

La Morfología Comparada: el despertar de la Bella Durmiente

Virginia Abdala

Instituto de Biodiversidad Neotropical. UNT – CONICET. Cátedra de Biología General, UNT. Miguel Lillo 205, 4000 San Miguel de Tucumán. Argentina.

Recibida: 15 Enero 2015

Revisada: 15 Marzo 2015

Aceptada: 30 Abril 2015

Editor Asociado: M.F. Vera Candiotti

RESUMEN

En este trabajo comparto mis reflexiones acerca del apogeo de la morfología comparada durante la escuela alemana de la Filosofía Natural. Propongo que esta corriente epistemológica nace como una reacción de los intelectuales de la época a las terribles condiciones en que los datos anatómicos eran obtenidos, de criminales ejecutados, robo de cadáveres, etc., sumado a la situación socio-económica crítica de la época. Asimilo el ocaso histórico de la Morfología Comparada con la preponderancia de los estudios genéticos y ecológicos generados por la Síntesis Evolutiva Moderna y su renacimiento en nuestros días debido a que el programa de investigación conocido como Evo Devo vuelve a centrar sus preguntas en el origen de la forma, sumado a la matematización de los estudios morfológicos a través de la Morfometría Geométrica y Ecomorfología. Hago un paralelismo con la historia de la Bella Durmiente, quien, como la Morfología, permanece suspendida durante mucho tiempo en un estado de inconsciencia aparentemente irreversible e improductivo, hasta que revive con todas sus facultades intactas, incrementadas y listas para ser desarrolladas en toda su plenitud.

Palabras clave: Anatomía Comparada; Historia de la Ciencia; Naturphilosophie; Morfología.

ABSTRACT

Comparative Morphology: the revival of the Sleeping Beauty. In this work I share my thoughts about of the climax of the Comparative Morphology contemporaneous with the raising of the german Naturphilosophie. I propose that this epistemological perspective arose as a reaction of the intellectuals against the horrible context in which the anatomical data were obtained: death bodies, organ robberies, plus the socioeconomic crisis in that epoch. I relate the decline of the Comparative Morphology to the preponderance of the genetical and ecological research derived from the Evolutive Theory. The revival of the Comparative Morphology occurs with the advent of the Evo Devo research program, that poses important questions about morphology, and the mathematical approach of the morphological studies through the Geometrical Morphology and Ecomorphology. I trace a parallel with the Sleeping Beauty story in which someone remains in a suspended dream as with the Morphology, until the scientific community is ready to pay attention to that person, recognizing that much remains to be discovered by studying the morphology of the living beings.

Key words: Comparative Anatomy; History of Science; Naturphilosophie; Morphology.

La morfología es una disciplina de la Biología cuyos orígenes pueden rastrearse a los albores de esa relación profunda que el hombre establecería con la Naturaleza a través del conocimiento (en la Figura 1 presento una línea de tiempo que ayudará a ubicar los hitos que menciono en este trabajo). Los antecedentes más antiguos de los estudios morfológicos se encuentran en las indagaciones sobre anatomía

humana que se realizaron desde tiempos remotos en el ámbito de la prevención y cura de los males del cuerpo. La anatomía puede unirse a la medicina para integrar el grupo de esas continuidades milenarias, casi sin nacimiento (Foucault, 1969). En el contexto de la filosofía Védica, existen registros cuidadosos y detallados de la medicina Ayurvedica, cuyos textos fundamentales se remontan alrededor de 4000 años

antes de Cristo (Loukas *et al.*, 2010). El papiro de Ebers, proveniente del antiguo Egipto y datado en 1500 años antes de Cristo, contiene 877 apartados que describen numerosas enfermedades en varios campos de la medicina y evidencia un conocimiento muy acabado de la anatomía humana. Los sistemas médicos más avanzados de la antigüedad (por ejemplo los indios y árabes) están profundamente ligados al conocimiento de la anatomía humana, la que también se ligó al arte y la guerra (Loukas *et al.*, 2010). En la India de alrededor del año 1000 antes de Cristo, los conocimientos de anatomía y fisiología provenían de disecciones humanas ya que, aparentemente, no se solía disecar animales (Bochetti, 2008; Loukas *et al.*, 2010). En la Grecia antigua, los primeros documentos que nos sirven para profundizar en la concepción de la época acerca del cuerpo humano y la anatomía son la *Ilíada* y la *Odisea*, escritos por Homero hacia el siglo VIII a. C. Gracias a los detalles descriptivos de Homero podemos tener una idea de la concepción que los griegos tenían del cuerpo humano y de su importancia. Homero habla de 128 heridas mortales, 37 no mortales y 10 contusiones en distintas partes del cuerpo (Bochetti, 2008). Sin embargo puede atribuirse con toda justicia a Aristóteles el título de primer biólogo y también de fundador de la Anatomía Comparada (Russell, 1916). Aristóteles fue un empirista cuyo profundo interés por la naturaleza contrasta con la filosofía platónica dominante, que desconfía de la información provista por los sentidos: mientras Platón desprecia la naturaleza, Aristóteles observa delfines y ballenas. Mientras el platonismo ridiculiza y desalienta la ciencia empírica, Aristóteles se convierte en un biólogo sagaz y detallista (Koestler, 1981).

