



· G A  
V A G  
A I ·

EL IMPACTO  
DE LA FILOSOFÍA  
ANATÓMICA DE ÉTIENNE GEOFFROY  
SAINT-HILAIRE EN EL DESARROLLO  
DE LA HISTORIA  
NATURAL

O IMPACTO DA FILOSOFIA ANATÔMICA DE ÉTIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE NO  
DESENVOLVIMENTO DA HISTÓRIA NATURAL

THE IMPACT OF ETIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE'S ANATOMICAL PHILOSOPHY IN  
THE DEVELOPMENT OF NATURAL HISTORY

Gustavo Caponi\*

---

\* Professor Titular do Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina; bolsista de produtividade do CNPq. E-mail: [gustavoandrescaponi@gmail.com](mailto:gustavoandrescaponi@gmail.com).

## RESUMO / RESUMEN / ABSTRACT

**Resumo:** O objetivo deste estudo é determinar a forma como os trabalhos e teses de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire impactam no futuro antes do advento do darwinismo História Natural, criando as condições que levaram à revolução darwiniana. Para fazer isso, vamos examinar as implicações da *Filosofia Anatómica* de Geoffroy no desenvolvimento de anatomia comparada. Essa revisão será focada nos quatro pilares da filosofia anatómica: a teoria de análogos; o princípio de ligações; o princípio da organismos de compensação; e o princípio das afinidades eletivas de elementos orgânicos. Mas antes de iniciar a análise desses argumentos, a idéia de unidade da composição orgânica será apresentaa na sua generalidade e examinada na forma que assumiu no trabalho de alguns autores anteriores a Geoffroy.

**Palavras-chave:** Afinidades Eletivas. Análogos. Compensação. Conexões. Unidade de composição orgânica.

**Resumen:** El objetivo de este estudio es establecer de qué manera los trabajos y las tesis de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire impactaron en el devenir la Historia Natural anterior al advenimiento del darwinismo, creando las condiciones que propiciaron la *Revolución Darwiniana*. Para ello, examinaremos las implicaciones de la Filosofía Anatómica de Geoffroy en el desarrollo de la Anatomía Comparada. Ese examen estará focalizado en esos cuatro pilares de la Filosofía Anatómica que son la *teoría de los análogos*; el *principio de las conexiones*; el *principio de la compensación de los órganos*; y el *principio de las afinidades electivas de los elementos orgánicos*. Pero antes de iniciar el análisis de esas tesis, la *idea de unidad de composición orgánica* será presentada en su generalidad; examinándose también la forma que ella tomó en la obra de algunos autores anteriores a Geoffroy.

**Palabras clave:** Afinidades electivas. Análogos. Compensación. Conexiones. Unidad de composición orgánica.

**Abstract:** The aim of this work is to establish how the works and theses of Etienne Geoffroy Saint-Hilaire influenced the becoming of Natural History before the advent of Darwinism, creating conditions that led to the Darwinian Revolution. To do this, we will examine the implications of Geoffroy's Anatomical Philosophy for the development of Comparative Anatomy. That review will be focused on the four pillars of Anatomical Philosophy: the *analogous theory*; the *principle of connections*; the *principle of compensation of organs*; and the *principle of the elective affinities of organic elements*. But before starting to analyze those theses, we shall present the idea of *unity of plan* will in its generality; and we shall also scrutinize the shape that it took on the work of some authors before Geoffroy.

**Keywords:** Analogous. Compensation. Connections. Elective affinities. Unity of plan.

## I PRESENTACIÓN

En 1951, dando una conferencia en el *Palais de la Découverte* de París, Gaston Bachelard (1973[1951], p.134) dijo que “a partir de las verdades que la ciencia actual ha hecho más claras y mejor coordinadas, el pasado de verdad se muestra más claramente progresivo en tanto que justamente pasado”. Será asumiendo esa inevitable *recurrencia* (FICHANT; PÉCHEUX, 1971, p.92) – que nada tiene que ver con lo que suele llamarse ‘whigghismo’ (BOIDO, 1992, p.100-1) – que aquí he de volverme sobre la Filosofía Anatómica de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. No para insistir en el anacronismo de ensalzar esa supuesta afinidad entre su Filosofía Anatómica y los desarrollos de la actual Biología Evolucionaria del Desarrollo, que en los últimos años algunos autores han creído entrever<sup>1</sup>; sino para identificar cuáles fueron las contribuciones que este naturalista hizo, en su momento y con los recursos conceptuales y metodológicos que efectivamente disponía, a la marcha de la Historia Natural que antecedió a la Revolución Darwiniana.

Como Bachelard lo señalaba, hacer eso exige situarse en el presente de la ciencia; presuponiendo, inevitablemente, que ese presente marca el vector del progreso científico. Pero eso se hace para determinar en qué medida, y cómo, ciertos resultados, o ciertas innovaciones teóricas y metodológicas, efectivamente contribuyeron a que el desarrollo de una ciencia se orientase en la dirección que acabó llevándonos a ese presente en el que, ahora, nos situamos. No se trata, por eso, de procurar precursores que *hayan sabido antes lo que tanto costó saber después*. Hacer esto último implica negar que la ciencia actual haya precisado de una historia para producirse (CANGUILHEM, 1983, p.21)<sup>2</sup>. Se trata, por el contrario y como acabo de decir, de entender en qué medida, y de qué manera, ciertos trabajos científicos contribuyeron a que esa historia nos haya llevado hasta donde ahora estamos; aun cuando esa contribución haya seguido derroteros sinuosos e inicialmente desconcertantes, o casi imperceptibles, para nosotros.

Por eso, en lugar de deshonrar a Geoffroy con el pomposo e incomodo título de ‘visionario’ que, no sin generosidad, le han endilgado Hervé Le Guyader (1998, p.40), Alec Panchen (2001, p.45); y Paul Mazliak (2002, p. 34), yo intentaré mostrar cómo fue que sus trabajos efectivamente impactaron en la Historia Natural anterior al advenimiento del darwinismo. Mostrando, incluso, de qué manera dichos trabajos contribuyeron a ese advenimiento, sin por eso haberlo anticipado. Para ello, me centraré en las implicaciones de la Filosofía Anatómica de Geoffroy para el

desarrollo de la Anatomía Comparada, dejando más de lado la evaluación histórico-epistemológica de sus contribuciones al desarrollo de la Embriología<sup>3</sup> y la Teratología<sup>4</sup>. Éstas sólo serán referidas en la medida en que eso me ayude a analizar los aspectos de la Filosofía Anatómica que efectivamente quiero examinar. Y tampoco me ocuparé de las especulaciones transformistas de Geoffroy: no lo haré porque ellas no dejaron marcas significativas en el desarrollo de la Historia Natural<sup>5</sup>.

Mi estudio se centrará en lo que Geoffroy consideraba como los cuatro pilares de la Filosofía Anatómica: la *teoría de los análogos*; el *principio de las conexiones*; el *principio de la compensación de los órganos*<sup>6</sup>; y el *principio de las afinidades electivas de los elementos orgánicos* (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxi). Será a esas tesis que voy a evaluar desde la perspectiva histórico-epistemológica con la que digo comprometerme. Pero antes de iniciar el análisis de esos cuatro pilares, voy a presentar la *idea de unidad de composición orgánica* en su generalidad; refiriéndome también a la forma que ella tomó en la obra de algunos autores anteriores a Geoffroy. Hacer eso ya no permitirá entender mejor el valor teórico y heurístico de su Filosofía Anatómica. Con Geoffroy esa idea ganó contornos mucho más precisos que los que antes había tenido; y fue eso lo que le permitió transformarse en un genuino y poderoso instrumento de investigación morfológica.

En realidad, en la Historia de la Ciencia, la figura del *visionario*, o del precursor, puede ser tan denigratoria como Arturo Jauretche (2012[1968], p.134) nos enseñó que lo es la figura del *hombre que se adelantó a su tiempo* en Historia Política. Pero Geoffroy *no se adelantó a su tiempo*. La plena legitimidad y la extrema relevancia de su trabajo deben situarse, primeramente, en la Historia Natural de fines del Siglo XVIII y de la primera mitad del Siglo XIX. Es allí que él se afirmó teóricamente; y es allí que él encontró los materiales para forjar los recursos metodológicos y conceptuales que le permitieron desarrollar, y consolidar, una línea de trabajo, y no como una *iluminación*, que podemos reconocer como progresiva. Una línea de trabajo que, si nos permitiésemos recurrir al vocabulario de Althusser (1974, p.14), podríamos calificar como *teóricamente correcta*. Sabiendo, insisto, que dicha valoración se basa en esa actualidad de la Historia de la Ciencia a la que aludía Bachelard.

## 2 LA IDEA DE GEOFFROY

<sup>1</sup> Por ejemplo: Le Guyader (1998, p.278); Panchen (2001, p.41); Gould (2002, p.1106); Mazliak (2002, p.54); Arthur (2004, p.17); y Amundson (2005, p.127).

<sup>2</sup> Canguilhem caracteriza muy bien en qué consiste el error que esconde la ilusión del precursor. Pero quien mejor explica el origen de ese espejismo es Jorge Luis Borges (1980[1952], p.226-9) en su ensayo “Kafka y sus precursores” (CAPONI, 2009, p.69-70).

<sup>3</sup> Al respecto, véase: Russell (1916, p.69); Canguilhem et al. (1962, p.14); Duhamel (1972, p.344); Le Guyader (1988, p.110); y Fisher (1993, p.59).

<sup>4</sup> Al respecto, véase: Duhamel (1972); Fischer (1972a); y Le Guyader (1988, p.122).

<sup>5</sup> Esas especulaciones, que analicé en un trabajo anterior (Caponi, 2008a), quedaron expuestas en: “Le degré d’influence du monde ambiant pour modifier les formes animales”(GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1833).

<sup>6</sup> La expresión que usa Geoffroy es *principe o loi du balancement*. No existiendo en español la expresión *balanceamiento* opté por *compensación*; siguiendo así a Edward Stuart Russell (1916, p.73) que, en *Form and Function* se refiere a este principio de Geoffroy con la expresión *law of compensation*.

Étienne Geoffroy Saint-Hilaire [Étampes, 1772 - Paris, 1844] desarrolló prácticamente toda su carrera de naturalista como profesor del *Museo Nacional de Historia Natural* de Paris (cf. FISCHER, 1972B; THOMAS, 1999). En las primeras décadas del Siglo XIX, cuando esa institución era *la meca* de la Anatomía Comparada, y de todas las otras disciplinas que giraban en torno de ella, Geoffroy desempeñó un papel protagónico en ese ámbito institucional y disciplinar. En dicho periodo, que podríamos caracterizar como *el auge de la Historia Natural pre-darwiniana*, la importancia de su obra y figura sólo fue superada, y en cierto sentido opacada, por la gravitación de la figura y la obra de su colega, primero amigo y después rival, Georges Cuvier<sup>7</sup>. Lo que puede resultar curioso es que, hasta cierto punto, el conjunto de las contribuciones de Geoffroy parecen poder reunirse bajo la cobertura de una única idea fundamental: *la unidad de plan de composición* (LE GUYADER, 1998, p.10). Por eso Pierre Flourens (1864a, p.268) pudo llegar a tildarlo de *homo unius libri*; aunque hubiese sido mejor decir *homo unius thesis*.

En efecto, la tesis que articuló todos los trabajos de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, tanto en el campo de la Anatomía Comparada como en el campo de los estudios teratológicos y paleontológicos a los que también se abocó, fue aquella según la cual, de los moluscos al hombre, la configuración morfológica de todos los animales, no obstante la notoria variedad de sus formas, responde básicamente a un *plan único de composición*<sup>8</sup>. La expresión que él usaba era *Unité de composition organique* (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxiv): “unidad de composición orgánica”; y, en su relativamente temprana “Memoire sur les rapports naturels des makis-lemur”, esa idea, que en lengua inglesa pasó a ser designada con las expresiones ‘unity of plan’(WHEWELL, 1837, p.456) y ‘unity of type’(DARWIN, 1859, p.206), ya aparecía enunciada con toda claridad<sup>9</sup>.

Parecería que la naturaleza se ha encerrado dentro de ciertos límites, y ha formado todos los seres vivientes sobre un plan único, esencialmente el mismo en su principio, pero que ella modificó de mil maneras en todas sus partes accesorias. Si consideramos particularmente una clase de animales, es ahí sobre todo que su plan nos parecerá evidente: encontraremos que las formas diversas bajo las cuales ella hizo existir cada especie, derivan todas las unas de las otras; siéndole suficiente cambiar algunas proporciones de los órganos para adecuarlas a nuevas funciones, o para extender o restringir sus usos. El saco óseo del carayá, que le da a ese animal su notoria voz y puede percibirse delante de su cuello como una protuberancia de tamaño extraordinario, no es más que un

abultamiento de su hueso sublingual (hioides). La bolsa de las hembras marsupiales, un pliegue de la piel de gran profundidad; la trompa del elefante, una prolongación excesiva de sus narinas; el cuerno del rinoceronte, un montón considerable de pelos que se adhieren entre ellos, etc. De ese modo, las formas, en cada clase de animales, por variadas que ellas sean, resultan todas, en el fondo, órganos comunes a todos: la naturaleza se niega a emplear nuevos órganos. Así, todas las diferencias, incluso las más esenciales, que afectan a cada familia perteneciente a una misma clase, derivan solamente de otro arreglo, de una complicación, de una modificación, en fin, de esos mismos órganos (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1796, p.1-2)<sup>10</sup>.

Hay que convenir que esa tesis no carecía de precedentes respetables<sup>11</sup>. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (1847, p.142-5), hijo y principal biógrafo de Étienne, contabilizó ocho autores que, de algún modo, ya la habían enunciado, entrevisto, o presupuesto, antes que su padre la proponga en 1796. Ellos eran: Aristóteles; Pierre Belon; Isaac Newton; Buffon, Félix Vicq-D’Azir; Johann Gottfried Herder; Johann Wolfgang Goethe; y Philippe Pinel. Pero hay que matizar las cosas. Aquí tampoco debemos dejarnos llevar por el *mito del precursor*. En algún sentido, puede decirse que todos esos autores habían avizorado la idea de *unidad de plan*. Pero no todos lo hicieron con claridad; y ninguno de ellos llegó a darle una forma metodológicamente operativa, como pudo darle Étienne Geoffroy Saint-Hilaire.

En *Investigación sobre los animales* (ARISTÓTELES, 1992, 486a5/486b5), a veces denominada *Historia de los animales*, y en *Partes de los animales* (ARISTÓTELES, 2000, 644a/644b) pueden encontrarse algunas referencias, no demasiado precisas, a las analogías que pueden existir entre las partes de las especies de un mismo género máximo o entre algunas partes de las especies de distintos géneros máximos. Las primeras serían las que se dan entre todas las especies de ave, o todas las especies de *cuadrúpedos peludos*, que hoy llamaríamos mamíferos terrestres; y las segundas las que pueden encontrarse entre, por ejemplo, esos *cuadrúpedos peludos* y los *cuadrúpedos escamosos* como lagartos y cocodrilos<sup>12</sup>. Pero ahí no hay ninguna referencia a cualquier plan o esquema único bajo el cual esas partes se ordenen. La analogía, en todo caso, sería una analogía entre elementos considerados separadamente. Por eso Geoffroy decía que Aristóteles sólo había llegado a entrever uno de los elementos de la idea de *unidad de composición*, que era la *teoría de los análogos* (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxi).

