó traducir la terminología de Owen a la teoría evolutiva de Darwin. Lankester decía que muchas similitudes en los organismos se debían a que tenían puntos de partida iniciales de los cuales el cambio evolutivo se daba hacia rutas establecidas. Esto significa que la selección natural no puede trabajar a partir de cero, sino que necesita generadores homólogos para formar estructuras; a este fenómeno Lankester le llamó *homoplasia*. Sin embargo, durante la *Síntesis Moderna* en los años de 1940s muchos biólogos se apropiaron de este término y lo establecieron como un concepto antagónico de homología; pero además de dicho término se derivaron dos conceptos bastante importantes para el debate posterior a Darwin, *el paralelismo* y *la convergencia*. El primero expresa evolución independiente de rasgos fenotípicos similares en dos linajes cercanamente emparentados, mientras que el segundo se define como las similitudes detalladas de estructura y función evolucionadas de forma independiente en linajes distantes, pero ¿por qué es importante hacer esta distinción?

Durante mucho tiempo se ha venido utilizado la evolución de los ojos como el ejemplo clásico para representar el fenómeno de la convergencia, especialmente en la similitud de los ojos en cefalópodos y vertebrados. Durante el desarrollo embrionario, los ojos de los cefalópodos se originan a partir de

precursores epidérmicos, mientras que en los ojos de los vertebrados surgen de una invaginación del cerebro. Esto asumía que ambos grupos tenían un origen polifilético y, por tanto, la evolución de los ojos se representaba como una fuerte evidencia del poder de la selección natural para originar estructuras similares por evolución independiente. De hecho Salvini-Plawen y Ernst Mayr (1977) señalaron que el origen de los fotorreceptores se ha dado en por lo menos 40 grupos diferentes de animales, y que 6 tipos de estos habían desarrollado ojos complejos formadores de imágenes. Sin embargo, el descubrimiento de los genes que regulan la morfogénesis en el desarrollo embrionario (genes de control maestro o genes *hox*) ha cambiado este punto de vista ortodoxo, ya que al parecer todos los metazoos comparten genes homólogos que regulan el desarrollo embrionario. Walter J. Gehring y sus colaboradores (1998) encontraron que uno de estos genes, el Pax 6 (el gen que regula la morfogénesis del ojo), es homólogo tanto en insectos como en vertebrados. Es interesante señalar que el gen Pax 6 se ha encontrado en todos los grupos de animales que poseen ojos, desde platelmintos hasta mamíferos. Esta investigación empieza a generar dudas sobre la hipótesis del origen polifilético de los ojos en los grupos animales, sugiriendo más bien un origen monofilético. Gehring (1999) señala que el origen de los ojos fue un evento raro, y una vez que surgió el prototipo de ojos, la selección natural actuó optimizando (paralelamente) el desarrollo de los ojos en los diferentes grupos de animales, como es el caso de la evolución de los ojos de vertebrados y de cefalópodos. Con base en esto, podemos ver que el concepto de convergencia es un término puramente funcional que plantea la evolución independiente de estructuras a lo largo de trayectorias selectivas enteramente separadas, sin acudir a ninguna restricción interna ni siquiera en cualquier punto de partida, mientras que el concepto de paralelismo es un término formalista, que plantea la evolución independiente, pero a diferencia de la convergencia, este facilita la evolución a dos soluciones casi idénticas a partir de generadores homólogos y bajo este esquema se puede decir que la selección natural no puede generar nada a partir de cero. Entonces, los términos de paralelismo y convergencia comparten la misma propiedad descriptiva para referirse a un origen independiente de estructuras

similares en dos o más linajes. La diferencia conceptual recae en que el paralelismo representa la influencia formalista de la constricción interna, mientras que la convergencia refleja la acción de la selección natural para producir fenotipos similares sin relación de parentesco. Con este ejemplo podemos observar que el debate entre formalismo y funcionalismo no sólo aplica a las preguntas que se suscitaron durante el siglo XIX, sino que en pleno siglo XXI se sigue planteando de manera similar.