La medicina impulsó no solo el estudio de la anatomía humana, sino también el de las plantas, en las que se buscaría remedio para las enfermedades de cuerpo y alma. El helenismo (aproximadamente 100 años antes de Cristo a 200 años después) encuentra a Alejandría convertida en capital de la medicina y a las disecciones en una práctica cotidiana; es la época de Galeno (130-200), cuya obra perduraría en las prácticas de la medicina occidental por más de 1000 años. Hacia fines de la antigüedad y durante la Alta Edad Media, el platonismo representa la filosofía dominante, que va a ser modificada para adaptarse a las necesidades de dos de las grandes religiones monoteístas: cristianismo y judaísmo y, algunos siglos después, también a las del islamismo (Armstrong, 2008). Uno de los más conspicuos representantes

del neoplatonismo es San Agustín (354-430), cuyo pensamiento expresa claramente la filosofía de la época, al considerar que el único conocimiento deseable es el de Dios y del alma y que no se obtiene beneficio alguno investigando el reino de la naturaleza (Koestler, 1981). A pesar de no alinearse con la concepción dominante o «episteme» de la época, durante el año 1000 la obra de Avicena (980-1037), considerado uno de los más grandes médicos de la historia, contribuye grandemente al conocimiento de la anatomía humana. Ya en la Baja Edad Media, particularmente después de la introducción de los textos árabes en el Siglo XIII, Aristóteles domina la mente de los naturalistas. Es importante tener en cuenta que estos anatomistas medievales hacían sus estudios más preocupados por el funcionamiento de los órganos que por la forma en sí, eran más fisiólogos que anatomistas (Russell, 1916). Vemos así, que los ancestros de la Bella Durmiente, que no es otra que la Morfología Comparada, se pierden en la historia de la humanidad, por lo que esta Bella es una aristocrática disciplina científica.

Sin embargo, como en la mayoría de las familias aristocráticas cuyas raíces se remontan a la noche de los tiempos, el pasado de Bella también tiene fantasmas oscuros. Volviéndonos hacia la historia en el occidente más cercano, en la Inglaterra de comienzos de la Edad Moderna, el conocimiento anatómico se basó en manuscritos griegos y romanos (que a su vez recuperan y resignifican la medicina oriental como la ayurvédica, traída a occidente por los árabes) y en incontables disecciones de animales y humanos. Persistentes rumores, esperemos que infundados, achacan a Vesalius (1514-1564), - considerado el fundador de la anatomía moderna, por sus estudios que mejoran muchas de las observaciones de Galeno-, Berengario da Carpi (1460-1530) y Juan Valverde (1525-1587), las vivisecciones en perros, cerdos e incluso en humanos (Cunningham, 2003). Nicolás Steno (1638-1686), considerado el padre de la Geología, fue también un afamado anatomista que trabajó bajo la protección de Fernando II de Médici en Florencia. Como todos los anatomistas de la época, su actividad científica consistía en disecciones de cadáveres y en vivisecciones de animales (Cunningham, 2003). Pero, ¿de dónde salían estos cuerpos humanos que se usaban en las disecciones en Europa ya entrada la Edad Moderna? La mayor parte provenían de los criminales condenados a muerte. Los jueces que dictaban la sentencia de muerte podían recomendar disecciones anatóni-