El de Pierre Belon, a quien el propio Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1998[1830], p.174) rescató del olvido citándolo como uno de los

<sup>7</sup> Al respecto de la importancia del Museo Nacional de Historia Natural de Paris en el desarrollo de la Historia Natural durante las primeras décadas del Siglo XIX de Paris, y también al respecto de la trayectoria de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire dentro de ese contexto disciplinar e institucional, véase: Appel (1987, p.34-7); Laissus (1995, p.20-3); y Le Guyader (1998, p.7-9).

<sup>8</sup> Al respecto, ver: Perrier (1884, p.97); Russell (1916, p.53); Piveteau (1961, p.490); Dagonet (1972, p.327); Balan (1979, p.167); Appel (1987, p.85); Mazliak (2002, p.44); Guillo (2003, p.167); Ancet (2006, p.29); Schmitt (2006, p.214); y Ochoa y Barahona (2014, p.44).

<sup>9</sup> Véase: Perrier (1884, p.93); Le Guyader (1998, p.35); y Mazliak (2002, p.17).

<sup>10</sup> Inicialmente, esta memoria apareció en el primer tomo del Magasin Encyclopedique, o Journal des sciences, des lettres et des arts, en el mismo año de 1796 en el que fue publicada, por el propio Magasin Encyclopedique, la separata que aquí está siendo referida (cf. Geoffroy Saint-Hilaire, 1796, p.1n).

<sup>11</sup> Véase: Isidore Geoffroy Saint Hilaire (1841a, p.68-97); Edmond Perrier (1884, p.95-6); y Fernando Gil (1986, p.107-8).

<sup>12</sup> Al respecto, véase Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (1841a, p.70; 1847, p.144 n1). También: Lereboullet (1866, p.256); Russell (1916, p.6); Papavero et al (1995a, p.120); Louis (1975, p.154); Ross (1981, p.169); Lennox (2001, p.162); y Grene y Depew (2004, p.16).

precursores de la idea de *unidad de composición* (GEOFFROY SAINT-HILAIRE I., 1847, p.142), ya es un caso distinto. Este anatomista del Renacimiento, mostró que las piezas del esqueleto de las aves se correspondían con las del esqueleto de los ‘animales terrestres’ y del hombre; y también mostró que las posiciones relativas que esas piezas guardaban entre sí, se mantenían en los tres casos (BELON, 1555, p.38). Lo hizo con mucha precisión, indicando (con letras) la correspondencia entre los huesos de las aves y del hombre (BELON, 1555, p.40-1): éste era la referencia privilegiada de la Anatomía de su época<sup>13</sup>. Belon, de todos modos, no fue más allá de esa comparación (APPEL, 1987, p.70). No imaginó que allí pudiese estar la llave de un programa de investigación a ser ampliado y profundizado.

Newton (1952[1704], p.402) aludió a la “uniformidad en el cuerpo de los animales” en la cuestión 31 de la *Óptica* (cf. GEOFFROY SAINT HILAIRE I., 1841a, p.73-4). Pero lo hizo de un modo vago (GEOFFROY SAINT HILAIRE I., 1841a, p.75). Además, conforme dice Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (1847, p.143), nadie le prestó demasiada atención a ese pasaje de la *Óptica*, hasta el día en que Laplace le habría dicho a su padre: “Usted piensa como Newton!”. A partir de ese día, por supuesto, Etienne Geoffroy Saint Hilaire (1818, p.xvi; 1998[1830], p.142) no perdió la oportunidad de citar a Newton como siendo uno de sus mejores avales (cf. GEOFFROY SAINT HILAIRE I., 1841a, p.73). La función de los precursores puede ser apologética (cf. Fisher, 1993, p.58).

Quien sí se refirió a la idea de *unidad de plan de composición* con toda claridad, fue Buffon (GEOFFROY SAINT HILAIRE I., 1841a, p.75; CAPONI, 2010, p.70); sin duda el más importante de los ocho ‘precursores’ apuntados por Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Primero lo hizo en “El asno” (BUFFON, 1868[1753], p.35-6):

Si, en la inmensa variedad que nos presentan todos los seres animados que pueblan el universo, elegimos un animal, o incluso el cuerpo del hombre, para servir de base a nuestros conocimientos y remitirlo, por vía de la comparación, a los otros seres organizados, encontraremos que, aunque todos los seres existen solitariamente y que todos varían por diferencias graduadas al infinito, existe aun así un diseño primitivo y general que puede ser seguido muy lejos y cuyas degradaciones son más lentas que aquellas de las figuras y de las otras relaciones aparentes, porque, sin hablar de los órganos de la digestión, de la circulación y de la generación, que todos los animales poseen, y sin los cuales un animal dejaría de ser un animal y no podría ni subsistir ni reproducirse, hay incluso en las partes que más contribuyen a la diversidad de la forma exterior, una prodigiosa similitud que evoca necesariamente la idea de un primer diseño, sobre el cual todo parece haber sido concebido. El cuerpo del caballo, por ejemplo, que a

primera vista parece tan diferente del cuerpo del hombre, una vez que uno los compara detalladamente, parte por parte, en lugar de sorprenderse por la diferencia, uno se sorprende más por la semejanza singular y completa con la que ahí nos encontramos. En efecto, si se toma el esqueleto del hombre, inclinando los huesos de la pelvis, se acortando los de los muslos, piernas y brazos, alargando los de manos y pies, soldando las falanges, alargando las mandíbulas, acortando el hueso frontal, y alargando por último la espina dorsal, ese esqueleto dejará de representar los restos de un hombre y será el esqueleto de un caballo.

Trece años después, esa misma idea reapareció en la *Nomenclatura de los simios* (BUFFON, 1766a, p.28-9). Pero fue la primera formulación, la de “El asno”, la que tuvo más impacto. Quizá eso haya sido así porque, al enunciarla, Buffon (1868[1753], p.36) también se atrevió a sugerir que ese diseño primitivo podía inducir la idea de una filiación común de todos los animales: una conjetura audaz que él se recusó a sostener (CAPONI, 2010, p.67); y que también fue evocada, sin tampoco ser defendida, por dos filósofos cuyos nombres habrían podido abultar, sin por eso completar, esa lista de posibles precursores de la idea de *unidad de plan* que fue propuesta por Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Aludo a Denis Diderot y a Immanuel Kant; que también tomaron la idea de Buffon.

En *Pensées sur l'interprétation de la nature*, que fueron prudentemente publicados en forma anónima un año después que viese la luz “El asno”, Diderot (1754, §XII), sin dejar de atribuirle explícitamente a Buffon la idea que estaba discutiendo, se permitió decir que, al examinar la anatomía de los cuadrúpedos, es casi imposible no concluir “que sólo hay un animal prototipo de todos los animales, cuyos órganos la naturaleza no ha hecho más que alargar, acortar, transformar, multiplicar, obliterar”; y también reconoció, con toda la prudencia del caso, que esa idea podría llegar a inducirnos a creer en una posible filiación común de todos los seres vivos. Como también lo reconoce Kant<sup>14</sup>, cuando en la *Crítica de la Facultad de Juzgar*, dice que:

La concordancia de tantas especies animales en un cierto esquema común que no sólo parece subyacer a su esqueleto, sino también a la disposición de las demás partes, donde una admirable simplicidad del plan general ha podido, por el acortamiento de unas partes y el alargamiento de otras, el enrollamiento de éstas y el desenrollarse de aquéllas, producir una diversidad tan grande de especies, arroja, bien que débil, un rayo de esperanza en el ánimo, de que bien podría llegarse a algo aquí con el principio del mecanismo de la naturaleza, sin el cual no puede haber en absoluto una ciencia de la naturaleza. Esta analogía de las formas, en la medida en que [éstas], a despecho de toda diferencia, parecen ser generadas conforme un arquetipo común, refuerza la conjetura de un efectivo parentesco de ellas en la generación a partir de una madre originaria común, por la gradual aproximación de una

<sup>13</sup> Al respecto, véase: Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (1841a, p.71-2). También: Lereboullet (1866, p.256) y Papavero et al (1995b, p.143-5).

<sup>14</sup> Sobre la relación entre este parágrafo de la tercera crítica, y el ya citado pasaje de “El asno”, véase: Sloan (2006, p.633) y Huneman (2006, p.663).

especie animal a la otra, desde aquella en que el principio de los fines parece estar más acreditado, o sea el hombre, hasta el pólipo, y de éste, incluso a los musgos y líquenes y, por fin, a los grados más bajos de la naturaleza que podemos advertir, hasta la materia bruta: de ésta y de sus fuerzas parece derivar, según leyes mecánicas (al igual que éstas según las cuales opera en las generaciones de cristales), toda la técnica de la naturaleza, que en los seres organizados nos es tan inconcebible que nos creamos necesitados de pensar para ello en un principio distinto (KU §80, 363-4).

Pero, según Kant (KU §80, 366n), esa hipótesis era una “audaz aventura de la razón” que, aunque se le pasaba por la cabeza a casi todos los naturalistas, carecía, sin embargo, de todo apoyo empírico por el simple hecho de que nunca se había visto que un animal de una especie engendrara vástago de otra especie. Para Kant, entonces, al igual que para Buffon y Diderot, la unidad de tipo podía afirmarse independientemente de cualquier idea de filiación común. En Darwin (1859, p.206), es verdad, esas dos ideas convergerían en una única tesis (CAPONI, 2011, p.48); pero en ellos eran tratadas como tesis diferentes: se podía pensar que el esqueleto humano era una deformación del esqueleto del caballo, sin que eso obligase a admitir que existía una relación genealógica entre ellos. Se trataba de una cuestión puramente morfológica. Y creo que ese también es el caso de los otros autores cuyos nombres completan la lista de Isidore Geoffroy Saint-Hilaire: además de que sus referencias a la unidad de plan también parecen un eco de aquel celeberrimo pasaje de “El asno” que aquí cité, ese reconocimiento de la *unidad de composición orgánica* no aparece vinculado a cualquier tesis genealógica.

En su “Premier discours sur l’Anatomie”, Felix Vicq D’Azir (1805[1786], p.32) afirma que: “La naturaleza parece seguir un tipo o modelo general, no solamente en la estructura de los diversos animales [...] sino también en la estructura de los diferentes órganos; y uno no sabe de qué admirarse más: si de la abundancia con la cual las formas varían, o si de la constancia y de la suerte de uniformidad que un ojo atento descubre en la inmensa extensión de sus producciones” (GEOFFROY SAINT HILAIRE I., 1841a, p.82-3; 1847, p.143 n5). Pero, como ya lo señaló Dominique Lereboullet (1866, p.256), a este respecto también se puede citar la “Mémoire sur les rapports que se trouvent entre les usages et la structure des quatre extrémités dans l’homme et dans les quadrupèdes”, en la que Vicq D’Azir (1805[1774], p.316) ya sugiere que la naturaleza “parece haber impreso a todos los seres dos caracteres en nada contradictorios, el de la constancia en el tipo y el de la variedad en las modificaciones”.

Herder (1827[1785]), por su parte, afirmó la unidad de tipo en su obra *Ideas sobre la Filosofía de la Historia de la Humanidad* (GEOFFROY SAINT HILAIRE I., 1841a, p.79-82; 1847, p.144 n2)<sup>15</sup>. Lo que él dijo fue que: “en toda la creación animada, se ve dominar entre tantos seres diferentes una cierta uniformidad de

organización, y por así decir un tipo ejemplar, que se modifica entro de la más abundante variedad” (HERDER, 1827[1785], p.89-90); y también que: “la naturaleza, dentro de la variedad infinita que ella ama, parece haber construido todas las criaturas vivientes sobre nuestra Tierra según un mismo y único *tipo de organización*” (HERDER, 1827[1785], p.91).

Philippe Pinel, mientras tanto, aludió a la unidad de composición orgánica en una memoria sobre el cráneo de los elefantes que fue publicada en el tomo 43 del célebre *Journal de Physique*, aparecido en julio de 1793 (GEOFFROY SAINT HILAIRE I., 1847, p.145 n1). Allí, en una nota a pie de página referida a ciertas suturas óseas que se dan en “el hombre, en los simios y en otros animales”, pero curiosamente no en el elefante, Pinel (1793, p.51-2) dice que “la naturaleza ha variado las formas y los rasgos accesorios, conservando siempre, sin embargo, una cierta conformidad con el tipo primitivo que ella parece haber adoptado”. Isidore Geoffroy Saint Hilaire (1847, p.145 n1) aseguraba, además, que en una primera versión inédita de dicha memoria, de la cual él poseía un manuscrito autografiado, Pinel hacía una segunda referencia a ese mismo *tipo primitivo*.

Ya de Goethe, lo que se sabe, o se considera sabido, es que él aludió a la *unidad de composición orgánica* en trabajos que escribió en 1795 (GOETHE, 1837[1795] p.26) y en 1796 (GOETHE, 1837[1796], p.68), pero que sólo publicó en 1817<sup>16</sup>. En uno de esos textos, él decía que, “al crear los organismos perfectos, la naturaleza trabajó según un diseño primitivo” (GOETHE, 1837[1796], p.68); y si ahí no quiere escucharse el eco de Buffon, habrá entonces que escuchar el eco de Kant, que ya es un eco de Buffon. Pero no creo sea necesario postular esa mediación: la obra de Buffon era tan leída, y la erudición de Goethe era tan basta, que se hace difícil pensar que él no conociese “El asno”. Como ciertamente lo conocía Jean Claude Delamétherie; que también llegó a afirmar la idea de composición orgánica (DELAMÉTHÉRIE, 1804, p.419), aunque ya lo hizo después del propio Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (CAPONI, 2014, p.23).

Este último, de todos modos, también se inspiró en Buffon (FLOURENS, 1864a, p.270); y así lo reconocía (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1837, p.538). Además, aunque conforme ya dije, Geoffroy haya llegado a sostener tesis transformistas, el foco de sus estudios anatómicos estuvo en las analogías morfológicas que podían establecerse entre las distintas clases de organismos, no en su genealogía. Las *derivaciones* de una estructura a otra a las que él se refería en la memoria sobre los lémures, eran primariamente morfológicas: no evolutivas.

Las relaciones de filiación entre las diferentes familias de seres vivos podían insinuarse en esas analogías morfológicas; pero el objetivo de la Filosofía Anatómica no era el establecimiento de esas

<sup>15</sup> Isidore Geoffroy Saint Hilaire cita la misma traducción de Herder, hecha por Edgar Quinet, que aquí estoy referenciando.