En conclusión podemos replantear las consideraciones claves para los conceptos de homología y analogía. La homología ha sido un término importante para la formulación de la teoría evolutiva, ya que con esta podemos identificar las estructuras constreñidas de los cuerpos orgánicos; el concepto surgió a partir del debate entre Geoffroy y Cuvier, y de los *Naturphilosophie*, después fue nombrada por Owen, e independientemente reconocida por Darwin. En la actualidad, el concepto de homología ha tenido una profesionalización sorprendente, por ejemplo, en la escuela cladista se han derivado conceptos como simplesiomorfía, plesiomorfía, autapomorfía y sinapomorfías; en genética, ahora se habla de genes homólogos, y como hemos visto, sigue la polémica al reconocer generadores homólogos que dirigen el camino evolutivo por canales de cambio constreñidos. La analogía, también surgió a partir del debate de Geoffroy y Cuvier, pero a diferencia de la homología, Owen la determinó con una connotación diferente a como se hizo en la teoría evolutiva de Darwin. La analogía adquirió el sinónimo de *homoplasia*, la cual se desprendió de los conceptos de *convergencia* y *paralelismo*, cuyo significado recae en la continuación del debate.

La búsqueda del origen de los conceptos de homología y analogía nos han ayudado a comprender el debate entre el formalismo y el funcionalismo desde un punto de vista diferente, sin embargo, hoy en día seguimos preguntándonos lo mismo ¿Quién rige la arquitectura de la estructura orgánica, es la forma o es la función?

Geoffroy	Principales personajes que lo influenciaron	Aspecto morfológico trascendental	Aspecto teleológico	Relación entre los diferentes grupos de animales	Explicación del origen de las estructuras orgánicas	Conceptos que evalúan las relaciones entre los organismos	Posición de acuerdo a la dicotomía
	Buffon	Unidad de composición orgánica, Principio de la conexión de las partes y la ley de compensación.	-	Todos están vinculados	Las estructuras provienen de la unidad de composición orgánica	Analogía Formal	Formalista
Cuvier	Aristóteles, Kant y Buffon	-	Condiciones de existencia, correlación de las partes y subordinación de caracteres	Cuatro <i>embranchement</i> , sin ninguna relación	De acuerdo a las leyes orgánicas, sólo es posible que las estructuras lleguen a las mismas soluciones funcionales.	Analogía Funcional	Funcionalista
Owen	<i>Naturphilosophie</i> y Geoffroy	Arquetipo y homología (especial, general y serial)	Analogía (sin implicar similitud morfológica, solo funcional)	Todos están relacionados (1883)	Las estructuras surgen a partir del arquetipo	Homología	Formalista
Darwin	<i>Naturphilosophie</i> , Geoffroy, Cuvier, Paley y MacLeay	Ancestro en común y homología	Analogía (implica similitud morfológica) y adaptaciones causadas por Selección Natural.	Cuatro o cinco ancestros diferentes, sin relación de parentesco.	Por dos vías, la selección natural actuando en tiempos presentes y pasados	Homología y analogía	Funcionalista

Tabla 3. Prioridad en el debate entre formalismo y funcionalismo.