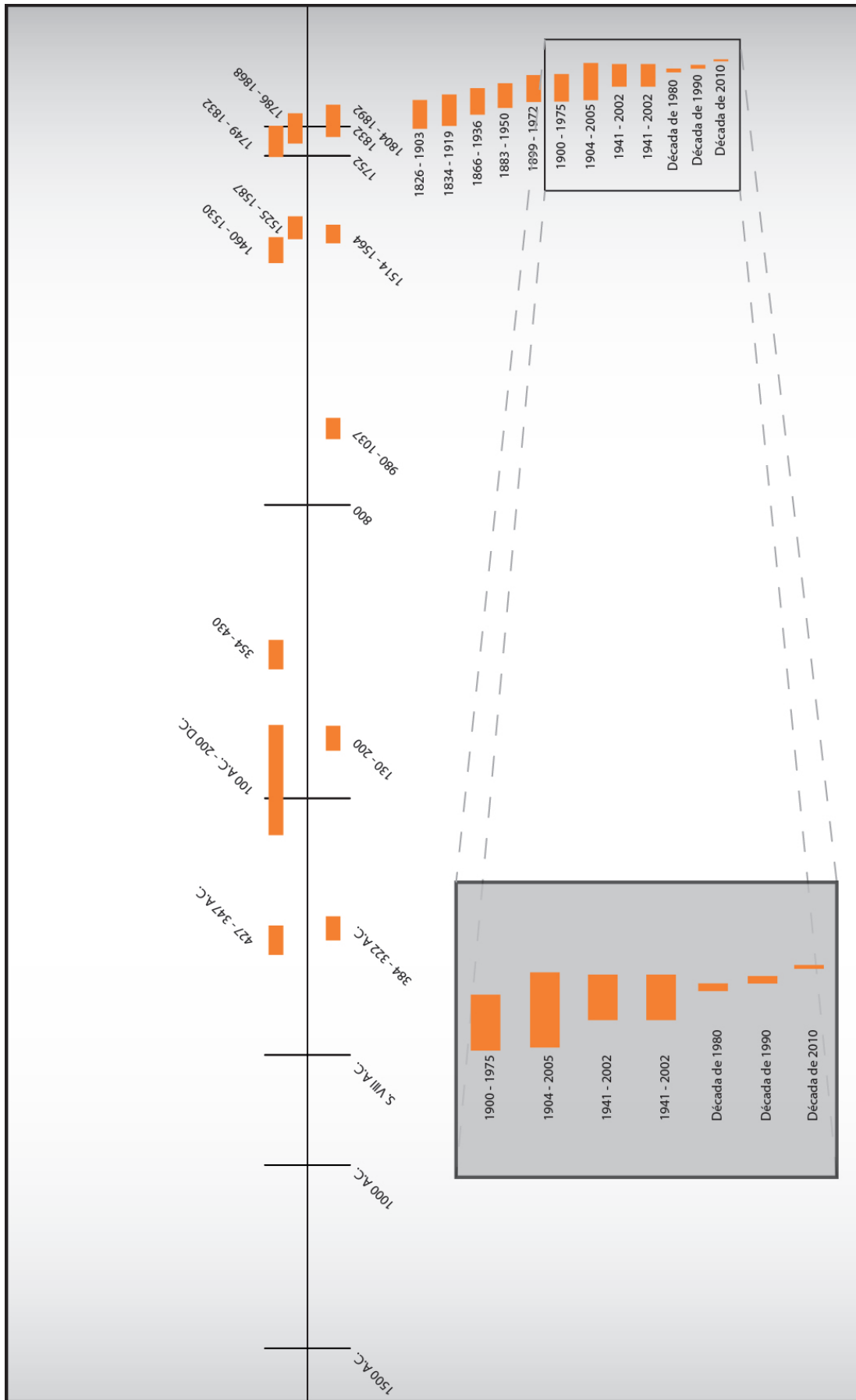


Figura 1. Línea de tiempo con los hitos a los que se alude en todo el texto; las longitudes de las barras son proporcionales a los lapsos de tiempo considerados.

cas de los cuerpos de los ahorcados (Mitchell *et al.*, 2011). En 1752 en Inglaterra se firma la Murder Act, mediante la cual la Compañía de Cirujanos de Londres fue autorizada a disecar los cuerpos de los convictos después de su muerte, y debían exhibir estos cuerpos a la vista general (Ortega, 2010; Mitchell *et al.*, 2011). La idea por detrás de esta práctica es que alguna firma o marca posterior a la muerte, algún terror ulterior, podía servir de escarmiento adicional a la pena de muerte para prevenir los asesinatos. La disección punitiva tenía así una función moral y edificante (Ortega, 2010). En esas épocas, siglo XVIII, los hospitales de caridad se expandían a través de Gran Bretaña, y éstos tenían anexas escuelas de anatomía que utilizaban esos cadáveres para sus disecciones (Mitchell *et al.*, 2011). Es famoso el caso de los obstetras y cirujanos William Smellie y su discípulo William Hunter, de la Universidad de Glasgow, alrededor de 1750, de quienes se dice que mataron numerosas mujeres durante el parto y usaron sus cuerpos para estudios anatómicos o que, por lo menos, jamás se preocuparon en modo alguno del origen de los cuerpos de las mujeres que usaban para estudiar. Debido a que solo los cuerpos de los condenados podían ser disecados, la cantidad disponible era bastante limitada, por lo que se generó el robo y un comercio muy lucrativo, no sólo de cuerpos completos sino también de partes anatómicas, que pronto provocó un problema de alcances sociales. Vemos así una tenebrosa asociación entre los anatomistas, los verdugos y los ladrones de cadáveres que operaban al abrigo de la falta de legislación que previniese esos actos vandálicos (Mitchell *et al.*, 2011). En 1832 se publica en Inglaterra la Anatomy Act, que anula la disección punitiva. Con esta nueva ley el robo de cadáveres se vuelve innecesario porque los cuerpos de los pobres, muertos en los hospitales de caridad o en sus lugares de trabajo, podían ser utilizados legalmente para su disección. Los productos de estas disecciones que resultaban interesantes para los anatomistas se preservaban en museos y colecciones, y constituían el corazón de varios royal colleges y escuelas médicas (Mitchell *et al.*, 2011). Los órganos y partes de los cuerpos eran exhibidos como espectáculo, incluso cobrando entradas para verlos y manteniendo las colecciones con esos ingresos, que llegaron a ser muy cuantiosos.

Propongo que como una reacción a esas prácticas anatómicas bastante sórdidas: robo de cadáveres, asesinatos para el uso de los cuerpos, la disección como un castigo supremo, etc. que acercaban a los

anatomistas a lo más oscuro y despreciable de la condición humana, surge en Alemania una corriente romántica, liderada por Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), poeta, novelista, dramaturgo y científico alemán. Goethe acuña, alrededor de 1796, el término Morfología o «ciencia de la forma». Este programa de investigación liderado por él, es una disciplina comparada que estudia las diferencias y similitudes entre las estructuras orgánicas, en un marco teórico que considera la investigación acerca de la forma como una reflexión acerca de los rasgos fundamentales de la vida y del universo (Levit *et al.*, 2014). La morfología goethiana, cercana al platonismo, busca en las formas ideales, en «*Der Typus*» animales y vegetales, en los «arquetipos», la armonía, belleza, y pureza de la que carece la obtención de los datos anatómicos empíricos. La propuesta científica de Goethe es la de la morfología como una más de las ciencias formales, es la de la morfología como otra forma de geometría.