<sup>16</sup> Así lo señalan: Henri de Blainville (1845, p.490); Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (1847, p.144 n3); Edward Stuart Russell (1916, p.46); Bernard Balan (1979, p.164); y Stephan Schmitt (2006, p.241).

filiaciones: su objetivo se agotaba en el propio establecimiento de las analogías (RUSSELL, 1916, p.66). Pero ahí, importa decirlo, ya había todo un vasto y arduo programa de investigación a ser realizado<sup>17</sup>: un programa de investigación que ninguno de sus ‘precursores’ llegó siquiera a vislumbrar; y que además, como Russell supo subrayarlo (1916, p.247) sentó una de las bases sobre las que después se asentó la teoría de la filiación común propuesta por Darwin (1859, p.437).

En efecto, hasta Étienne Geoffroy Saint-Hilaire nadie había pensado en la posibilidad de que la idea de *unidad de plan de composición* pudiese fundar y articular todo un programa efectivo de investigación en Anatomía Comparada (LEREBOLLET, 1866, p.256; PIVETEAU, 1961, p.489); y ahí reside la importancia de su trabajo en el desarrollo de la Historia Natural: en ese punto, que es el crucial, Geoffroy no tuvo precursores (GEOFFROY SAINT-HILAIRE I., 1841a, p.85); y sí muchos continuadores. Antes de él, como con toda justicia lo señaló su hijo (GEOFFROY SAINT-HILAIRE I., 1847, p.145), la tesis de la *unidad de composición* había tenido muy poca influencia en el desarrollo de investigaciones empíricas concretas. Fue sugerida y enunciada, sí, pero lo cierto es que nadie intentó demostrarla; y así ella quedó, como también dice Isidore (GEOFFROY SAINT-HILAIRE I., 1847, p.148), sin partidarios y sin adversarios. Geoffroy, en cambio, se empeñó decididamente en estudios anatómicos que llevasen a su demostración; delineando así una estrategia general de trabajo que fue efectivamente seguida por muchos otros naturalistas.

### 3 UNIDAD DE TIPO Y CONDICIONES DE EXISTENCIA

Pero en el modo en el que Geoffroy piensa la unidad de composición orgánica hay otra novedad que también importa señalar. Una novedad que tiene que ver con cierta tensión, no necesariamente una contradicción, entre lo que, siguiendo a Cuvier (1817, p.6) podríamos definir como las exigencias derivadas del Principio de las Condiciones de Existencia, y, del otro lado, aquello que podríamos caracterizar como las restricciones impuestas por ese plan único de composición al que se ajustarían todas los animales (cf. WHEWELL, 1837, p.457; RUSSELL, 1916, p.78)<sup>18</sup>. Las primeras son exigencias que tienen que ver con la viabilidad y la integración funcional de los seres vivos<sup>19</sup>. Las segundas, mientras tanto, derivan del esquema morfológico general al que los animales parecen ajustarse. Lo que Geoffroy puso en evidencia, de un modo provocativo e inédito, fue que entre ambas cosas no había solidaridad: la unidad de tipo no respondía a las exigencias de las condiciones de existencia.

<sup>17</sup> Véase: Russell (1916, p.56); Appel (1987, p.85); y Ochoa y Barahona (2014, p.46).

<sup>18</sup> Ver también: Ruse (1983, p.189); Appel (1987, p.9); Amundson (1998, p.154 & 2001 p.307); Gould, (2002, p.329); Barahona y Ochoa (2014, p.29).

Esa tensión no parece verificarse en la concepción marcadamente teleológica que Aristóteles (2000, 639b/640b) tenía de de la naturaleza en general y de los seres vivos em particular (cf. LENNOX, 2001, p.237-42; MARTINS, 2015, p.88-92). Y está ausente cuando Newton (1952[1704], p.402-3), en el mismo párrafo de la *Cuestión 31* de la *Óptica*, afirma simultáneamente la unidad de tipo y el ajuste funcional de las estructuras biológicas. Pero lo interesante es que dicha tensión tampoco aparece en el pensamiento de ese empedernido detractor de las causas finales que fue Buffon (2007[1755], p.623). En la *Nomenclatura de los simios* (BUFFON, 1766b, p.28-9), la unidad de tipo es descripta en términos funcionales: todo lo que se respira, se nutre, se desarrolla y reproduce tiene que tener la misma organización (CAPONI, 2010, p.132-3). O como lo explica Jacques Roger (1993, p.580): para Buffon, “todos los seres vivos se parecen porque, para subsistir, ellos debieron cumplir [...] tres funciones [la nutrición, el desarrollo y la reproducción] sin las cuales no habría vida”.

Vicq-D’Azir (1805[1786], p.22), que asumía la misma integración funcional de estructuras que Cuvier (1992[1812], p.97) expresó en su *principio de correlación de los órganos*, también parecía ajeno a cualquier tensión entre esa idea y la de *unidad de tipo* (PAPP Y BABINI, 1958, p.160); y lo mismo ocurría con Goethe (1837[1796], p.63), que también postulaba algo muy próximo a la *ley de Cuvier*, sin considerar que eso pudiese estar en conflicto con la postulación de la unidad de tipo<sup>20</sup>. Kant, por su parte, no tenía ninguna posibilidad de ver ahí cualquier conflicto: su idea de los seres vivos como productos organizados de la naturaleza (KU §66, 292) sólo podía obligarlo a considerar la unidad de tipo como resultantes de exigencias funcionales universales (KU §80, 364)<sup>21</sup>. Geoffroy, en cambio, consideraba que el ajuste de los animales a la unidad de composición era un dato anterior e independiente de cualquier exigencia funcional; y eso fue muy importante para el desarrollo de la Anatomía Comparada. Por qué fue así lo veremos un poco más adelante, cuando trace un contraste más claro entre las perspectivas de Geoffroy y Cuvier.

### 4 EL CRITERIO EMBRIOLÓGICO Y LOS PILARES DE LA FILOSOFÍA ANATÓMICA

En la ya mencionada *Memoire sur les rapports naturelles des makis-lemur*, Geoffroy Saint-Hilaire (1796) procuró establecer la validez de la idea de *plan único de composición orgánica* para la clase de los mamíferos y principalmente de los primates (LE GUYADER, 1998, p.36). Más allá de eso, conforme observa Le Guyader (1998, p.36),

<sup>19</sup> Al respecto, ver: Russell (1916, p.34); Grene (2001, p.188); Grene y Depew (2004, p.139); y Caponi (2008b, p.42).

<sup>20</sup> Así lo señalan: Russell (1916, p.47); Balan (1979, p.166); y Esposito (2013, p.26).

<sup>21</sup> Al respecto, ver: Huneman (2006, p.663); Ruse (2006, p.407); y Caponi (2012, p.65).

ese cumplimiento no podía corroborarse debido a la ausencia de un método claro para hacerlo; y esa limitación sólo sería superada once años más tarde, cuando Geoffroy (1807) consiguió aplicar su principio de la *unidad de composición* al conjunto de los vertebrados, comparando las cabezas óseas de mamíferos, aves, reptiles y peces. Así, él pudo constatar y mostrar que, no obstante las apariencias, esas cabezas obedecían, todas, a un mismo plan que, si en algunos casos no llega a verificarse comparando cráneos adultos, sí puede percibirse comparando cráneos de embriones (GEOFFROY, 1807, p.344): allí puede verse que las piezas involucradas en la composición del cráneo son las mismas en todas las clases de vertebrados (LE GUYADER, 1998, p. 36).

Aplaudido y hasta aplicado por el propio Cuvier (1812, p.117)<sup>22</sup>, ese procedimiento fue, ciertamente, una de las contribuciones más significativas, y de mayor impacto, que Geoffroy Saint-Hilaire pudo hacer al desarrollo de los estudios morfológicos<sup>23</sup>. Una contribución que no se agotaba en el hecho establecido, sino que además instituía un nuevo y poderoso recurso metodológico (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1829, p.36), que fue crucial, incluso, para el posterior desarrollo de la Biología Evolucionaria<sup>24</sup>. Aludo a eso que Edward Stuart Russell (1916, p.133 y ss) llamó ‘criterio embriológico’: las homologías, o analogías – que fue como siempre Geoffroy las llamó –, que no se verificasen en la Anatomía Comparada, podían, sin embargo, ser constatadas en la Embriología Comparada (SERRES, 1842, P.58; FLOURENS, 1864b, p.387). Ésta podía corregir las *falsas identidades*, pero también las falsas diferencias, establecidas por aquella (cf. HUXLEY: 1898[1854], p.283; 1893[1863], p.327). Los dientes, que si consideramos al pájaro adulto parecen hurtarse al plan de composición de las aves, no faltan a la cita, como primordios que después no se desarrollan, si se mira lo que ocurre dentro de un huevo (cf. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1824, p.21).

Además, en la memoria de 1807 en la que él presentó sus observaciones sobre los cráneos de los vertebrados, Geoffroy ensayó una segunda formulación de la idea de *unidad de plan de composición* que resultó mucho más clara, y precisa, que aquel mero eco de Buffon que encontramos en su memoria sobre los lémures de 1796. Lo que allí podemos leer ya es esto:

La naturaleza trabaja constantemente con los mismos materiales, siendo ingeniosa sólo al variar las formas. [...] La vemos tender siempre a hacer reaparecer los mismos elementos, en igual número, en las mismas circunstancias y con las mismas conexiones. Si ocurre que un órgano toma un crecimiento extraordinario, la influencia se torna patente en las partes vecinas, que entonces no llegan a tener su desarrollo habitual; pero ninguna deja de ser conservada aunque sea en un grado tal de pequeñez que las torna a menudo sin utilidad: devienen rudimentos que

testimonian de alguna forma la permanencia del plan general (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1807, p.343).

En ese párrafo, Geoffroy presenta los pilares fundamentales de su Filosofía Anatómica (LE GUYADER, 1998, 36-7). Uno es la *Teoría de los Análogos*: “La naturaleza trabaja constantemente con los mismos materiales”. Pero allí también están el *Principio de las Conexiones*: “la naturaleza hace reaparecer los mismos elementos, en igual número, en las mismas circunstancias y con las mismas conexiones”; y el *Principio de la Compensación de los Órganos*: “si un órgano toma un crecimiento extraordinario, las partes vecinas no llegan a tener su desarrollo habitual”. Así, si se compara ese párrafo de 1807 con la presentación completa, y ya definitiva, de los principios de la Filosofía Anatómica que fue propuesta quince años más tarde (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxi-xxxiii), puede decirse que lo único que falta ahí es el *principio de las afinidades electivas* de los elementos orgánicos. Principio al que, en su decrepitud, Geoffroy (1839b, p.228; 1839e, p.315) erigió en la *ley universal de la atracción de soi pour soi*.

En efecto, en el discurso preliminar a la *Philosophie Anatomique des Monstruosités Humaines*, Geoffroy (1822, p.xxxi) afirma que su método de trabajo supone “la íntima asociación de cuatro reglas o principios”: “La teoría de los análogos, el principio de las conexiones, las afinidades electivas de los elementos orgánicos, y la compensación de los órganos”. Pero, si quiere entenderse cabalmente la naturaleza del programa de Geoffroy, es importante percibir que se trata de principios cuya naturaleza, y cuyo valor para el desarrollo de los análisis morfológicos, es muy diferente. Si alguien procurase articular una axiomatización de la Filosofía Anatómica, difícilmente podría tratar esos enunciados como poseyendo importancia y funciones teóricas análogas. Además, su impacto en el devenir de la Historia Natural también fue muy disímil.

## 5 PIEZAS ANÁLOGAS EN CONEXIONES CONSTANTES

El primero de esos principios, la Teoría de los Análogos, es la presuposición de que los materiales de los que se componen los animales son siempre los mismos (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxi). Para entenderlo correctamente es menester considerar que, con la palabra ‘materiales’, Geoffroy – conforme Goethe (1837[1832], p.177) percibió que era necesario aclarar – no aludía ni a los propios órganos que se integran en un animal, ni a los tejidos de los que esos órganos están hechos. Para Geoffroy, los *materiales* eran las piezas de las que se compone un órgano o una

<sup>22</sup> Véase: Appel (1987, p.91); Duris y Gohau (1997, p.163); Le Guyader (1998, p.38); y el propio Geoffroy Saint-Hilaire (1818, p.23n1).

<sup>23</sup> Sólo reitero la apreciación de Flourens (1852, p.17); Perrier (1884, p.98); Cahn (1972, p.307); Bourdier (1972, p.319); Appel (1987, p.85); Le Guyader (1998, p.35); Mazliak (2002, p.39); y Schmitt (2006, p.215).

<sup>24</sup> Al respecto de esa importancia del criterio embriológico en el desarrollo de la perspectiva evolucionista, véase: De Beer (1958, p.149); Bowler (1996, p.74); Schmitt (2006, p.215); y Nyhart (2009, p.195).

estructura. Así, los materiales del cráneo no son otra cosa que los huesos que lo componen; y lo mismo se puede decir del esternón, o de cualquier otra estructura ósea compleja.

Por eso, la descripción anatómica completa del esternón o del cráneo de cualquier vertebrado debía poder identificar todas esas piezas, por lo menos en alguna etapa del desarrollo de esa estructura. “La predicción a las que nos lleva esta verdad”, decía Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1818, p.xxxii), es que “siempre encontraremos, en cada familia, todos los materiales orgánicos que habíamos percibido en otra”. Puede decirse, en este sentido, que la Teoría de los Análogos funciona como un *principio de parsimonia* que nos obliga a suponer que la naturaleza trabaja siempre con un repertorio acotado de materiales, al que nuestras descripciones anatómicas deben atenerse, sin por eso negar que dichos materiales puedan presentarse con configuraciones diversas asociadas con diferentes funciones.

Los naturalistas, decía Étienne Geoffroy Saint Hilaire (1818, p.xxii) en el discurso preliminar al primer volumen de la *Philosophie Anatomique*, deben aceptar que “un órgano variando en su conformación, pase a menudo de una función a otra”. Ellos, decía también a continuación, pueden constatar eso siguiendo “el pié delantero tanto en sus diversos usos como en sus numerosas metamorfosis”: viéndolo “sucesivamente aplicado al vuelo, a la natación, al salto, a la carrera, etc.; siendo aquí un útil para buscar, allá un gancho para trepar, en otra parte armas defensivas u ofensivas; o incluso devenir, como en nuestra especie, el principal órgano del tacto, y, consiguientemente, uno de los medios más eficaces de nuestras facultades intelectuales” (GEOFFROY SAINT HILAIRE, 1818, p.xxii-xxiii).

Los huesos operculares de las agallas de los peces, que Geoffroy Saint Hilaire (1817, p.127; 1818, p.16; 1998[1830], p.194) consideraba los análogos de los huesos del oído de los mamíferos (SCHMITT, 2006, p.215), serían un putativo ejemplo de eso que Geoffroy quería indicar (cf. FLOURENS, 1819, p.19)<sup>25</sup>. La Teoría de los Análogos, según leemos en ese mismo discurso preliminar que acabo de citar en el párrafo anterior, llevaba a suponer “que no hay creación particular y exclusiva en lo atinente a los órganos respiratorios de los peces” (GEOFFROY SAINT HILAIRE, 1818, p.xxxv); y el análisis anatómico de Geoffroy parecía ratificar esa presunción (cf. OWEN, 1848, p.73), no obstante la impugnación de Cuvier y Valenciennes (1828, p.406). “Si la naturaleza creó músculos específicos para los reptiles y otros para los peces”, decían éstos dos, “¿por qué ella no habría podido crear huesos?” (CUVIER; VALENCIENNES, 1828, p.406).