-BIBLIOGRAFÍA-

- Amrine, Frederick y Zucker, Francis J [eds]. 1987. *Goethe and the Sciences: A Reappraisal*. D. Reidel Publishing Company.
- Amundson, Ron. 1998. "Typology Reconsidered: Two Doctrines on the History of Evolutionary Biology". *Biology and Philosophy* 13: 153-177.
- Appel, Toby A. 1987. *The Cuvier-Geoffroy Debate French Biology in the Decades Before Darwin*. Oxford University Press.
- Aristóteles. 1990. *Historia de los animales*. Edición de José Vara Donado. Editorial AKAL.
- Aristóteles. 2000. *Partes de los Animales*. Traducción de Elvira Jiménez Sánchez-Escariche y Aludena Alonso Miguel. Editorial Gredos.
- Asma, Stephen T. 1996. *Following Form and Function: A Philosophical Archaeology of Life Science*. Northwestern University Press.
- Barahona, Ana y Torrens, Erica. 2004. "El telos aristotélico y su influencia en la biología moderna". *Ludus Vitales* 12 (21): 161-178.
- Boyden, Alan. 1944. "Homology and Analogy: A Century After Definitions of "Homologue" and "Analogue" of Richard Owen". *The Quarterly Review of Biology* 18 (3): 228-241.
- Bourdier, Franck. 1969. "Geoffroy Saint-Hilaire versus Cuvier: The Campaign for Paleontological Evolution (1825-1838)", en Schneer. 1969. pp. 36-61.
- Breidbach, Olaf y Ghiselin, Michael T. 2002. "Lorenz Oken and *Naturphilosophie* in Jena, Paris and London". *History Philosophy of Life Science* 24: 219-247.
- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1753. *Histoire Naturelle, Général et particulière*. Tome quatrième. Paris.
- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1756. *Histoire Naturelle, Général et particulière*. Tome sixième. Paris.
- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1761. *Histoire Naturelle, Général et particulière*. Tome neuvième. Paris.

- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1764. *Histoire Naturelle, Général et particulière*. Tome onzième. Paris.
- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1765. *Histoire Naturelle, Général et particulière*. Tome treizième. Paris.
- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1766. *Histoire Naturelle, Général et particulière*. Tome quatorzième. Paris.
- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1774. *Histoire Naturelle, Général et particulière: Supplément. Tome premier, Servant de suit a la Théorie de la Terre, et d'introduction à l'histoire des minéraux*. Paris.
- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1775. *Histoire Naturelle, Général et particulière: Supplément. Tome second, Servant de suit a la Théorie de la Terre, et de la préliminaire à l'histoire des végétaux, partes expérimentale et hypothétique*. Paris.
- Buffon, Georges Louis Leclerc. 1997. *Las épocas de la naturaleza*. Edición de Antonio Beltrán Marí. Ed. Alianza.
- Camardi, Giovanni. 2001. "Richard Owen, Morphology and Evolution". *Journal of the History of Biology* 34: 481-515.
- Coleman, William. 1964. *George Cuvier Zoologist: A study in the History of Evolution Theory*. Harvard University Press.
- Coleman, W y Limoges C [eds]. 1978. *Studies in History of Biology*. John Hopkins University Press.
- Corsi, Pietro. 1988. *The age of Lamarck: Evolutionary Theories in France 1790-1830*. University of California Press.
- Cunningham, Andrew y Jardine Nicholas [eds]. 1990. *Romanticism and the Sciences*. Cambridge University Press.
- Cuvier, George. 1800. *Leçons d'anatomie comparée*. Tome I. Paris.
- Cuvier, George. 1817. *Le règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée*. Tome I. Paris.
- Cuvier, George. 1992. *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes: Discours préliminaire*. GF-Flammarion, Paris, original 1812.
- Darwin, Charles. 1859. *On the Origin of the species by means of natural selection*. London: John Murray.