La palabra arquetipo, del griego *arjé*- elemento fundamental y *tipos* – modelo, principio, significa representación o modelo de la realidad. Los arquetipos se postulaban como modelos de descripción de los grupos animales. Para Goethe el arquetipo era mucho más que una forma hipotética, era el resumen de todas las formas, «una fuerza dinámica real de la naturaleza, una potencialidad...» (Levit *et al.*, 2014). Le tocó a Owen (1804-1892) en Inglaterra, enunciar más detalladamente la idea del arquetipo. Al igual que Platón y Aristóteles, quienes en el siglo IV antes de Cristo buscan en los entes ideales, en los movimientos uniformes de los astros, en las esferas como cuerpos perfectos, toda la belleza y armonía que la Grecia decadente de su tiempo, en bancarota económica, política y moral les negaba (Koestler, 1981), Goethe y los seguidores de la Naturphilosophie quieren otorgar a la morfología, la pureza de la que carece su práctica, de ahí su «Anatomía Trascendental». Como en la Grecia antigua, en Europa se vivía un clima de desilusión por el fracaso de las revoluciones que habían pretendido conquistar las libertades individuales, y también de hartazgo tras las grandes guerras de independencia. Las revoluciones industriales vividas en Europa entre 1750 y 1914 generaron como subproductos concentraciones urbanas caóticas y sucias, hacinamiento, enfermedades, etc. lo que completa un cuadro de profunda crisis, desánimo y depresión. Todo esto favoreció la diseminación del romanticismo alemán, que nunca alcanzó fuera de Alemania el éxito que obtuviera

allí, posiblemente porque los franceses e ingleses suelen ser menos especulativos que los alemanes, y más propensos a dirigir sus energías hacia fines prácticos (Sanchez Garnica, 2005).

Entre las teorías más conocidas de Goethe se cuentan la de la naturaleza vertebral del cráneo, el hallazgo del intermaxilar humano y la doctrina de la planta primordial. Todas estas teorías eran más bien especulaciones acerca de las formas de los seres vivos y acerca de las relaciones de unas formas con otras, aunque no sólo se abocó a la explicación morfológica y sino que pretendió dar con las fuerzas que originaban la forma (Sanchez Garnica, 2005). Hay que tener en cuenta sin embargo, que en la búsqueda del arquetipo de los vertebrados Goethe infiere la existencia del hueso intermaxilar humano: si un hueso está presente en la mayoría de los vertebrados y tiene una función importante, es probable que sea parte del arquetipo (Levit *et al.*, 2014). Para Goethe, el eje pasa por la organización lógica de la forma orgánica. Como buen idealista, la investigación empírica, o sea, el análisis del mundo en sus elementos, lejos de aproximarnos a la naturaleza nos la desvirtúa y oculta (Sanchez Garnica, 2005), en otra sorprendente analogía con la filosofía neoplatónica del desprecio por el conocimiento de la naturaleza (Koestler, 1981). Podemos considerar que con este romanticismo alemán, idealista y puro, Bella va transformándose en un área pletórica de salud, interés y misterio para los naturalistas de la época. La morfología llega, de la mano de Serres (1786-1868), Owen, Gegenbaur (1826-1903), Haeckel (1834-1919) entre tantos otros, a un clímax de gran producción de conocimiento, a variadas explicaciones acerca de la naturaleza de las formas biológicas, a inferencias que preparan el camino para el evolucionismo darwinista (Levit *et al.*, 2014). Es notable que esta propuesta formalista de Goethe demostró un llamativo poder heurístico en relación a la naturaleza, tanto por los que adherían a sus planteos como por los que se oponían fervientemente (por ejemplo los funcionalistas como Wilhelm His (1831-1904) a quien le debemos además la invención del micrótopo), generando importantes datos empíricos y profundas inferencias teóricas. La morfología trascendental, idealista, Bella, está viva, crece, es feliz y, por sobre todo, está muy despierta. Sin embargo, a pesar de la vertiente epistemológica tan platónica que predominaba en la práctica anatómica alemana, en ese país el darwinismo evolucionista, de corte netamente empirista, recibió una entusiasta acogida.

Alemania se encontraba en un momento de excepcional esplendor intelectual durante el cual el cultivo de todos los saberes morfológicos y al mismo tiempo el evolucionismo, acabó imponiéndose de un modo casi general (López Piñero, 1992).