<sup>25</sup> Pero estrictamente hablando, no lo eran (SCHMITT, 2006, p.215). Según mostró Carl Reichert, en 1837, los huesos del oído de los mamíferos eran homólogos de huesos que, en los peces, estaban funcionalmente vinculados al encaje de la mandíbula (APPEL, 1987, p.206; SCHMITT, 2006, p.215). Pero, en lo fundamental, el resultado de Reichert fue una victoria de Geoffroy. Lo fue porque esa refutación de Geoffroy fue producida siguiendo la metodología que él mismo había aplicado a los cráneos: el

Geoffroy, tal como lo explica Russell (1916, p.305), “sostenía que la naturaleza no forma nada nuevo, sino que adapta los *materiales de organización* ya existentes para responder a nuevas necesidades”. Cuvier, por su parte y como Russell (1916, p.305) también lo explica, “estaba siempre listo a admitir el poder de la naturaleza para formar órganos enteros en respuesta a nuevos requerimientos funcionales”. Y, con el Principio de las Conexiones, a esa *economía de los materiales*, Geoffroy agregaría una constancia en la disposición en la que dichos materiales podían presentarse (FISHER, 1993, p.58): “un órgano es alterado, atrofiado, aniquilado, antes que transpuesto” (GEOFFROY SAINT HILAIRE, 1818, p.xxxx).

Las cosas, decía Flourens (1864e, p.723) explicando a Geoffroy, “cambian de función, de tamaño, y hasta pueden desaparecer, pero su posición relativa permanece”. Aunque vale aclarar que esa desaparición siempre ocurrirá en una etapa particular del desarrollo: los dientes no están en la gallina, pero hasta un momento de su vida al interior del huevo, el pollito no deja de exhibirlos. Por eso, necesariamente, en la perspectiva de Geoffroy, la Anatomía Comparada debe complementarse con la Embriología Comparada (LE GUAYADER, 1988, p.111). Lo que no ocurría en la perspectiva de Cuvier (CAPONI, 2006, p.49; 2008b, p.90), que era una Anatomía Comparada de los organismos adultos (BALAN, 1979, p.168).

Así, si la Teoría de los Análogos puede ser entendida como un *principio de economía – ossa non sunt multiplicanda praeter necessitatem* –, el Principio de las Conexiones (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxii), debe ser considerado como un *principio de coexistencia*. Semejante, en ese sentido, al Principio de la Correlación de las Formas en los Seres Organizados postulado por Cuvier (1992[1812], p.97): “todo ser organizado forma un conjunto, un sistema único y cerrado, en el cual todas las partes se conectan mutuamente, y convergen a la misma acción definitiva por una reacción recíproca” (cf. BOUTROX, 1950[1893], p.92; CASSIRER, 1944, p.165). La diferencia crucial estriba en que, mientras la *ley de Cuvier* postula que las correlaciones de órganos dentro de cada tipo de ser vivo estaban estrictamente ajustadas a requerimientos de integración funcional (CAPONI, 2008b, p.46-7), el principio de Geoffroy postulaba una coexistencia de materiales unilateralmente ajustada a posiciones relativas, o *conexiones*, constantes.

Es decir: según el *principio de las conexiones*, las piezas de las que se componen las estructuras orgánicas, ese repertorio limitado de materiales al que aludía la Teoría de los Análogos, siempre se posicionaban, unas con relación a las otras, de acuerdo a una pauta constante en todos los animales (GOULD, 2002, p.300; AMUNDSON, 2005, p.61). Eso debía verificarse analizando una

método o criterio embriológico (APPEL, 1987, p.206; SCHMITT, 2006, p.215). Y también fue una victoria de Geoffroy porque ese resultado ejemplifica el cambio de función de las estructuras hoy dichas ‘homólogos’, “que estaba implicado en la Teoría de los Análogos” (APPEL, 1987, p.207).

vértebra, donde las cuatro piezas intercalares y las cuatro piezas basales deberán mantener posiciones relativas constantes en todos los vertebrados; pero también debía verificarse analizando aspectos morfológicos más generales: según Geoffroy, la posición relativa de cabeza, tórax y abdomen también era constante en todos los animales. Tanto sus trabajos sobre los insectos (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1998[1820]; 1998[1822])<sup>26</sup>, como su apoyo al trabajo de Laurent y Meyraux sobre la morfología de los moluscos (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1998[1830], p.153)<sup>27</sup> respondían a esa tesis.

Fue esa progresiva radicalización de sus tesis, de los vertebrados a los moluscos, pasando por los insectos, lo que lo condujo a Geoffroy hasta la *polémica de los análogos*: su célebre discusión pública con Cuvier (CAPONI, 2006). Fue ahí, defendiendo sus posiciones, que Geoffroy enunció la idea de *unidad de composición orgánica* en su forma más radical: “No hay animales diferentes. Un único hecho los domina, es como un único ser que aparece. Él está, él reside, en la animalidad (*l’animalité*); ser abstracto, sólo tangible por nuestros sentidos bajo figuras diversas” (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1998[1830], p.141). Aquí, sin embargo, no examinaré ese episodio, que ya ha sido objeto de muchos estudios<sup>28</sup>. Para los objetivos de este trabajo es más interesante mostrar las consecuencias más directas de la Teoría de los Análogos y el Principio de las Conexiones en el trabajo de los naturalistas.

## 6 DE LA FILOSOFÍA ANATÓMICA AL EVOLUCIONISMO DARWINIANO

De la Teoría de los Análogos y del Principio de las Conexiones, considerados conjuntamente, se deriva la regla metodológica, primera y fundamental, de la Filosofía Anatómica delineada por Geoffroy. La misma podría enunciarse así: *Dado cualquier animal [combinando Anatomía y Embriología Comparadas], muéstrase que sus estructuras están compuestas de los mismos materiales que ya fueron identificados en las otras especies y que su posición relativa es la*

*misma*. Pero, por lo general, se trabajaba siguiendo enunciaciones particularizadas de ese mismo principio: enunciaciones donde el mismo sólo se aplicaba a taxones más restrictos; como el de los mamíferos, o el de los vertebrados, tomados en su totalidad. Que fue lo que el propio Geoffroy hizo, salvo en el caso de los insectos. Casos extremos como el de Laurent y Meyraux no son representativos del impacto de la Filosofía Anatómica en el trabajo de los naturalistas.

Para dimensionar correctamente el impacto de la Filosofía Anatómica de Geoffroy, es menester percibir que, hasta cierto punto, esa *filosofía* sólo estaba explicitando, y dando su debida importancia, a presupuestos que, de algún modo, ya estaban implícitos en el trabajo de los naturalistas. Presupuestos que, a veces, es verdad, no eran rigurosamente respetados; y que a partir de Geoffroy pudieron ser seguidos con mayor rigor y mayor coherencia. Quedando en evidencia, de ese modo, un posible conflicto de jerarquía epistemológica entre ellos y otros principios metodológicos que también eran seguidos por los naturalistas. Tal el caso de las correlaciones funcionales que Cuvier propugnaba como siendo las fundamentales.

Esto último, sin embargo, importa menos que entender que la Filosofía Anatómica no fue el producto de la especulación desbocada de un visionario; sino que ella estaba enraizada en la práctica efectiva de la Anatomía Comparada, siendo por eso que su impacto en dichos estudios fue inmediato y profundo. Geoffroy trajo a la luz algo que, de algún modo, los naturalistas ya vislumbraban vaga y confusamente en sus investigaciones morfológicas (SCHMITT, 2006, p.248). Pero también mostró, por la infalible retórica de los resultados concretos, que la aplicación coherente de esos presupuestos podía producir descubrimientos muy importantes, como aquel sobre los cráneos; que nunca hubiesen sido alcanzados si se procedía de modo poco coherente: arriando los principios ante cualquier dificultad, como lo haría un marxista de la línea de Groucho.

La promesa de resultados teóricamente significativos pero metodológicamente factibles, explica el influjo que los trabajos y

<sup>26</sup> Al respecto, ver: Flourens (1864a, p.272); Perrier (1884, p.103); Russell (1916, p.60); Piveteau (1950, p.348); Bourdier (1972, p.319); Appel (1987, p.110); Le Guyader (1988, p.99; 1998, p.68); Duris y Gohau (1997, 163); Mazliak (2002, p.46); Amundson (2005, p.6); y Ochoa y Barahona (2014, p.49).

<sup>27</sup> Al respecto, véase: Whewell (1837, p.460); Flourens (1852, p.19; 1864a, p.269); Russell (1916, p.64); Piveteau (1950, p.353); Bourdier (1972, p.319); López Piñero (1992, p.26); Mazliak (2002, p.49); Ochoa y Barahona (2014, p.51).

<sup>28</sup> La referencia fundamental para conocer el contexto, el curso y el desenlace de esa polémica es el libro *Principes de Philosophie Zoologique*, que el propio Geoffroy publicó en 1830 (GEOFFROY SAINT-HILAIRE 1998 [1830]). Allí, además de un Discurso Preliminar en el que Geoffroy hace una presentación general de sus posiciones, se encuentran compiladas las intervenciones de ambos contendientes y las recensiones de las discusiones aparecidas en los periódicos *Les Temps* y *Le National*. Junto con otros importantes trabajos de Geoffroy, esos Principes – de los cuales hay una edición argentina (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 2009[1830]) – fueron reeditados, integralmente, por Hervé Le Guyader (1998), como apéndice de Geoffroy Saint-Hilaire: un naturaliste visionnaire. Además, ya en el siglo XIX se hicieron importantes reseñas y estudios sobre esa discusión: la primera fue la del propio

Goethe (1837[1830], 1837[1832]); pero también hay que mencionar las de William Whewell (1837, p.456-472); Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (1847, p.386-396); Edmond Perrier (1884, p.129-141); Pierre Flourens (1864a, 1864b, 1864c, 1864d; 1864e); y Marie-Henri Ducrotay de Blainville (1890, p.357-378). Ya en el siglo XX, la polémica ocupó la atención de Edward Russell (1916, p.64-6); Immanuel Radl (1931, p.327-9); Erik Nordenskiöld (1935, p.341-3); Jean Piveteau (1950, p.350-8; 1961, p.491-2); Bernard Balan (1979, p.171-4); Hervé Le Guyader (1988, p.123-5); Patrick Tort (1989, p.115-140); y Cédric Grimoult (1998, p.47-114). Y, en lo que va del Siglo XXI, también se ocuparon del asunto Eric Buffetaut (2001, p.80-7); Marjorie Grene (2001, p.187-211); Paul Mazliak (2002, p.50-3); Stephen Gould (2002, p.304-9); Dominique Guillo (2003, p.158-160); Jan Sapp (2003, p.13-5); Marjorie Grene y David Depew (2004, p.128-53); Ron Amundson (2005, p.56-58); Stéphane Schmitt (2006, p.224-6); Gustavo Caponi (2006, p.34-54; 2008b, p.77-96); Juan Zamora (2008, p.375-432); y, más recientemente, Carlos Ochoa y Ana Barahona (2014, p.51-61). Creo, sin embargo, que los estudios más completos y profundos sobre la polémica de los análogos siguen siendo el libro de Toby Appel (1987), *The Cuvier-Geoffroy debate*, y el de Hervé Le Guyader (1998), *Geoffroy Saint-Hilaire: un naturaliste visionnaire*.

tesis de Geoffroy ejercieron ya en las primeras décadas del siglo XIX, transformándose en guía y referencia del trabajo de muchos naturalistas. Pero, para entender la naturaleza de ese influjo, puede ser más útil pensar en la Paleontología que en la propia Anatomía Comparada; y es ahí, además, en donde queda más claro el principal punto de disenso entre Cuvier y Geoffroy. Se trata de algo que tiene que ver con esa relación entre *unidad de tipo y condiciones de existencia* a la que aludí cuando comparé a Geoffroy con Buffon, Kant y Goethe. La posición relativa de los materiales orgánicos, conforme Geoffroy insistía en clara contradicción con Cuvier, no respondía a exigencias funcionales (RUSSELL, 1916, p.305). Esas exigencias, en todo caso, sólo serían satisfechas dentro del marco de restricciones morfológicas impuestas por esa pauta morfológica. Y eso, según Geoffroy, debía ser considerado como el punto de partida de la reconstrucción de cualquier fósil.

Cuvier (1992[1812], p.97) argumentaba como si dichas reconstrucciones estuviesen basadas en correlaciones puramente funcionales (CASSIRER, 1948, p.162; Caponi, 2008b, p.59). Algunas de ellas eran muy obvias; como la correlación que debe guardar un húmero, grande y pesado, con el tamaño y la robustez del acromion, la clavícula, el omoplato, y los demás piezas del hombro. Otras podían ser más complejas. Como es el caso de esta que propone el propio Cuvier (1992[1812], p.97-8):

Si los intestinos de un animal están organizados para comer exclusivamente carne fresca, es necesario que sus mandíbulas estén construidas para devorar una presa, sus garras para sujetarla y rasgarla; sus dientes para despedazar y dividir la carne; el sistema entero de sus órganos de movimiento para perseguirla y alcanzarla; sus órganos de los sentidos para verla desde lejos; y es incluso necesario que la naturaleza hay puesto en su cerebro el instinto necesario para saber esconderse y tender trampas a sus víctimas.

Así, si encontramos fragmentos de una gran mandíbula de carnívoro, que exhibe colmillos tipo *tigre dientes de sable*, eso nos permitirá saber mucho sobre los demás sistemas de órganos de ese animal: inferiremos que tenía garras e intestinos acordes a esa dieta; pero también un cráneo, y un cuello, lo suficientemente grandes y fuertes como para sostener esa mandíbula, y esos caninos, haciéndolos funcionar. Como también inferiremos algo del tamaño de su húmero, a partir del resto de omoplato que encontramos junto con la mandíbula (cf. CUVIER, [1812]1992, p.100). Pero, ahí hay implícito un presupuesto sin el cual todo ese razonamiento no tiene sentido: se está dando por descontado que donde hay un húmero, hay un acromion, una clavícula, y un omoplato; y también se está dando por obvio que esos elementos guardan entre sí ciertas posiciones relativas semejantes a las que guardan en otras especies conocidas.

Para reconstruir un fósil, diría varios años más tarde Thomas Huxley (1898[1856], p.433-5), hay que considerar correlaciones

tanto funcionales cuanto morfológicas; y Geoffroy pretendía que las morfológicas eran las más importantes, porque ellas determinaban el conjunto y la posición relativa de los elementos, o piezas – o materiales – cuya correlación funcional después había que establecer: si se supone que un húmero ya desenterrado debe correlacionarse funcionalmente con un omoplato a ser encontrado, ya se está presuponiendo que si hay húmero hay omoplato. Sin contar, que también se debe estar suponiendo que si hay un húmero y un omoplato izquierdos, debe haber un húmero y un omoplato derechos. Desde la perspectiva de la Filosofía Anatómica, el *principio de los análogos* y el *principio de las conexiones* definían las condiciones a las que, después, se agregaban las exigencias previstas en el *principio de la correlación funcional de las formas* propuesto por Cuvier.