- Darwin, Charles. 1872. *On the Origin of the species by means of natural selection*. Sixth Edition. London: John Murray.
- Darwin, Charles. 1958. *The autobiography of Charles Darwin 1809-1882. With the original omissions restored. Edited and with appendix and notes by his grand-daughter Nora Barlow*. London: Collins.
- Darwin, Francis [ed]. 1887. *The life and letters of Charles Darwin, including an autobiographical chapter*. Vol. 2. London: John Murray.
- Darwin, Francis. [ed]. 1909. *The Foundation of the Origin of the species: Two essays written in 1842 y 1844 by Charles Darwin*. Cambridge University Press.
- de Beer, G. [ed]. 1960a. Darwin's notebooks on transmutation of species. Part I. First notebook [B] (July 1837-February 1838). *Bulletin of the British Museum (Natural History). Historical Series 2*, No. 2 (January): 23-73.
- de Beer, G. [ed]. 1960b. Darwin's notebooks on transmutation of species. Part II. Second notebook [C] (February to July 1838). *Bulletin of the British Museum (Natural History). Historical Series 2*, No. 3 (May): 75-118.
- de Beer, G. [ed]. 1960c. Darwin's notebooks on transmutation of species. Part III. Third notebook [D] (July 15 to October 2nd 1838). *Bulletin of the British Museum (Natural History). Historical Series 2*, No. 4 (July):119-150.
- de Beer, G. [ed]. 1960. Darwin's notebooks on transmutation of species. Part IV, Fourth notebook [E] (October 1838-10 July 1839). *Bulletin of the British Museum (Natural History). Historical Series 2*, No. 5 (September): 151-183.
- Desmond, Adrian. 1982. *Archetypes and Ancestors: Paleontology in Victorian London 1850-1875*. The University of Chicago Press.
- Desmond, Adrian. 1989. *The Politics of Evolution: Morphology, Medicine, and Reform in Radical London*. The University of Chicago Press.
- Eigen, Edward. 1997. "Overcoming First Impressions: Georges Cuvier's Types". *Journal of the History Biology* 30: 179-209.
- Gehring Walter J. y Kazuho Ikeo. 1999. "Pax 6 mastering eye morphogenesis and eye evolution". *Trends in Genetics* 15 (September): 371-377.
- Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne. 1818. *Philosophie anatomique des organes respiratoires sous le rapport de la détermination et de l'identité de leurs pièces osseuses*. Paris.

- Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne. 1820. "Mémoire sur l'organisation des insectes", en Le Guyarder, Hervé. 1998.
- Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne. 1822a. "Considérations générales sur la vertèbre" en Le Guyarder, Hervé. 1998.
- Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne. 1822b. *Philosophie anatomique*, en Le Guyarder, Hervé. 1998.
- Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne. 1824. "Composition de la tête osseuse de l'homme et des animaux". *Annales des science naturelles* 3 : 245-299.
- Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne. 1825. "Mémoire sur la structure et les usages de l'appareil olfactif dans les poissons, suivies de considérations sur l'olfaction animale qui odorent dans l'air". *Annales des science naturelles* 6: 322-325.
- Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne. 1830. *Principes de philosophie zoologique: discutés en mars 1830 au sein de l'Académie royale des sciences*. Paris.
- Geoffroy Saint-Hilaire, Isidore. 1847. *Vie, travaux et doctrine scientifique d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris.
- God-Vod Aesch, Alexander. 1947. *El romanticismo alemán y las ciencias naturales*. Versión española. Espasa calpe.
- Goethe, von Johann Wolfgang. 1997. *Teoría de la naturaleza*. Traducción y notas Diego Sánchez Meca. Ed. Tecnos.
- Gould, Stephen Jay. 1977. *Ontogeny and Phylogeny*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- Gould, Stephen Jay. 1986. "Archetype and Adaptation". *Natural History* 95 (10): 16-27.
- Gould, Stephen Jay. 1994. *Ocho cerditos: Reflexiones sobre historia natural*. Ed. Crítica.
- Gould, Stephen Jay. 1995a. *La sonrisa del flamenco: Reflexiones sobre historia natural*. Ed. Crítica.
- Gould, Stephen Jay. 1995b. *Dientes de Gallina y dedos de caballo*. Ed. Crítica.
- Gould, Stephen Jay. 2002. *The Structure of Evolutionary Theory*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- Gould, Stephen Jay. 2004. *La estructura de la teoría de la evolución*. Ed. Tusquets.