Durante todos estos siglos (XVI, XVII y entrado el XVIII) la morfología es la reina de las ciencias de la vida. Esto significa que los morfólogos creen que en la morfología se encontrarán las claves que revelen el origen de la forma, de la relación entre desarrollo y filogenia, que será capaz de develar los secretos más profundos y trascendentales del mundo biológico y, en última instancia, de la vida misma. El mismo Darwin estudió profundamente la anatomía comparada de los balanos. En estos estudios, que le ocupan desde 1846 a 1854, Darwin ya usa un enfoque evolutivo para responder a las preguntas generadas por sus datos anatómicos (Love, 2002). Por otra parte, el concepto de homología, central a la teoría evolutiva, fue desarrollado con base en datos de la anatomía comparada de los vertebrados. Ya entrados en el siglo XX, importantes científicos continuarán con la tradición morfológica, en el contexto del evolucionismo darwinista. Las discusiones han cambiado, los «hot spots» son diferentes. De la representación lógica de la forma, de los arquetipos, se pasa a la preocupación por el progreso, o el mejoramiento de las formas biológicas, como puede verse en la obra de Victor Franz (1883-1950), anatomista alemán heredero de Goethe y Haeckel (Levit *et al.*, 2004). Entre estos anatomistas se encuentra Alexej Nikolajevich Sewertzoff (1866-1936), fundador de la escuela de biología evolutiva en su Rusia natal (Levit *et al.*, 2004). Investigador muy conocido entre los herpetólogos anatomistas, dado que su preocupación por el «progreso» en la morfología lo llevó a profundizar el estudio anatomo-fisiológico de muchos herpetozoos como las tortugas terrestres y acuáticas y su relación con la ecología, y también en temas de interés herpetológico como la evolución de las escamas desde peces a reptiles (Sewertzoff, 1949 en Levit *et al.*, 2004).

¿Y qué pasó que de ese éxito de la morfología en todos los campos científicos se generó un sueño que duraría décadas? En mi opinión, parte de la explicación se puede encontrar en la «Síntesis Moderna» evolucionista. A primera vista ésta no debería ser una explicación, después de todo entre los «arquitectos canónicos» de la síntesis moderna había anatomistas como George G. Simpson (1902-1984), o morfólogos como Gavin de Beer (1899-

1972) quien en 1940 publicaría su célebre «Embryos and ancestors». Durante este tiempo Willi Hennig (1913-1976), el inventor de la cladística, produjo importantes conocimientos acerca de la anatomía de los dípteros, mientras que Stephen Jay Gould (1941-2002) produciría muchas piezas fundacionales del Evo-Devo como por ejemplo «Ontogeny and Phylogeny» (1977). Sin embargo, son en realidad excepciones que confirman la vigencia de otro paradigma dominante. Uno de los textos más importantes del pensamiento evolutivo de principios de siglo XX nos da pistas acerca de por dónde pasaban la producción «mainstream» y las preocupaciones de los biólogos de entonces: «Genética y el origen de las especies» de Theodosius Dobzhansky (1900-1975). Este libro, aparecido en 1937, combina conceptos de genética, poblaciones e historia natural de los organismos. Posteriormente aparecen otros libros canónicos, «Population, Species and Evolution» (Mayr, 1963), Evolución (Dobzhansky *et al.*, 1979) entre muchos otros. Si bien en general se consideran aspectos de la anatomía comparada, los datos anatómicos están muy lejos del centro de la escena, que ha pasado a iluminar plenamente a la recién estrenada Genética, y sus aplicaciones en la genética de poblaciones de gran valor heurístico y empírico. Es importante comprender que el sueño de Bella no es total. Durante el apogeo del paradigma adaptacionista, claramente basado en la Genética y Ecología, hubo numerosos morfólogos produciendo conocimiento científico de la más alta calidad, como lo ya mencionados Simpson, de Beer, Hennig o Gould; lo que se ha perdido, de acuerdo a Cunningham (2003), es «This view of the identity and importance of old anatomy as the senior discipline and as the premier investigative, experimental discipline in the investigation of the phenomena of life...». Nuevas estrellas ocupan el firmamento del pensamiento biológico en todo su esplendor, la Genética y la Ecología. Con el ascenso de estas dos disciplinas en la Biología, Bella empieza a rodearse de una atmósfera adormecedora, hasta que en 1953, la publicación en sucesivos números de Nature de los trabajos que dilucidarían la estructura del ADN, pone a Bella en un sueño profundo que parecía el sueño de la muerte. Pocas veces en la historia un descubrimiento ha influenciado tanto ciencia y sociedad. La doble hélice es reproducida en todas las formas del arte visual y en la arquitectura, una imagen estética, icónica que deja de lado el hecho que el ADN es un ovillo de fibras enredadas en el interior del núcleo celular (Kotsias, 2003). Con la

«invención» (dirían los epistemólogos irrealistas) de la estructura del ADN nace una leyenda, se entronizan las técnicas moleculares, se desarrolla la Genética Molecular y Bella queda dormida y sin habla. No parece haber nada para descubrir en la anatomía, y el campo disciplinar que la cobija, la Morfología, no tiene nada nuevo o interesante para decir acerca de la Naturaleza. Esta situación persistiría más o menos inalterada por alrededor de 60 años. Es interesante tener en cuenta que durante las décadas del 70, 80 y a fines de los 90, todavía existían discusiones acerca del status científico de la Biología (Mayr, 1996).