Este último, claro, podía pensar que esas constantes morfológicas, del tipo *donde hay húmero hay omoplato*, siempre tenían una explicación funcional a ser aún encontrada<sup>29</sup>. Una de las conclusiones con la que se cerraba el primer volumen de la *Histoire Naturelle des Poissons*, enunciaba muy bien esa idea: “si hay semejanza entre los órganos de los peces y los de las otras clases, eso sólo puede ser así en la medida en que haya semejanza de función” (CUVIER; VALENCIENNES, 1828, p.406). Pero Geoffroy Saint-Hilaire (1829, p.24; 1998[1830], p.190), que gustaba de citar esa afirmación como siendo una indicación clara de que Cuvier no entendía el fondo de la cuestión, y que seguía preso a una perspectiva ingenuamente finalista (PIVETEAU, 1961, p.491), podía contestar que aquello que estaba en juego no era la simple semejanza global de las formas, sino más bien la identidad y la posición relativa de los materiales, o piezas, de las que se componían las estructuras anatómicas.

A favor suyo, Geoffroy podía citar la mano de los murciélagos. Ésta estaba compuesta de los mismos materiales que componían la mano de un mono (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1829, p.14-5), aunque su función fuese más semejante a la desempeñada por la totalidad de la extremidad anterior de algunas aves (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1829, p.12). Sin embargo, y eso tampoco dejaba de ser importante, el modo por el cual, en murciélagos y aves, se desempeñaba esa función, también parecía constreñido por la composición de cada estructura (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1829, p.13). Como tampoco dejaba de ser relevante que en muchas aves, el ala no sirviese para volar: aunque su *composición*, no su forma, fuese la misma que la que se da en las aves voladoras.

Si comparamos la mano del mono con la mano del murciélago, o la mano del pterodáctilo con la de la lagartija (CUVIER, 1809, p.434), constataremos analogías de estructura, ‘homologías’ de dirá después, sin analogías de función; y si comparamos el ala del murciélago, con la mano del pterodáctilo y la extremidad anterior de la calandria en su totalidad, veremos mayores analogías de función entre ellas, que las que hay entre la mano del mono y la

<sup>29</sup> Al respecto, ver: Guillo (2003, p.158); Russell (1916, p.76); Amundson (2005, p.56); y Ochoa & Barahona (2014, p.41).

mano del murciélago, o entre la mano del pterodáctilo y la de la lagartija, y entre el brazo de la calandria y el del pingüino. Esto último es así no obstante entre las manos del mono y el murciélago, o entre las manos del pterodáctilo y la lagartija, y entre los brazos de la calandria y el pingüino, existan algunas analogías de estructura bastante notorias.

Por eso es imposible una correlación directa y necesaria entre analogía de forma y analogía de función. Por el contrario, parece más bien que la función le adviene a las estructuras siempre en segundo término: como *acceptando* las restricciones que la Teoría de los Análogos y el Principio de las Conexiones hacen prever para todos los animales en general, o por lo menos para cada familia o género de animales. Esto, que hasta el propio Cuvier tenía que aceptarlo cuando ensayaba la determinación de un fósil particular, fue una de las enseñanzas de la Filosofía Anatómica que más impacto tuvo, tanto en el desarrollo de la Anatomía Comparada que antecede al surgimiento del evolucionismo, como en la propia perspectiva evolucionista.

Las extravagancias de Laurentet y Meyraux no hicieron escuela. Pero, antes de que ellas llegasen a ser discutidas, Geoffroy ya había dejado bien claro que, por lo menos cuando se consideraban especies o familias de un mismo *embranchement* cuvieriano – *vertebrados, moluscos, articulados y radiados* (CUVIER, 1817, p.57-61) –, las suposiciones explicitadas por la Teoría de los Análogos y el Principio de las Conexiones, tenían que ser respetadas (cf. FLOURENS, 1864a, p.273)<sup>30</sup>: por lo menos con el mismo rigor con el que eran respetadas las correlaciones funcionales sobre las que insistía Cuvier (GUILLO, 2003, p.160). Owen es un ejemplo paradigmático de esa actitud ecléctica, en lo que atañe al enfrentamiento Cuvier-Geoffroy, que caracteriza a la Historia Natural inmediatamente anterior al darwinismo<sup>31</sup>.

Owen (1855, p.9) sabía que no había cómo explicar funcionalmente que todos los huesos de la mano del hombre estuviesen en la nadadera de la ballena; y también sabía que el análisis anatómico debía poder establecer esa identidad. Pudiéndose decir, incluso, que en el desarrollo efectivo de sus trabajos sobre Anatomía Comparada de los vertebrados, él acabó situándose más cerca de Geoffroy que de Cuvier (RUSSELL, 1916, p.112)<sup>32</sup>, postulando un arquetipo morfológico aplicable para todo ese taxón, independientemente de cualquier consideración funcional (OWEN, 1848). Owen, como muchos de sus contemporáneos, trabajó en el desarrollo de lo que

podríamos caracterizar como la formulación menos ambiciosa, pero más exitosa, del programa de Geoffroy: la que pretendía aplicar y verificar la idea de la *unidad de composición* dentro de los vertebrados (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxj-xxxjiv), y no en la totalidad de los animales (cf. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxiv; 1998[1830], p.140).

Pero, con el advenimiento del darwinismo, esa línea de trabajo siguió desarrollándose (RUSSELL, 1916, p.103). Sólo que, a partir de ahí, el establecimiento de homologías pasó a tener un nuevo significado<sup>33</sup>: dichas homologías, a las que Geoffroy (insisto) llamaba ‘analogías’, comenzaron a ser consideradas como indicadores de las relaciones de filiación cuya identificación se erigió en el principal objetivo teórico de la Historia Natural de los seres vivientes<sup>34</sup>. Toda ésta se comprometió, conforme Darwin (1859, p.484-5) lo había propuesto (BOWLER, 1996, p.40), en la reconstrucción del *árbol de la vida* (CAPONI, 2011, p.103); y, aunque Darwin (1859, p.206) pudiese pensar que, en el plano teórico, el Principio de las Condiciones de Existencias fuese más importante que la Unidad de Tipo, en la práctica efectiva de los naturalistas y conforme él mismo lo preveía (DARWIN, 1859, p.427), se daba lo inverso (SOBER, 2009, p.53). Tratándose de reconstruir filiaciones, la unidad de tipo era mucho más importante (SOBER, 2009, p.54); y así puede decirse que, en ese punto, Geoffroy acabó ganándole a Cuvier. Sin que para eso fuese necesario esperar el descubrimiento de los genes homeóticos.

Thomas Huxley (1893[1864], p.86) afirmaba que “las enseñanzas aparentemente divergentes de teleologistas y morfologistas quedaron reconciliadas por las la hipótesis darwiniana” (ver también: HUXLEY, 1893[1878], p.223). Pero en esa reconciliación la perspectiva teleológica propugnada por Cuvier tuvo que ceder en un punto crucial: la analogía de forma no tenía por qué explicarse por analogía de función. Por el contrario: lo mejor era explicarla por filiación común (DARWIN, 1859, p.206); y aunque esa vinculación entre unidad de tipo y filiación común no fuese un presupuesto de la Filosofía Anatómica, la asociación entre ambas nociones puso a la unidad de tipo en un lugar de preminencia: porque ella – conforme ya dije – era clave para las reconstrucciones filogenéticas (CAPONI, 2011, p.48); y porque esa unidad de tipo heredada se transformó, conforme Geoffroy quería, en la referencia inicial obligatoria de cualquier estudio de la forma.

<sup>30</sup> Esto Flourens lo reconoce todavía en 1864, cuando hacía tiempo que ya había abandonado su inicial alineamiento con la Filosofía Anatómica de Geoffroy (FLOURENS, 1819; 1820), comprometiéndose más decididamente con las tesis de Cuvier (Flourens, 1852; 1864a). Es más: después de la publicación de *On the origin of species* (DARWIN, 1859), Flourens (1864c, p.424) termina vinculando las tesis de Geoffroy con las de Darwin, a las que denosta con fervor literalmente religioso (FLOURENS, 1864f); llegando a afirmar, incluso, que la Filosofía Anatómica era un *système erroné* (FLOURENS, 1864d, p.595). Al respecto de esa conversión de Flourens, véase Tobby Appel (1987, p.66).

<sup>31</sup> Sobre ese posicionamiento ecléctico de Owen, véase: Amundson (1998, p.161-2; 2007, p.xvi); Gould (2002, p.313n); Guillo (2003, p.160-1); Padian (2007, p.lxxxi); y Rupke (2009, p.104-5).

<sup>32</sup> Si Owen era el Cuvier inglés (Amundson, 2005, p.82), lo era más por su gravitación política en el desarrollo de la Historia Natural de su país, que por sus posiciones teóricas (GOULD, 2002, p.313n).

<sup>33</sup> Al respecto ver: Russel (1916, p.246); Mayr (1992, p.37); Bowler (1996, p.41); Amundson (2005, p.110); y Faria (2010, p.161).

<sup>34</sup> Al respecto, ver: Ruse (1983, p.287); Mayr (1992, p.32); Bowler (1996, p.7); Caponi (2011, p.4); y Faria (2012, p.216).

Si las exigencias funcionales, ya transformadas por el darwinismo en contingencias de la lucha por la existencia (RUSSELL, 1916, P.239; CAPONI, 2011, p.55), debían ser citadas en el estudio de las formas orgánicas, eso sólo sería para explicar particularidades morfológicas entendidas como estados derivados de una misma forma anterior (CAPONI, 2011, p.81). Las semejanzas morfológicas que responden a semejanzas funcionales, como las que existen entre el ala del murciélago y el ala del pterodáctilo no podían ignorarse, claro; pero para los evolucionistas lo primero y más importante para hacer en esos casos, era identificar cuáles eran las estructuras de las que cada ala podía considerarse como una derivación o modificación (CAPONI, 2011, p.70). La convergencia morfológica producida por la semejanza de función debía ser considerada como segunda en relación a una divergencia cuyo punto de partida era un repertorio de piezas previamente definido, con independencia de esas funciones.

“Los evolucionistas”, vuelvo a Russell (1916, p.305), “siguieron a Geoffroy más que a Cuvier”. Ellos: “Le dieron mucha importancia a las semejanzas homológicas, y soslayaron las analogías de estructura considerándolas como poco interesantes. Fueron singularmente reticentes a admitir la existencia de convergencia, o evolución paralela, y sostuvieron que la naturaleza está tan limitada por la unidad de composición que no puede formar nuevos órganos” (RUSSELL, 1916, p.305). Es decir: los evolucionistas darwinianos tendieron a respetar la navaja de Geoffroy: consideraron que la naturaleza era un demiurgo austero, un *bricoleur* diría mucho más tarde François Jacob (1982, p.72), que siempre trabajaba con los mismos materiales, modificándolos indefinidamente en virtud de las nuevas funciones que a ellos advenían en virtud de diferentes circunstancias (cf. GHISELIN, 1983, p.159; GOULD, 1983, p.25).

Darwin (1859, p.454) aludió a ese cambio de funciones, como siendo un efecto de la selección natural, ya en la primera edición de *On the origin of species*; aunque su referencia más citada a esa cuestión sea la del libro *Los múltiples artilugios por los cuales las orquídeas son fertilizadas por los insectos* (DARWIN, 1996[1877], p.284). Fue Anton Dohrn (1994[1875], p.67), sin embargo, el que lo erigió en un principio clave de la Biología Evolucionaria: el Principio de la Sucesión de las Funciones. Pero se puede decir que dicho principio no es más que la formulación evolucionista, y con contenido causal, de uno de los corolarios más inmediatos de la Teoría de los Análogos: *las funciones pueden multiplicarse, pero no los elementos que las desempeñan*. En algún sentido, al aplicar ese principio enunciado por Dohrn, los evolucionistas sólo continuaron la senda iniciada por Geoffroy.

Pero importa decir que ‘continuaron’ en lugar de ‘retomaron’, o ‘redescubrieron’. Porque ahí hay la misma continuidad que hubo entre el establecimiento de homologías y el establecimiento de relaciones de filiación. Geoffroy no se anticipó a los evolucionistas, no fue su precursor. Geoffroy, en todo caso, fue un pionero; que no es la misma cosa. Sus trabajos dieron inicio a una línea de

investigación por donde los evolucionistas darwinianos se aventuraron; pertrechados por una teoría diferente, es verdad, pero valiéndose de estrategias de estudio ya usados por él y por otros naturalistas – como Owen, por ejemplo – que lo siguieron antes del advenimiento del darwinismo. Sin esos instrumentos, la teoría de la filiación común no hubiese podido producir las evidencias que la ratificaban y que ella pretendía, con toda justicia, poder explicar.

## 7 COMPENSACIONES Y AFINIDADES

Con la enunciación de la Teoría de los Análogos y del Principio de las Conexiones, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, hizo una contribución clave para el desarrollo de la Historia Natural. Una contribución de importancia y de proyecciones definitivamente mayores que las que tuvieron los dos otros principios que él consideraba como fundamentos de su Filosofía Anatómica: el de las afinidades electivas de los elementos orgánicos, y el de la compensación de los órganos. Este último, en realidad, funcionaba como una hipótesis auxiliar de la Teoría de los Análogos. El primero, mientras tanto, puede ser considerado como una especulación tendiente a explicar ciertos fenómenos teratológicos particulares; pero que carecía de cualquier consecuencia efectiva en el plano de la investigación. Que un naturalista lo adoptase, o no, era algo que no tenía efectos en el modo de desarrollar su trabajo.

Pero empecemos nuestro análisis por el Principio de la Compensación de los Órganos. Para entenderlo cabe recurrir a la mención que de él ya había hecho Goethe en sus manuscritos sobre Anatomía Comparada (RUSSELL, 1916, p.49; SCHMITT, 2006, p.241): “existe una ley en virtud de la cual una parte sólo aumenta de volumen a expensas de otra, *et viceversa*” (GOETHE, 1837[1795] p.29-30). Lo que encontramos en los escritos de Geoffroy no es muy diferente de eso (cf. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, p.xxxiii; 1833, p.86; 1835, p.59 n.1). Según él, dicho principio era “esa ley de la naturaleza viviente en virtud de la cual un órgano normal o patológico no adquiere jamás una prosperidad extraordinaria, sin que otro de su sistema o de sus relaciones no sufra en una misma proporción” (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1833, p.83). La hipertrofia de un órgano ocurre siempre en detrimento de otro; y la razón de que esto sea así es que no hay un suministro ilimitado de la sustancia requerida para cada propósito<sup>35</sup>. O como lo explicaba Russell (1916, p.73): “El material nutritivo disponible es limitado para cada especie; si una parte consigue más que su vecina, la otras partes conseguirán menos; esto es todo lo que esta ley significa”.