- Grimoult, Cédric. 1997. *Évolutionnisme et fixisme en France : Histoire d'un combat 1800-1882*. ED. CNRS Editions.
- Hall, Brian K. [ed]. 1994. *Homology: The hierarchical basis of comparative biology*. Academic Press.
- Hubbs, Carl L. 1944. "Concepts of Homology and Analogy". *The American Naturalists* 18 (777): 289-307.
- Hull, David. 1973. *Darwin and his critics: The Reception of Darwin's Theory of Evolution by the Scientific Community*. The University of Chicago Press.
- Jahn, Ilse. 1994. "On the origin of romantic biology and its further development at the University of Jena 1790 y 1850", en Poggi, Stefano y Bossi, Maurizio. 1994.
- Kant, Immanuel. 1959. *Kritik der urteilkraft*. Verlag von Felix Meiner in Hamburg.
- Kant, Immanuel. 1961. *Crítica del juicio*. Traducción de José Rovira Armengol. Ed. Losada.
- Kant, Immanuel. 2004. "Sobre el uso de principios teleológicos en la filosofía". *LOGOS. Anales del seminario de Metafísica* 37: 7-47.
- Knight, David. 1990. "Romanticism and the science", en Cunningham, Andrew y Jardine Nicholas. 1990.
- Lawrence, Paul. 1975. "Buffon and Daubenton : Divergent Traditions within the *Histoire naturelle*." *Isis* 66: 63-74.
- Lawrence, Paul. 1976. "The Type-Concept in Zoology during the First Half of Nineteenth Century". *Journal of the History of Biology* 9: 93-119.
- Lankester, E. R. 1870. "On the use of the term homology in modern zoology, and the distinction between homogenetic and homoplastic agreement". *Annals. Mag. Nat. Hist.* 6: 34-43.
- Le Guyarder, Hervé [ed]. 1998. *Geoffroy Saint-Hilaire: Un naturaliste visionnaire*. Ed. Belin. Paris.
- Lenoir, Timothy. 1978. "Generational Factors in the Origin of *Romantische Naturphilosophie*". *Journal of the History of Biology* 11 (1): 57-100.
- Lenoir, Timothy. 1982. *The Strategy of life: Teleology and Mechanics in Nineteenth Century German Biology*. Dordrecht: Reidel.

- Lenoir, Timothy. 1987. "The eternal laws of form: Morphotypes and the conditions of existence in Goethe's Biological Thought", en Amrine, Frederick y Zucker, Francis, J. 1987.
- Lenoir, Timothy. 1990. "Morphotypes and the historical-genetic method in Romantic biology", en Cunningham, Andrew y Jardine Nicholas. 1990.
- MacLeod, M. Roy. 1965. "Evolutionism and Richard Owen, 1830-1868: An Episode in Darwin's Century" *Isis* 56: 259-280.
- Minelli, Alessandro. 2002. "L'omologia Rivisitata" *Systema Naturae* 4: 209-253.
- Morgan, S. R. 1990. "Schelling and the origins of his *Naturphilosophie*", en Cunningham, Andrew y Jardine Nicholas. 1990.
- Müller-Sievers, Helmut. 1998. "Skullduggery: Goethe and Oken, Natural Philosophy an Freedom of the Press". *Modern Language Quarterly* 59 (2): 231-259.
- Owen, Richard. 1843. *Lectures on the Comparative Anatomy and Physiology of the Invertebrate Animals, Delivered at the Royal College of Surgeons, in 1843*. Longman, Brown, Green and Longmans. London.
- Owen, Richard. 1848. *On the Archetype and Homologies of the Vertebrate Skeleton*. Londres. John van Voorst.
- Owen, Richard. 1849. *On the Nature of Limbs*. Londres. John van Voorst.
- Owen, Richard. 1854. *The Principal Forms of the Skeleton and of the Teeth*. Philadelphia. Blanchard and Lea.
- Owen, Richard. 1883. *Aspects of the Body in Vertebrates and Invertebrates*. Taylor and Francis, Red Lion Court, Fleet Street. London.
- Owen, Richard. 1894. *The Life of Richard Owen*. Londres. Murray.
- Owen, Richard. 1992. *The Hunterian Lectures in Comparative Anatomy May-June, 1837*. Edición de Phillip Reid Sloan. The University of Chicago Press.
- Ospovat, Dov. 1978. "Perfect Adaptation and Teleological Explanation: Approach to the Problem of the History of Life in the Mid-Nineteenth Century" en Coleman y Limoges [eds]. 1978. pp. 33-56.
- Ospovat, Dov. 1981. *The Development of Darwin's Theory: Natural History, Natural Theology and Natural Selection, 1838-1859*. Cambridge University Press.