A mediados de la década del 80, con el descubrimiento de los genes *hox*, la situación empieza a cambiar (Wake, 1982). Renace con mucha fuerza el interés por los procesos del desarrollo, que habían sido tan caros a la escuela morfológica de la *Naturphilosophie*. La Sistemática Biológica, provista de una poderosa herramienta metodológica, la Cladística, propugna el uso combinado de caracteres moleculares y morfológicos como la vía más rigurosa para obtener hipótesis bien sustentadas acerca de las relaciones filogenéticas de los seres vivos. Con el advenimiento de la Cladística, en cuyo contexto las formas fósiles son tan importantes como las de las formas vivientes como fuente de información morfológica para los análisis filogenéticos, el estudio de la anatomía de los fósiles –aunque no se abandonó jamás– adquiere un matiz de frescura, renovación y rigurosidad. La Biogeografía Histórica, luego de una larga lucha para afirmar su identidad, llega para quedarse y, en su contexto, la morfología retoma su dimensión de dato crucial y necesario. Desde la Ecología, hay una reformulación más rigurosa de la relación entre morfología y ambiente a través de la Ecomorfología. La Biología Molecular ha traído nuevamente a la atención de los científicos los procesos epigenéticos en la generación de los fenotipos (Bell y Spector, 2011; Rice *et al.*, 2012; Monteleone *et al.*, 2014 entre muchos otros), largamente descuidados durante el darwinismo por el acento puesto en los procesos genéticos. Bella está empezando a cansarse de su descanso y cálidas brisas soplan a su alrededor.

Pero ¿qué despierta a Bella de su largo sueño? Desde mi perspectiva, la corriente renovadora de la Morfología Comparada nace cuando el Evo-Devo termina de gestarse. Se conoce como Evo-Devo a un programa de investigación (Evolutionary Developmental Biology, también conocido como Biología Evolutiva del Desarrollo) que proporciona un marco teórico sintético para diversas disciplinas

de la Biología Evolutiva tradicional. En Evo Devo confluyeron la biología del desarrollo y los estudios evolutivos, cuyo matrimonio se realizó oficialmente en 1999, cuando los estudios de biología evolutiva y del desarrollo obtuvieron su propia división en la Society for Integrative and Comparative Biology (SICB) (Goodman, 2000). En el contexto Evo Devo, la embriología y los estudios del desarrollo de los seres vivos en general, son abordados con las herramientas metodológicas y tecnológicas más actuales. Según Gilbert (2003) la Biología Evolutiva del Desarrollo tiene su origen en la morfología de finales del siglo XIX. En el corazón de este programa se observa sin embargo, un retornar a las preguntas ya formuladas, que ponen de nuevo a la Morfología Comparada en el centro de la escena. ¿De dónde salen los planes corporales?, ¿Cómo surge a partir de secuencias génicas altamente conservadas una incontable variabilidad morfológica?, ¿Qué es una novedad morfológica y cómo se produce?, ¿Cómo se controla y cómo se altera el desarrollo de un organismo multicelular? ¿Cómo es la transcripción de un gen *hox* para la formación del cuerpo de un animal?. Prácticamente no hay línea de investigación en el contexto del Evo- Devo que no pueda remontarse a las directrices de la Morfología Comparada de los Naturphilosophen, no en un sentido general, dado que también podrían encontrarse en Aristóteles o antes, sino concretamente. Algunos historiadores de la ciencia han llegado a decir que ya la «evolutionary theory was Goethean morphology running on geological time» (en Levit *et al.*, 2014). Olsson *et al.* (2010) consideran a la Naturphilosophie como la prehistoria del Evo Devo. Así debemos a von Baer (1792-1876), quien estaba muy influenciado por la escuela de la filosofía natural, la demostración de la existencia de la blástula y de la notocorda, además de la fundación de la embriología como disciplina. Los estudios de las relaciones entre ontogenia y filogenia que tanta actualidad tienen pueden rastrearse en Haeckel; la diferenciación entre analogía, homología y los distintos tipos de homología a Owen. Victor Franz y Aleksey N. Sewertzoff fueron pioneros en los estudios acerca de las heterocronías, junto con Gavin de Beer (Olsson *et al.*, 2010). Las investigaciones sobre el origen del cráneo de los vertebrados, por ejemplo en Gans y Northcutt (1983), se pueden seguir hasta la teoría goetheana del origen vertebral del cráneo que fuera abordada también por Gegenbaur. Este anatomista lideró investigaciones sobre el desarrollo de la cabeza de los vertebrados incorporando

un contexto evolutivo en su trabajo tardío (Olsson *et al.*, 2010). Recientes hallazgos de Diogo *et al.* (2015) retoman el trabajo de Gans y Northcutt (1983) y lo resignifican desde la nueva perspectiva de la relación entre origen de los músculos cefálicos y el corazón con cámaras.