Lo que ocurre en la metamorfosis de la rana, nos da un ejemplo de esa compensación: la respiración aérea exige y genera nuevos vasos sanguíneos que irrigan y hacen crecer partes del cuerpo que antes eran menores; y esto hace que otros vasos se contraigan dejando que otras partes se atrofién por falta de irrigación (cf. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1833, p.83). Allí, “un órgano es sometido a una

<sup>35</sup> Al respecto, ver: Balan (1979, p.169); Gil (1986, p.107); y Mazliak (2002, p.41).

detención en su formación, el flujo de los fluidos que lo nutren o que le estaban destinados a nutrirlo, es aprovechado por otros órganos” (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1833, p.86). Pero importa ver que este principio no es un principio funcional (CAPONI, 2008a). A diferencia de la Teoría de los Análogos y del Principio de las Conexiones, sí es un principio causal; porque él establece una relación causal entre la hipertrofia de un órgano y la atrofia de otro. Pero esa compensación no tiene por qué ser funcional (CAPONI, 2008a, p.174): ella puede resultar en morfologías funcionalmente inviábiles o contraproducentes (cf. CAPONI, 2008a, p. 174-5). Algunos monstruos serían un ejemplo de ello (GEOFFROY SAINT HILAIRE, 1822, p.246).

Sobre este punto, Geoffroy tampoco podía razonar como lo hacía William Paley. Éste sí entendía a las compensaciones desde una perspectiva claramente teleológica: “el defecto de una parte, o de un órgano”, leemos en su *Natural Theology*, “es suplido por la estructura de otra parte u órgano” (PALEY, 1809, p. 275). “El pescuezo corto y rígido del elefante”, decía Paley (1809, p.275), es compensado por el largo y la flexibilidad de su trompa”. Y esa forma de entender la idea de compensación, que por su carácter funcional pero no causal<sup>36</sup> se inscribe en el registro de las correlaciones previstas por la *ley de Cuvier*, puede también encontrarse en un naturalista como William Carpenter (1854, p. 130). Darwin (1859, p.147), en cambio, vuelve a pensar en esas compensaciones desde una perspectiva causal. Pero, diferentemente de Geoffroy y más semejantemente a Goethe (1837[1795] p.30), que es a quien él le atribuye la idea, Darwin tiende a considerar esas compensaciones desde una perspectiva económica que tampoco está en Geoffroy.

Para Goethe y Darwin, una compensación era un ajuste que equilibraba un gasto; para Geoffroy era sólo la falta en alguna parte, de aquello que se había acumulado en otro lado. Eso explicaba que las piezas cuya presencia y disposición eran previstas por la Teoría de los Análogos y por el Principio de las Conexiones, no guardasen proporciones constantes en todas las especies y familias de animales. Y hasta explicaba que, en algunos casos, algunas de esas piezas hasta pudiesen estar ausentes, porque la materia y los nutrientes necesarios para su desarrollo se habían concentrado en el crecimiento de otras partes. Pero esa compensación, en la perspectiva de Geoffroy, no respondía a un requerimiento funcional, ni siquiera en el sentido puramente económico de *redistribución de recursos*. Dentro de la Filosofía Anatómica, el recurso a esas compensaciones tenía la sola finalidad de explicar que, en algunos casos, se verificasen algunas anomalías o ausencias en el repertorio de piezas anatómicas previstas para una clase de animales.

Eso, sin embargo, era bastante relevante para el análisis morfológico: porque estimulaba la búsqueda de las estructuras atrofiadas o rudimentarias, sea en las formas adultas o en las

embrionarias; o porque por lo menos permitía validar ese estudio, aun cuando dichas estructuras no hubiesen sido encontradas, ni siquiera como rudimentos o atavismos. Puede decirse, por eso, que la idea de compensación de los órganos era un principio operativo para la Anatomía Comparada. Mucho más operativo, por lo menos, que el Principio de las Afinidades Electivas de los Elementos Orgánicos, cuya función era explicar cómo “los materiales de la organización se agrupan entre ellos para formar un órgano” (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1822, xxxij).

En el Siglo XVIII, Buffon (1749, p.422-5) y Maupertuis (p.171-4) habían pensado lo que hoy denominamos ontogenia, como si ella fuese un ensamble de materiales previamente formados por los progenitores de los organismos engendrados (RAMOS, 2009, p.225-9; CAPONI, 2010, p.38-9). Una vez que ese ensamble se producía, lo que seguía era un simple crecimiento (CAPONI, 2010, p.40; RAMOS, 2009, p.208). Pero Geoffroy sabía demasiado de embriología comparada como para poder seguir pensado que el embrión inicialmente constituido ya fuese una miniatura del organismo adulto. Los dientes que las aves exhibían en sus formas embrionarias, ya desmentía eso; y lo mismo vale para el hecho de que los embriones de vertebrados poseyesen el germen de dos sistemas respiratorios: el branquial y el pulmonar (GEOFFROY, 1833, p.82). Para explicar eso, Geoffroy complementó la *preformación sin preexistencia* buffoniana (cf. ROGER, 1993, p.546), con elementos de epigénesis (cf. LE GUYADER, 1988, p.111; FISCHER, 1993, p.59).

De acuerdo a la Teoría de los Análogos y al Principio de las Conexiones, todos los animales se componen de los mismos materiales, dispuestos según las mismas posiciones relativas. Pero el desarrollo de esos materiales, conforme Balzac (1912[1842], p.xxvi) supo explicarlo a Geoffroy en el prefacio de *La Comédie Humaine*, está sujeto al influjo del entorno en el que ocurre (GEOFFROY, 1833, p.83-4). Será ese entorno, que Geoffroy (1826, p.46) también consideraba capaz de producir efectos teratogénicos (FISCHER, 1972a, p.362; LE GUYADER, 1988, p.122), el que, en última instancia, determinará cuál de los dos sistemas respiratorios posibles en un vertebrado, el branquial o el pulmonar, habrá de desarrollarse (GEOFFROY, 1833, p.84); anulándose el otro, según lo establecido por el Principio de la Compensación de los Órganos (CAPONI, 2008a, p.172). Valiendo lo mismo, además, para todos los materiales que componen los diferentes sistemas de órganos, incluido los que definen el sexo; y sin descartar que, a la manera de Buffon (1766, p.322), Geoffroy (1833, p.77 n1) también haya supuesto que el tamaño y las conformaciones que esos materiales tomaban en los progenitores, también haya podido influir en el desarrollo que esos materiales tenían en la progenie.

Pero, esa forma de entender el desarrollo ontogenético, y también la evolución de las especies, que se insinúa dispersa en diferentes

<sup>36</sup> Paley no podía pensar esas compensaciones en términos causales, porque para él los seres vivos ya estaban diseñados antes de existir. Él no pensaba que el acortamiento del pescuezo del ancestro del elefante actual, había causado un alargamiento compensador de su trompa. Pensar así ya supondría algo próximo a una perspectiva evolucionista. Lo

que Paley pensaba era que la compensación del cuello corto por la trompa larga, era una evidencia de que el elefante había sido diseñado por una divinidad sabia y benévola, que había calibrado ambas estructuras.

textos de Geoffroy, seguía teniendo un núcleo de *preformación sin preexistencia*: en su inicio había un proceso de aglomeración de materiales previamente constituidos, aunque después sobreviniese algo que, quizá, podríamos querer ver como una diferenciación (cf. CANGUILHEM et al., 1962, p.27); aunque en realidad no dejase de ser un crecimiento diferenciado de elementos ya dados. Según Geoffroy, esos materiales que luego crecerían en forma desigual, debían primero aglomerarse según las conexiones previstas por el plan de composición que rige para todos los animales; y las afinidades electivas existentes entre los diferentes elementos explicarían la ocurrencia de esa aglomeración ordenada. Como Maupertuis (1985[1745], p.172), Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1835, p.59n) también apeló a la idea de que, en la naturaleza, las diferentes sustancias, tanto en los seres vivos como en la materia inerte, tendían a asociarse según ciertas afinidades constantes.

Serían esas afinidades, nunca claramente especificadas, las que harían que los materiales que intervienen en la organización animal se aglomeren en una *semilla bien formada*; incluso pese al hecho de que dichos materiales provengan de dos progenitores diferentes. Y esto último merece ser mencionado; porque, como lo asume muy claramente Étienne Serres (1832a, p.583-4), el recurso a las afinidades está íntimamente vinculado con la idea de que la generación arranca con la formación de una semilla doble: una semilla que conjuga, armónicamente, elementos *maternos* y *paternos* (GUYÉNOT, 1941, p.306). Esto ya era así en la *Venus Física* de Maupertuis (RAMOS, 2009, p.219); y si uno se atiene a lo dicho por Serres se puede concluir que ése también era el caso de Geoffroy. De quien, en gran medida, Serres era un seguidor.

Cuando Geoffroy recurre a ella, la idea de afinidad ya tenía una historia larga y respetable. Newton (1952[1704], p.376-7) la había sugerido en su *Opticks* como una posible clave para la Química<sup>37</sup>; y a lo largo del Siglo XVIII surgieron muchas tablas en las que se establecían las afinidades, o tendencias a amalgamarse, que algunos elementos químicos guardaban entre sí. Una de las más conocidas fue la propuesta por un tío de Geoffroy Saint-Hilaire: Étienne Geoffroy<sup>38</sup>. De quien nuestro Geoffroy (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1835, p.167) citó en 1835 el mismo pasaje citado noventa años antes por Maupertuis (1985[1745], p.173), para, al igual que este último<sup>39</sup>, intentar explicar la idea a la que uno y otro estaban acudiendo para explicar el amalgamamiento de las partículas orgánicas: “Siempre que dos sustancias con alguna disposición a juntarse se encuentran unidas; si aparece una tercera que tenga más relación con alguna de esas, esta se reunirá con ella, separándose de la otra” (GEOFFROY, 1731[1718], p.203).

Hay que decir, sin embargo, que, si es por el desarrollo de la Química, ese recurso tan tardío de Geoffroy a las ideas de su tío, no

era definitivamente anacrónico. Pese a que en el Siglo XIX, la idea de afinidad química ya caminaba hacia su eclipse definitivo, todavía había quienes la citaban como siendo fundamental para la Química (cf. WHEWELL, 1847, p.388). Lo anacrónico, en todo caso, podría estar en el hecho de que, en sus últimos trabajos, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1839c, p.274) llegase a considerar, como Maupertuis (1985[1732], p.75) apenas se había atrevido a sugerir, que el Principio de las Afinidades Electivas, ya transformado en principio de la atracción de *soi par soi*, fuese una ley fundamental de la naturaleza (cf. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1838): de la cual, la ley de gravitación era sólo una manifestación particular (APPEL, 1987, p.181). Ese tipo de vitalización generalizada de la materia era algo más típico del Siglo XVIII que del Siglo XVIII (KIM, 2003; REILL, 2005).

Pero, esos excesos especulativos de Geoffroy, que en su triste ocaso le valieron el descrédito de sus colegas (APPEL, 1987, p.178), y el elogio estrambótico de Groult de Tourlaville (1840), nada dicen de las razones que él tenía para volverse esa idea más propia de la ciencia del Siglo XVIII que de la ciencia del Siglo XIX. Aunque no estoy seguro que esa comprensión llegue a ser una justificación, creo que importa señalar que el recurso de Geoffroy a las afinidades electivas tenía que ver con sus estudios teratológicos, y no con la Anatomía Comparada, en el sentido más usual y limitado de la palabra.

En la Filosofía Anatómica, es verdad, Anatomía Comparada, Embriología Comparada y Teratología estaban íntimamente vinculadas. Pero fue el fenómeno de los *monstruos dobles* (PERRIER, 1884, p.98; GIL, 1986, p.110), lo que hizo que Geoffroy apelase a una teoría de la generación de inspiración buffoniana; completándola, a la manera de Maupertuis, con las afinidades postuladas un siglo antes por su propio tío (cf. GEOFFROY SAINT-HILAIRE: 1826, p.36; 1839a, p.195; 1839c, p.270; 1839d, p.294; 1839e, p.310). Y hasta puede decirse que, en cierto modo, al mostrar cómo esas afinidades podían llegar a explicar ese tipo de fenómenos, Geoffroy llegó a darle una nueva, aunque breve rediviva, a esas viejas teorías sobre el desarrollo (cf. GEOFFROY SAINT-HILAIRE I., 1847, p.296).

Algunas monstruosidades Geoffroy las podía explicar por la teoría de las detenciones del desarrollo. Una anencefalia sería un ejemplo de eso. En esos monstruos, alguna de sus estructuras permanece en su forma embrionaria. Pero en algunos casos, también se podía pensar que lo impedido no fuese ya el propio crecimiento de una estructura, sino ese desarrollo diferenciado que hace que algunos materiales se atrofen y otros no. En ambos casos, de todos modos, lo que vemos es una morfología que se ajusta al plan único de composición. Todos los materiales previstos por la Teoría de los

<sup>37</sup> Así lo apuntan: Whewell (1847,p.391); Partington (1945, p.333); Daumas (1958, p.586); Gil (1986, p.112); Maar (1999, p.436); y Grapi (1999, p.23).

<sup>38</sup> Al respecto de esas tablas en General y de la de Étienne Geoffroy en particular, véase: Whewell (1847,p.391); Partington (1945, p.333); Daumas (1958, p.587); Gil (1986, p.112); Maar (1999, p.436); Grapi (1999, p.23); Kim (2003, p.137); y Reill (2005, p.85).

<sup>39</sup> Al respecto, de ese recurso de Maupertuis a Étienne Geoffroy, ver: Rostand (1949, p.243); Papavero et al (2001, p.166); y Ramos (2009, p.223).

Análogos están ahí, incluso dispuestos de una forma acorde con el Principio de las Conexiones; sólo que algunas de esos materiales no crecieron de la forma habitual. Pero una cosa muy distinta es lo que ocurriría con un ternero con dos cabezas y ocho patas, como aquel que, en los años sesenta y los primeros setenta del siglo pasado, se exhibía dentro de un *museo de ciencias naturales* que se improvisaba – todos los años – bajo una carpa de circo, en la Exposición Rural de Venado Tuerto. En un caso como éste, lo que hay es una multiplicación de materiales que parece ir contra de la Teoría de los Análogos (cf. GEOFFROY SAINT-HILAIRE I., 1841b, p.201; FLOURENS, 1852, p.37)

Sin embargo, si se parte de la idea de que el desarrollo ocurre por composición de materiales ya formados, que se amalgaman en virtud de sus afinidades, también puede pensarse que en el caso de algunas fecundaciones dobles, en las que fallen ciertos mecanismos de separación entre los embriones, estos tiendan a unirse siguiendo el impulso ciego y obstinado de esas mismas afinidades. Además, si se observa cómo se configuran esos monstruos supuestamente generados por la unión de dos embriones, lo que se ve es que ellos están unidos por partes afines, por órganos o estructuras compartidas. Tal el caso, por ejemplo, de un hígado que, según Geoffroy pensaba, no era más que la fusión de dos hígados diferentes, que estaban desarrollándose independientemente en dos embriones que, por alguna razón, en un momento comenzaron a fundirse. Lo que parece corroborar que son las afinidades electivas de los materiales orgánicos las que están generando todo ese proceso<sup>40</sup>. Por otra parte, si se acepta que los monstruos dobles son el resultado de la fusión parcial de embriones diferentes, la teoría de la unidad de composición puede salvarse mostrando que cada uno de esos embriones se ajustaba a ella.