- Outram, Dorinda. 1984. *George Cuvier: Vocation, science and authority in post-revolutionary France*. Manchester University Press.
- Outram, Dorinda. 1986. "Uncertain Legislator: George Cuvier's Law of Nature in Their Intellectual Context". *Journal of the History of Biology* 19(3): 323-368.
- Panchen, Alec L. 1994. "Richard Owen and the concept of homology", en Hall, 1994.
- Poggi, Stefano y Bossi, Maurizio [eds]. 1994. *Romanticism in Science: Science in Europe, 1790-1840*. Kluwer Academic Publishers.
- Rehbock, Phillip F. 1983. *The Philosophical Naturalist: Themes in Early Nineteenth Century British Biology*. The University of Wisconsin Press.
- Rehbock, Philip F. 1990. "Transcendental anatomy", en Cunningham, Andrew y Jardine Nicholas. 1990.
- Richards, Evellen. 1987. "A Question of Property Rights: Richard Owen's Evolutionism Reassessed". *The British Journal for the History of Science* 65 (20): 129-171.
- Richards, Robert J. 1998. *El significado de la evolución: La construcción morfológica y la reconstrucción ideológica de la teoría de Darwin*. Alianza Editorial.
- Richards, Robert J. 2002. *The Romantic Conception of Life: Science and Philosophy in the Age of Goethe*. The University of Chicago Press.
- Roger, Jaques. 1983. "Buffon y el Transformismo". *Mundo Científico* 3: 4-13.
- Roger, Jaques. 1989. *Buffon: Un philosophe au Jardin du Roi*. Ed. Fayard.
- Roger, Jaques. 1997. *The Life Sciences in Eighteenth-Century French Thought*. Stanford University Press, California.
- Rupke, Nicholas. 1985. "Richard Owen's Hunterian Lectures on Comparative Anatomy and Physiology, 1837-55". *Medical History* 29: 237-258.
- Rupke, Nicholas. 1993. "Richard Owen's Vertebrate Archetype" *Isis* 84: 231-251.
- Rupke, Nicholas. 1994. *Richard Owen: Victorian Naturalist*. Yale University Press.
- Ruse, Michael. 1979. *The Darwinian Revolution: Science red in tooth and claw*. The University of Chicago Press.
- Ruse, Michael. 1989. *The Darwinian Paradigm*. Routledge.

- Ruse, Michael. 2003. *Darwin and Design: Does evolution have a purpose?*. Harvard University Press.
- Russell, E. S. 1916. *Form and Function: A Contribution to the History of Animal Morphology*. Londres: John Murray.
- Salvini-Plawen, L. V. y Mayr, E. 1977. "On the evolution of photoreceptors and eyes", en Hecht, M. K., Steere W; y Wallace B.1977. pp. 207-263.
- Schmitt, Stéphane. 2001. "Type et métamorphose dans la morphologie de Goethe, entre classicisme et romantisme". *Revue d'Histoire des Science* 54 (4): 495-521.
- Schneer, Cecil J. [ed]. 1969. *Toward a History of Geology*. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.
- Sloan, Phillip R. 2003. "Whewell's Philosophical of Discovery and the Archetype of the Vertebrate Skeleton: the Role of German Philosophy of Science in Richard Owen's Biology". *Annals of Science* 60: 39-61.
- Steigerwald, Joan. 2002. "Goethe's Morphology: Urphänomene and Aesthetic Appraisal". *Journal of the History of Biology* 35: 291-328.
- Stauffer, Robert C. [ed]. 1975. *Charles Darwin's Natural Selection: Being the second part of his big species book written from 1856 to 1858*. Cambridge University Press.
- Zamora-Cunningham, Juan C. 2005. *Sobre el origen de la teoría de descendencia con modificación*. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Maestría.