De la mano del Evo Devo, Bella ha despertado. Es importante destacar que su sueño no fue simplemente permanecer en un estado suspendido. Creo que hasta Bella llegaban los ecos de las infinitas actividades que se sucedían a su alrededor, preparándola para su amable despertar, para el reencuentro con el centro de la escena. El ocaso de la morfología, el sueño de Bella, es una forma de resistencia como alternativa a la resignación y su despertar se produce cuando los científicos de fines del segundo milenio comprenden que todavía hay mucho por descubrir estudiando la forma de los seres vivos. De alguna manera podría pensarse que la morfometría geométrica es un método redivivo para la búsqueda del arquetipo porque es una investigación básicamente formal o ideal. Por supuesto, hay filogenia, función, ambiente por detrás de las lecturas de los resultados del método con su variedad de técnicas, pero bien podría no haberlo. Si hiciéramos el ejercicio intelectual de despojar a la forma de la biología, de leer los resultados de la aplicación de la morfometría geométrica sólo como variaciones de formas lógicas de entes geométricos, estaríamos ante una nueva faceta de la morfología trascendental. Pensemos que Kendall, el estadístico británico, propone una definición de la forma como «toda la información geométrica que resulta de retirar los efectos de la posición, escala y rotación de un objeto» (Kendall, 1977 en Toro Ibacache *et al.*, 2010). Esta idea general fundamentó en sus orígenes a la morfometría geométrica: analizar la forma independientemente de aquellos componentes que no definen la geometría intrínseca del objeto (Toro Ibacache *et al.*, 2010). Estos múltiples intentos de cuantificación de la forma, intrínseca o en relación al ambiente o función, elevaron los programas de investigación que los adoptaron a otro nivel epistemológico, al generar metodologías como la morfometría geométrica o la ecomorfología, que logran la matematización de estos aspectos de la morfología.

Lo que los cuentos no suelen contar es lo que pasa después. ¿Qué futuro le espera a Bella, la Morfología Comparada?. En lo inmediato parece gozar una perspectiva promisoriosa: los estudios morfológicos en el Evo Devo se ven complementados y enrique-

cidos por la dimensión ecológica a través del muy recientemente inaugurado programa de Eco Evo Devo, que estudia el efecto del ambiente en la generación de los fenotipos durante el desarrollo de un organismo y su relación con la historia evolutiva de las especies (Abouheif *et al.*, 2014). En el desarrollo, la alteración de la forma de los organismos por los procesos heterocronicos están siendo investigados intensamente (Fabrezi *et al.*, 2014) y, también en el marco de los estudios de la ontogenia, está tomando mucho impulso una fascinante línea de investigación, la embriología funcional, que también puede rastrearse a la mecánica del desarrollo de His (1831-1904), ligado a la escuela goethiana por su ferviente oposición (Olsson *et al.*, 2010). Aparentemente, estos temas mantendrán ocupados a los científicos por algunos años, asegurándole a nuestra Bella una larga vida activa, participativa y creativa.

¿No es algo que desearía cualquiera de nosotros?

Antes de cerrar este punto de vista, quisiera hacer una breve digresión acerca de mi elección de su título. Como probablemente ustedes sepan ya, los mal llamados «cuentos infantiles» son considerados transmisores de arquetipos. Los arquetipos en este contexto, son “formas o imágenes colectivas que se dan en toda la tierra como elementos constitutivos de los mitos y, al mismo tiempo, como productos autóctonos e individuales de origen inconsciente”. Los cuentos de hadas forman arquetipos en los niños, que se quedan en el inconsciente y después se manifiestan con el paso del tiempo (Arias *et al.*, 2013). El cuento de la bella durmiente es uno de los cuentos con más revisiones de todos los conocidos (Fernández Rodríguez, 1998) y también muy criticado desde una postura feminista. En el cuento tradicional en todas sus formas, el papel de la mujer es pasivo, sus más preciados atributos son la belleza, la paciencia y la quietud, podría agregar el silencio. No hay heroínas rebeldes o independientes en los cuentos tradicionales, son más bien arquetipos útiles para preservar la imagen de la mujer que perpetuará el patriarcado (ver por ejemplo Simon de Beauvoir, 1987). Quiero plantear que muy otra es la imagen que quiero dejar de Bella, la morfología aquí. Si bien ha permanecido pasiva durante los años «duros» del paradigma genetista (por llamarlo de algún modo), su sueño es una forma de resistencia y despierta para ser la dueña de su destino. He preferido por lo tanto obviar al príncipe y proponer que Bella despierta cuando se da cuenta de que puede volver a ser una

voz de su tiempo, por lo que su letargo silencioso debe concluir.

Agradecimientos

Este trabajo fue escrito como ponencia para el Simposio sobre Morfología Funcional, durante el Congreso Colombiano de Zoología, Cartagena de Indias, 2014. Agradezco profundamente al Dr. Julio Mario Hoyos de la Universidad Javeriana de Colombia, y a la Dra. Adriana Jerez Martínez de la Universidad Nacional de Colombia, la oportunidad que me brindaron para compartir estas reflexiones con los asistentes a dicho simposio. Marissa Fabrezi y un revisor anónimo dieron excelentes sugerencias que mejoraron mucho este artículo. Esteban Abdala diseñó la línea de tiempo que se incluye. Este trabajo fue financiado mediante el PIP CONICET 0284 a nombre de Virginia Abdala.