Hay que decir, sin embargo, que esa teoría de Geoffroy, no sólo era falsa, que en ciencia sería un pecado menor; sino que ella llevaba a mirar en la dirección errada, que ya es algo más grave. La teoría de las afinidades electivas de los materiales de la organización funcionaba, como ya dije, dentro de una concepción buffoniana del desarrollo: ahí este proceso era pensado como composición seguida de crecimiento diferenciado de partes; y eso acabó mostrándose como una vía muerta, que no llevó a descubrimientos significativos. Una alternativa realmente progresiva, y es claro que digo esto juzgando el pasado desde el presente, hubiese sido la de entender el desarrollo como diferenciación; es decir: como Von Baer (1853[1828], p.209) lo propuso, con toda claridad, antes de que Geoffroy empiece a extraviarse en las especulaciones de sus últimos años. Pero claro: entre las posiciones de Von Baer y los monstruos dobles había un hiato explicativo no muy fácil de superar. Las afinidades, en este sentido, parecían un camino más corto hacia la explicación de esos fenómenos. Puede comprenderse que Geoffroy lo haya entendido así.

## 8 CONCLUSIÓN

No hay duda, sin embargo, de que ese recurso de Geoffroy a las *afinidades electivas de los materiales de la organización* no menoscaba lo que aquí fue dicho sobre valor de sus contribuciones al desarrollo de la Historia Natural. Dicho principio, que no podía desempeñar el papel explicativo que de él se esperaba, implicaba, es verdad, un retroceso a las teorías de la generación del Siglo XVIII. Pero la validez, y sobre todo el valor, de la Teoría de los Análogos, del Principio de las Conexiones, y del Principio de la Compensación de los Órganos, en nada dependían de su aceptación; valiendo lo mismo para la validez y la relevancia de los resultados obtenidos por la aplicación de dichos principios. Y es en esos resultados en donde reside el valor de la Filosofía Anatómica para el desarrollo de la Anatomía y la Embriología Comparadas.

Ajustándose a la Teoría de los Análogos y al Principio de las Conexiones, y ampliando el poder heurístico de éstos por la mediación del Principio de la Compensación de los Órganos, pero sobre todo por la aplicación de esa otra gran contribución de Geoffroy que fue el criterio embriológico, los estudios morfológicos anteriores al advenimiento del darwinismo, produjeron resultados muy significativos, preparando también el terreno para la Revolución Darwiniana. A la cual también le dieron instrumentos para desarrollarse y evidencias para consolidarse. Puede decirse, por eso, que si la Anatomía Comparada pre-darwiniana hubiese sido puramente cuvieriana, ella no habría podido alcanzado a preparar el terreno para la revolución darwiniana, ni tampoco hubiese podido contribuir a su desarrollo en la manera en que lo hizo. Asumiendo esa teleología *après-coup* que nos permite la actualidad de la Historia de la Ciencia, puede concluirse que para el desarrollo de la Historia Natural, la Filosofía Anatómica de Geoffroy no fue menos importante que la Paleontología de Cuvier.

## REFERENCIAS

ALTHUSSER, L. *Philosophie et philosophie spontanée des savants* [introduction au *Cours de philosophie pour scientifiques* –1967–]. Paris: Maspero, 1974.

AMUNDSON, R. Typology reconsidered: two doctrines on the history of evolutionary biology. *Biology & Philosophy*, 13, p. 153-77, 1988.

AMUNDSON, R. Adaptation and Development. In: Orzack, S. & Sober, E. (Ed.). *Adaptationism and optimality*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 303-334.

<sup>40</sup> Así por lo menos lo entendieron: Étienne Serres (1832b, p.56); Antoine Dugès (1832, p.26); Isidore Geoffroy Saint Hilaire (1832, p.24; 1841b, p.207); Pierre Flourens (1852, p.18); y Dominique Lereboullet (1866, p.266).

- AMUNDSON, R. *The changing role of the embryo in evolutionary thought*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- AMUNDSON, R. Richard Owen and animal form. In: AMUNDSON, R. (Ed.). *Richard Owen: On the nature of limbs*. Chicago: Chicago University Press, 2007. p. xv-lii.
- ANCET, P. L'observation des monstres dans l'oeuvre d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. *Cahiers philosophiques*, 108, p. 23-38, 2006.
- APPEL, T. *The Cuvier-Geoffroy debate*. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- ARISTÓTELES. *Investigación sobre los animales*. Madrid: Gredos, 1992.
- ARISTÓTELES. *Partes de los animales*. Madrid: Gredos, 2000.
- ARTHUR, W. *Biased embryos and evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- BACHELARD, G. La actualidad de la Historia de las Ciencias [1951]. In: BACHELARD, G. *El compromiso racionalista*. México: Siglo XXI, 1973. p. 129-142.
- BALAN, B. *L'ordre et le temps*. Paris: Vrin, 1979.
- BALZAC, H. Avant-propos a *La comédie humaine* [1842]. In: BALZAC, H. *La comédie humaine*. Paris: Luis Conard, 1912. p. xxv-xxxviii.
- BELON, P. *L'histoire de la nature des oyseaux*. Paris: Guillaume Cauellat, 1555.
- BLAINVILLE, M. *Histoire des sciences de l'organisation*, Tome III. Paris: Perisse, 1845.
- BLAINVILLE, M. *Cuvier et Geoffroy Saint Hilaire*. Paris: Baillière, 1890.
- BOIDO, G. La polémica sobre el enfoque whig en la Historia de la Ciencia. *Análisis Filosófico*, 12, 2, p. 97-106, 1992.
- BORGES, J. *Otras inquisiciones* [1952]. In: BORGES, J. *Prosa completa*, Vol.II. Barcelona: Bruguera, 1980. p. 129-305.
- BOUTROUX, É. *De l'idée de loi naturelle dans la science et la philosophie contemporaines* [cours professé a La Sorbonne en 1892-1893]. Paris: Vrin, 1950.
- BOWLER, P. *Life's splendid drama*. Chicago: Chicago University Press, 1996.
- BOURDIÈRE, F. Lamarck et Geoffroy Saint-Hilaire face au problème de l'évolution biologique. *Revue d'Histoire des Sciences*, 25, 4, p. 311-325, 1972.
- BUFFETAUT, E. *Cuvier: le découvrir des mondes disparus*. Paris: Pour la Science, 2001.
- BUFFON, G. *Historie Naturelle général et particulier*, Tome II. Paris: L'Imprimerie Royale, 1749.
- BUFFON, G. L'âne [*Historie Naturelle général et particulier*, Tome IV, 1753]. In: Buffon, G. *Œuvres*, Tome III. Paris: Parent-Desbarres, 1868. p. 35-43.
- BUFFON, G. *Historie Naturelle général et particulier*, Tome XIV. Paris: L'Imprimerie, 1766.
- BUFFON, G. Le cochon, le cochon se Siam, et le sanglier [du tome V de la *Histoire Naturelle Générale et Particulière*, 1755]. In: BUFFON, G. *Œuvres*. Paris: Gallimard, 2007. p. 620-639.
- CAHN, T. L'oeuvre d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire dans une perspective de l'évolution de la pensée scientifique. *Revue d'Histoire des Sciences*, 25, 4, p. 301-310, 1972.
- CANGUILHEM, G. L'objet de l'histoire des sciences. In: CANGUILHEM, G. *Études d'Histoire et de Philosophie des Sciences*. Paris: Vrin, 1989. p. 9-23.
- CANGUILHEM, G. et al. *Du développement à l'évolution*. Paris: PUF, 1962.
- CAPONI, G. El concepto de organización en la Polémica de los Análogos. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 4, 1, p. 34-54, 2006.
- CAPONI, G. La función del principio de la compensación de los órganos en el transformismo de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. *Scientiae Studia*, 6, 2, p. 169-178, 2008a.

- CAPONI, G. *Georges Cuvier, un fisiólogo de museo*. México: UNAM, 2008b.
- CAPONI, G. Definitivamente no estaba ahí: la ausencia de la Teoría de la Selección Natural en “Sobre la tendencia de las variedades a apartarse indefinidamente del tipo original” de Alfred Russel Wallace. *Ludus Vitalis*, 17, 32, p. 55-73, 2009.
- CAPONI, G. *Buffon*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2010.
- CAPONI, G. *La segunda agenda darwiniana*. México: Centro Lombardo Toledano, 2011.
- CAPONI, G. ¿Fue Darwin el Newton de la brizna de hierba? *Principia*, 16, 1, p. 53-79, 2012.
- CAPONI, G. La génesis de las especies según Jean-Claude Delamétherie. *Llul*, 37, 79, p. 13-38, 2014.
- CARPENTER, W. *Principles of comparative physiology*. Philadelphia: Blanchard & Lea, 1854.
- CASSIRER, E. *El problema del conocimiento*, Vol. IV. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.
- CUVIER, G. Sur quelques quadrupèdes ovipares fossiles conservés dans les schistes calcaires. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, 13, p. 401-437, 1809.
- CUVIER, G. Sur la composition de la tète osseuse dans les animaux vertébrés. *Nouveau Bulletin des Sciences par la Société Philomatique de Paris*, 3, 59, p. 117-121, 1812.
- CUVIER, G. *Le règne animal distribué d'après son organisation*, Tome I. Paris: Deterville, 1817.
- CUVIER, G. *Discours Préliminaire a las Recherches sur les ossements fossiles de quadrupède*. Paris, Flammarion, 1992[1812].
- CUVIER, G.; VALENCIENNES, A. *Historioire naturelle des poissons*, Tome I. Levrault: Paris, 1828.
- DAGONET, F. Haüy, Geoffroy Saint-Hilaire, De Candolle: une conception d'ensemble mais aussi une ensemble de conceptions. *Revue d'Histoire des Sciences*, 25, 4, p. 327-336, 1972.
- DARWIN, C. *On the origin of species*. London: Murray, 1859.
- DARWIN, C. Concluding remarks on the cause of diversity and of perfection of contrivances [from: *The various contrivances by which orchids are fertilized by insects*, second edition, 1877]. In: GLICK, T.; KOHN, D. (Ed.). *Charles Darwin on evolution*. Indianapolis: Hackett, 1996. p. 283-289.
- DAUMAS, M. Naissance de la chimie moderne. In: THOM, R. (Ed.). *La science moderne: 1450-1800*. Paris: PUF, 1958. p. 566-596.
- DOHRN, A. The origin of vertebrates and the principle of succession of functions [1875]. *History and Philosophy of the life Science*, 16, 1, p. 3-96, 1994.
- DE BEER, G. *Embryos and ancestors*. Oxford: Oxford University Press, 1958.
- DELAMETHERIE, J. *Considérations sur les êtres organisés*, Tome I. Paris: Courcier, 1804.
- DIDEROT, D. *Pensées sur l'interpretation de la nature*. Paris, 1754 (publicado anónimamente sin información sobre casa de edición).
- DUGES, A. *Mémoire sur la conformité organique dans l'échelle animale*. Montpellier: Auguste Ricard, 1832.
- DUHAMEL, B. L'oeuvre tératologique d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. *Revue d'Histoire des Sciences*, 25, 4, p. 337-346, 1972.
- DURIS, P. & Gohau, G. *Histoire des sciences de la vie*. Paris: Nathan, 1997.
- ESPOSITO, M. *Romantic Biology, 1890-1945*. London: Pickering & Chatto, 2013.
- FARIA, F. *Georges Cuvier: do estudo dos fósseis à paleontologia*. São Paulo: Editora 34// Associação Scientiae Studia, 2012.
- FICHANT, M. Idea de una Historia de las Ciencia. In: Fichant, M. & Pécheux, M. *Sobre la Historia de las Ciencias*. México: Siglo XXI, 1971, p. 51-126.

FISCHER, J. Le concept experimental dans l'oeuvre tératologique d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. *Revue d'Histoire des Sciences*, 25, 4, p. 347-364, 1972a.

FISCHER, J. Chronologie sommaire de la vie et des travaux d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. *Revue d'Histoire des Sciences*, 25, 4, p. 293-300, 1972b.

FISCHER, J. L'anatomie transcendante et le concept de récapitulation chez Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. In: Mengal, P. (Ed.). *Histoire du concept de récapitulation*. Paris: Masson, 1993. p. 55-68.

FLOURENS, P. *Analyse de la philosophie anatomique*. Paris: Béchét, 1819.

FLOURENS, P. Sur l'esprit et sur l'influence de la Philosophie Anatomique. *Revue Encyclopédique Année*, 5, p. 217-232, janvier 1820.

FLOURENS, P. *Éloge historique d'Etienne Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris: Académie des Sciences, 1852.

FLOURENS, P. De la unité de composition et du debat entre Cuvier et Geoffroy Saint Hilaire, 1<sup>o</sup> article. *Journal des savants*, p. 265-274, mai 1864a.

FLOURENS, P. De la unité de composition et du debat entre Cuvier et Geoffroy Saint Hilaire, 2<sup>o</sup> article. *Journal des savants*, p. 380-388, juin 1864b.

FLOURENS, P. De la unité de composition et du debat entre Cuvier et Geoffroy Saint Hilaire, 3<sup>o</sup> article. *Journal des savants*, p. 417-425, juillet 1864c.

FLOURENS, P. De la unité de composition et du debat entre Cuvier et Geoffroy Saint Hilaire, 4<sup>o</sup> article. *Journal des savants*, p. 587-595, septembre 1864d.

FLOURENS, P. De la unité de composition et du debat entre Cuvier et Geoffroy Saint Hilaire, 5<sup>o</sup> article. *Journal des savants*, p. 719-726, novembre 1864e.

FLOURENS, P. *Examen du livre de M. Darwin sur l'origine des espèces*. Paris: Garnier, 1864f.