Literatura citada

- Abouheif, E.; Favé, M.J.; Ibarrarán-Viniegra, A.S.; Lesoway, M.P.; Rafiqi, A.M. & Rakajumar, R. 2014. Eco-evo-devo: the time has come. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 781: 107-25.
- Arias, S.; Castañón, A.C.; Quezada, I. & Sosa, S. 2013. La formación de arquetipos en la psique a través de los cuentos de hadas. *Actas XX Congreso de Investigación. ACMOR, México.*
- Armstrong, A.H. 2008. *The Cambridge History of Later Greek and Early Medieval Philosophy.* Cambridge Histories Online. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bell, J.T. & Spector, T.D. 2011. A twin approach to unraveling epigenetics. *Trends in Genetics* 27: 116-125.
- Bochetti, C. 2008. Anatomía en Grecia y Roma. *Byzantion Nea Hellás* 27: 1-22.
- Beauvoir, S. 1998. *El segundo sexo.* Cátedra, Madrid.
- Cunningham, A. 2003. The pen and the sword: recovering the disciplinary identity of physiology and anatomy before 1800 II: Old anatomy—the sword. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 34: 51-76.
- Diogo, R.; Kelly, R.G.; Christiaen, L.; Levine, M.; Ziermann, J.M.; Molnar, J.L.; Noden, D.M. & Tzahor, E. 2015. The cardiopharyngeal field and vertebrate evolution: A new heart for a new head. *Nature* 520: 466-473.
- Dobzhansky, T.; Ayala, F.J.; Stebbins, G.L. & Valentine, J.W. 1979. *Evolution.* W.H. Freeman, San Francisco
- Fabrezi, M.; Quinzio, S.; Cruz, J.; Goldberg, J. & Chilavert, M. 2014. ¿Qué es lo nuevo en evolución biológica? *Cuadernos de Herpetología* 28: 119-136.
- Fernandez Rodríguez, C. 1998. *La Bella Durmiente a través de la historia.* Universidad de Oviedo,
- Foucault, M. 1969. *La arqueología del saber. Siglo XXI, México.*
- Gans, C. & Northcutt, R.G. 1983. Neural crest and the origin of the vertebrates: a new head. *Science* 220: 268-274.
- Gilbert, S. 2003. The morphogenesis of evolutionary developmental biology. *International Journal of Developmental Biology* 47:

- 467-477.
- Goodman, C.S. 2000. The evolution of evo devo biology. *Proceedings of National Academy of Sciences USA* 97: 4424-4425.
- Koestler, A. 1981. Los sonámbulos. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Kotsias, B. 2003. El jubileo del descubrimiento de la doble hélice. *Medicina (Buenos Aires)* 63: 447-449.
- Levit, G.S.; Hossfeld, U. & Olsson, L. 2004. The integration of Darwinism and evolutionary morphology: Alexej Nikolajevich Sewertzoff (1866–1936), and the developmental basis of evolutionary change. *Journal of Experimental Zoology* 302: 343-354.
- Levit, G.S.; Hossfeld, U. & Olsson, L. 2014. The darwinian revolution in Germany: from evolutionary morphology to the modern synthesis. *Endeavour* 38: 268-279.
- López Piñero, J. 1992. La anatomía comparada antes y después del darwinismo. Ediciones Akal, Madrid.
- Loukas, M.; Lanteri, A.; Ferraiuola, J.; Shane Tubbs, R.; Maharaja, G.; Mohajel Shoja, M.; Yadav, A. & Rao, V.C. 2010. Anatomy in ancient India: a focus on the Susruta Samhita. *Journal of Anatomy* 217: 646-650.
- Love, A.C. 2002. Darwin and Cirripedia prior to 1846: Exploring the origins of the barnacle research. *Journal of the History of Biology* 35: 251-289.
- Mayr, E. 1963. Population, species and evolution. The Belknap Press of Harvard University. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Mayr, E. 1996. The autonomy of Biology: the position of Biology among the sciences. *Quarterly Review of Biology* 71: 97-106.
- Mitchell, P.D.; Boston, C.; Chamberlain, A.T.; Chaplin, S.; Chauhan, V.; Evans, J.; Fowler, L.; Powers, N.; Walker, D.; Webb, H. & Witkin, A. 2011. The study of anatomy in England from 1700 to the early 20th century. *Journal of Anatomy* 219: 91-99.
- Monteleone, M.C.; Adrover, E.; Pallarés, M.E.; Antonelli, M.C.; Frasc, A.C. & Brocco, M.A. 2014. Prenatal stress changes the glycoprotein GPM6A gene expression and induces epigenetic changes in rat offspring brain. *Epigenetics* 9: 152-160.
- Olsson, L.; Levit, G.S. & Hossfeld, U. 2010. Evolutionary developmental biology: its concepts and history with a focus on Russian and German contributions. *Naturwissenschaften* 97: 951-969.
- Ortega, F. 2010. El cuerpo incierto. Corporeidad, tecnologías médicas y cultura contemporánea. Editorial CSIC.
- Rice, W.R.; Friberg, U. & Gavrillets, S. 2012. Homosexuality as a consequence of epigenetically canalized sexual development. *The Quarterly Review of Biology* 87: 343-368.
- Russell, E.S. 1916. Form and Function. A contribution to the history of animal morphology. John Murray, London.
- Sanchez Garnica, D.E. 2005. La biología romántica de los Naturphilosophen, pp. 151-181, *En: González Recio, J.L. (ed.) El Taller de las Ideas: diez lecciones de Historia de la Ciencia.* Ed. Plaza y Valdez.
- Toro Ibacache, M.V.; Manriquez, S.G. & Suazo, G.I. 2010. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology* 28: 977-990.
- Wake, D. 1982. Functional and evolutionary morphology. *Perspectives on Biology and Medicine* 25: 603-620.