GEOFFROY, É. Table des differents rapports observés en Chimie antre differentes substances [memoire lú le 27/8/1718]. *Histoire de l'Academie Royale des Sciences*, p. 202-212, année 1718.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Memoire sur les rapports naturelles des makis-lemur*. Paris: L'Imprimerie du magasin encyclopedique, 1796.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Considérations sur les pièces de la tête osseuse des animaux vertébrés, et particulièrement sur celles du crâne des oiseaux. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, 10, p. 342-365, 1807.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Du squelette des poissons ramené dand toutes ses parties a la charpente osseuse des autres animaux vertébrés et premièrement de l'opercule des poissons. *Bulletin des Sciences par la Societé Philomatique de Paris*, p. 125-127, 1817.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Philosophie anatomique des organes respiratoires*. Paris: Bailliére, 1818.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Philosophie anatomique des Monstruosités Humaines*. Paris: Chez l'Auteur, 1822.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Système dentaire des mammifères et des oiseaux*. Paris: Crevot, 1824.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Considérations générales sur les monstres*. Paris: Tastus, 1826.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Cours de l'Histoire Naturelle des mammifères*. Paris: Pichon & Didier, 1829.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Le degré d'influence du monde ambiant pour modifier les formes animales. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de l'Institut de France*, 12, p. 63-92, 1833.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Études progressives d'un naturaliste*. Paris: Roret, 1835.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. De la théorie des analogues. *Compte rendu des séances de L'Académie des Sciences*, 4, 15, p. 537-546, 1837.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Notions synthétiques, historiques et physiologiques de Philosophie Naturelle*. Paris: Dénain, 1838.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Philosophie de la Nature, 1<sup>o</sup> article. *Compte rendu des séances de L'Académie des Sciences*, 9, 10, p. 194-200, 1839a.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Philosophie de la Nature, 2<sup>o</sup> article. *Compte rendu des séances de L'Académie des Sciences*, 9, 10, p. 228-233, 1839b.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Philosophie de la Nature, 3<sup>o</sup> article. *Compte rendu des séances de L'Académie des Sciences*, 9, 10, p. 268-274, 1839c.

- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Philosophie de la Nature, 4<sup>e</sup> article. *Compte rendu des séances de L'Académie des Sciences*, 9, 10, 290-295, 1839d.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Philosophie de la Nature, 5<sup>e</sup> article. *Compte rendu des séances de L'Académie des Sciences*, 9, 10, p. 305-315, 1839e.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Premier mémoire sur l'organisation des insectes [1820]. In: LE GUYADER, H. *Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris: Belin, 1998. p. 71-79.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Considérations générales sur la vertèbre [1822]. In: LE GUYADER, H. *Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris: Belin, 1998. p. 80-104.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. principes de philosophie zoologique [1830]. In: LE GUYADER, H. *Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris: Belin, 1998. p. 129-248.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. *Principios de Filosofia Zoológica*. Buenos Aires: Cactus, 2009[1830].
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, I. *Traité de tératologie*, Tome I. Paris: Baillière, 1832.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, I. Additions aux considerations historiques sur la Zoologie. In: GEOFFROY SAINT-HILAIRE, I. *Essais de zoologie générale*. Paris: Roret, 1841a. p. 51-97.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, I. Considérations historiques sur la tératologie. In : GEOFFROY SAINT-HILAIRE, I. *Essais de zoologie générale*. Paris: Roret, 1841b. p. 175-211.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, I. *Vie, travaux et doctrine scientifique d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris: Bertrand, 1847.
- GHISELIN, M. *El triunfo de Darwin*. Madrid: Cátedra, 1983.
- GIL, F. La philosophie biologique de Geoffroy Saint-Hilaire. *Manuscrito*, 9, 1, p. 101-118, 1986.
- GOETHE, J. *Introduction générale a l'anatomie comparée, basée sur l'ostéologie* [1795]. In: GOETHE, J. *Oeuvres d'Histoire Naturelle*. Paris: Cherbuliez, 1837. p. 23-60.
- GOETHE, J. *Leçons sur les trois premiers chapitres de l'Introduction a l'étude de l'Anatomie Comparée, basée sur l'ostéologie* [1796]. In: GOETHE, J. *Oeuvres d'Histoire Naturelle*. Paris: Cherbuliez, 1837. p.61-78.
- GOETHE, J. Principes de Philosophie Zoologique discutés en Mars 1830, au sein de l'Académie des Sciences para M. Geoffroy Saint-Hilaire [1830]. In: GOETHE, J. *Oeuvres d'histoire naturelle*. Paris: Cherbuliez, 1837. p. 150-159.
- GOETHE, J. Principes de Philosophie Zoologique par M. Geoffroy Saint-Hilaire, suite et fin [1832]. In: GOETHE, J. *Oeuvres d'histoire naturelle*. Paris: Cherbuliez, 1837. p. 160-182.
- GOULD, S. *El pulgar del panda*. Madrid: Blume, 1983.
- GOULD, S. *The structure of evolutionary theory*. Cambridge: Harvard University Press, 2002.
- GRAPI, P. Affinité. In: LECOURT, D. (Ed.). *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*. Paris: PUF, 1999. p. 22-24.
- GRENE M., Darwin, Cuvier and Geoffroy: comments and questions. *Journal of History and Philosophy of Life Science*, 23, p. 187-211, 2001.
- GRENE, M.; DEPEW, D. *The philosophy of biology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- GRIMOULT, C. *Évolutionnisme et fixisme en France*. Paris: CNRS, 1998.
- GROULT DE TOURLAVILLE, F. *Système du monde ou loi universelle fondée sur l'attraction de soi-pour-soi. découverte par M. Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris: Ledoyen, 1840.
- GUILLO, D. *Les figures de l'organisation*. Paris: PUF, 2003.
- GUYENOT, É. *Les sciences de la vie aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles*. Paris: Albin Michel, 1941.
- HUNEMAN, P. Naturalizing purpose: from comparative anatomy to the adventure of reason. *Studies in history and philosophy of biological and biomedical sciences*, 37, p. 649-674, 2006.
- HUXLEY, T. On our knowledge of the causes of the phenomena of organic nature [1863]. In: HUXLEY, T. *Darwiniana*. New York: Appleton, 1893. p. 303-475.
- HUXLEY, T. *Criticism on The origin of species* [1864]. In: HUXLEY, T. *Darwiniana*. New York: Appleton, 1893. p. 80-106.
- HUXLEY, T. Evolution in biology [1878]. In: HUXLEY, T. *Darwiniana*. New York: Appleton, 1893. p. 187-226.
- HUXLEY, T. *On the common plan of animal forms* [1854]. In: FOSTER, M.; LANKESTER, R. (Ed.). *The scientific memoirs of Thomas Henry Huxley*, Vol.I. London: Macmillan, 1898. p. 281-283.

- HUXLEY, T. 1898[1856]: On the method of paleontology. In: FOSTER, M.; LANKESTER, R. (Ed.). *The scientific memoirs of Thomas Henry Huxley*, Vol. I. London: Macmillan, 1898. p. 432-444.
- HERDER, J. *Idées sur la philosophie de l'histoire de l'humanité*. Paris: Levrault, 1827[1785].
- JACOB, F. *El juego de lo posible*. Barcelona: Grijalbo, 1982.
- JAURETCHE, A. *Manual de zonceras argentinas*. Buenos Aires: Corregidor, 2012[1968].
- KANT, I. *Crítica de la facultad de juzgar*. Caracas: Monte Ávila, 1992[1790].
- KIM, M. *Affinity, that elusive dream*. Cambridge: MIT Press, 2003.
- LAISSUS, Y. *Le Muséum National d'Histoire Naturelle*. Paris: Gallimard, 1995.
- LE GUYADER, H. *Theories et histoire en biologie*. Paris: Vrin, 1988.
- LE GUYADER, H. *Geoffroy Saint-Hilaire: un naturaliste visionnaire*. Paris: Belin, 1998.
- LENOIR, T. *The strategy of life*. Chicago: University of Chicago Press, 1982.
- LENNOX, J. *Aristotle's philosophy of biology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- Lereboullet, D. Anatomie philosophique. In: DECHAMBRE, A. (Ed.). *Dictionnaire encyclopedique des sciences médicales*. Paris: Masson, 1866. p. 250-278.
- LÓPEZ PIÑERO, J. *La anatomía comparada antes y después del darwinismo*. Madrid: Akal, 1992.
- LOUIS, P. *La découverte de la vie: Aristote*. Paris: Hermann, 1975.
- MAAR, J. *Pequena história da química*. Florianópolis: Papa-livro, 1999.
- MARTINS, R. *Aristóteles e o estudo dos seres vivos*. São Paulo: Livraria da Física, 2015.
- MAUPERTUIS, P. Discurso sobre las diferentes figuras de los astros, donde se intenta explicar los principales fenómenos del cielo [1732]. In: MAUPERTUIS, P. *El orden verosímil del cosmos*. Madrid: Alianza, 1985. p. 47-90.
- MAUPERTUIS, P. La Venus física [1745]. In: MAUPERTUIS, P. *El orden verosímil del cosmos*. Madrid: Alianza, 1985. p. 131-194.
- MAZLIAK, P. *Les Fondements de la biologie: le XIX siècle de Darwin, Pasteur e Claude Bernard*. Paris: Vuibert-Adapt, 2002.
- MAYR, E. *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo*. Barcelona: Crítica, 1992.
- NEWTON, I. *Opticks*. New York: Dover, 1952[1704].
- NORDENSKIÖLD, E. *The History of Biology*. New York: Tudor Publishing, 1935.
- NYHART, L. Embryology and morphology. In: RUSE, M.; RICHARDS, R. (Ed.). *The Cambridge companion to the Origin of Species*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. p. 194-215.
- OCHOA, C.; BARAHONA, A. *El jano de la morfología*. México: Centro Lombardo Toledano, 2014.
- OWEN, R. *The archetype and homologies of the vertebrate skeleton*. London: Taylor, 1848.
- OWEN, R. *Principes d'osteologie comparée*. Paris: Baillière, 1855.
- PADIAN, K. Richard Owen's quadropenia. In: AMUNDSON, R. (Ed.). *Richard Owen: On the nature of limbs*. Chicago: Chicago University Press, 2007. p. liii-xcii.
- PALEY, W. *Natural theology*. London: Faulder, 1809.
- PANCHEN, A. Étienne Geoffroy Saint-Hilaire: father of evo-devo? *Evolution & Development*, 3, 1, p. 41-46, 2001.
- PAPP, D.; BABINI, J. *Biología y medicina en los siglos XVII y XVIII (Panorama General de Historia de la Ciencia, Vol. IX)*. Buenos Aires: Espasa-Calpe, 1958.
- PAPAVERO, N.; LLORENTE-BOUSQUETS, J.; ESPINOSA, D. *Historia de la Biología comparada*, Vol. I. México: UNAM, 1995a.
- PAPAVERO, N.; LLORENTE-BOUSQUETS, J.; ESPINOSA, D. *Historia de la biología comparada: historia de la biología comparada*, Vol. III. México: UNAM. 1995b.
- PAPAVERO, N.; PUJOL-LUZ, JOSÉ; LLORENTE-BOUSQUETS, J. *Historia de la biología comparada*, Vol. V. México: UNAM, 2001.
- PARTINGTON, J. *Historia de la Química*. Buenos Aires: Espasa Calpe, 1945.
- PERRIER, E. *La philosophie zoologique avant Darwin*. Paris: Félix Alcan, 1884.
- PINEL, P. Nouvelles observations sur la structure et la conformation des os de la tête de l'éléphant, lues à la Société

- d'Histoire Naturelle. *Journal de Physique, de Chimie, et d'Histoire Naturelle*, 43, Part.2, p. 47-69, juillet 1793.
- PIVETEAU, J. Le débat entre Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire sur l'unité de plan et de composition. *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs applications*, 3, 4, p. 343-363, 1950.
- PIVETEAU, J. Anatomie compare des vertébrés. In: Taton, R. (Ed.). *La science contemporaine*, Tome I [le XIX<sup>e</sup> siècle]. Paris: PUF, 1961. p. 485-501.
- RADL, I. *Historia de las Teorías Biológicas*, Vol. I. Madrid: Revista de Occidente, 1931.
- RAMOS, M. *A geração dos corpos organizados em Maupertuis*. São Paulo: Editora 34; Associação Scientiae Studia, 2009.
- REILL, P. *Vitalizing nature in the enlightenment*. Berkeley: University of California Press, 2005.
- ROGER, J. *Les sciences de la vie dans la pensée française au XVIII<sup>e</sup> siècle*. Paris: Alvin Michel, 1993.
- ROSS, W. *Aristóteles*. Charcas: Buenos Aires, 1981.
- ROSTAND, J. *L'évolution des espèces: histoire des idées transformistes*. Paris: Hachette, 1932.
- ROSTAND, J. Esquisse d'une histoire de l'atomisme en Biologie. *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs applications*, 2, 3, p. 241-265, 1949.
- RUPKE, N. *Richard Owen*. Chicago: Chicago University Press, 2009.
- RUSE, M. *La revolución darwiniana*. Madrid: Alianza, 1983.
- RUSE, M. Kant and evolution. In: SMITH, J. (Ed.). *The problem of animal generation in early modern philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. p. 402-415.
- RUSSELL, E. S. *Form and function*. London: Murray, 1916.
- SAPP, J. *Genesis: the evolution of biology*. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- SCHMITT, S. *Aux origines de la biologie moderne*. Paris: Belin, 2006.
- SERRES, É. Théorie des formations et des déformations organiques, appliquée à l'Anatomie de Ritta Christina, et de la duplicité monstrueuse. *Mémoires de L'Académie Royale des Sciences*, 11, p. 583-602, 1832a.
- SERRES, É. *Recherches d'anatomie transcendante et pathologie*. Paris: Baillière, 1832b.
- SERRES, É. *Précis d'Anatomie Transcendante*, Tome I. Paris: Gosselin, 1842.
- SLOAN, P. Kant on the history of nature. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 37, p. 627-648, 2006.
- SOBER, E. ¿Escribió Darwin el *Origen* al revés? *Teorema*, 28, 2, p. 45-69, 2009.
- TORT, P. La querelle des analogues. In: TORT, P. *La raison classificatoire*. Paris: Aubier, 1989. p. 115-140.
- THOMAS, J. Étienne Geoffroy Saint Hilaire. In: LECOURT, D. (Ed.). *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*. Paris: PUF, 1999. p. 457.
- VICQ D'AZYR, F. Mémoire sur les rapports que se trouvent entre les usages et la structure des quatre extrémités dans l'homme et dans les quadrupèdes [1774]. In: MOREAU, J. (Ed.). *Oeuvres complètes de Vicq D'Azyr*, Tome IV. Paris: Duprat-Duverger, 1805. p. 313-335.
- VICQ D'AZYR, F. Premier discours sur l'Anatomie [1786]. In: MOREAU, J. (Ed.). *Oeuvres complètes de Vicq D'Azyr*, Tome IV. Paris: Duprat-Duverger, 1805. p. 5-55.
- VON BAER, K. The fifth Scholium of *On the development of Animals* [1828], from: Fragments relating to Philosophical Zoology. In: HENFREY, A.; HUXLEY, T. (Ed.). *Scientific memoirs selected from the transactions of foreign academies of science and from foreign journals – Natural History*. London: Taylor & Francis, 1853. p. 186-238.
- WHEWELL, W. *History of the inductive sciences*, Volume III. London: Parker, 1837.
- WHEWELL, W. *The Philosophy of inductive sciences*, 1847, Volume I. London: Parker, 1847.
- ZAMORA, J. Forma y función en el nacimiento de la Biología: la polémica entre Cuvier y Geoffroy Saint-Hilaire. LLORENTE-BOUSQUETS, J.; RUIZ, R.; ZAMUDIO, G.; NOGUERA, R. (Ed.). *Fundamentos históricos de la Biología*. México: UNAM, 2008. p. 347-438.