

TEMA 22

La historia natural y el estudio de la vida

Introducción

-Caracterice la naturaleza y objetivos de la historia natural de la época

Las concepciones que se sostuvieron en el Siglo de las Luces sobre los seres vivos y su entorno físico abarcarían un campo amplio que se correspondería con los actuales dominios de la biología y de la geología. Todas las propuestas a partir de mediados de siglo comparten un su carácter una relación con el mecanicismo en general y con la idea de animal-maquina en particular.

Dentro del esquema mecanicista el naturalista se vería tradicionalmente ceñido a la recopilación de hechos y a la admiración del diseño, pero la única causa (la causa primera) era Dios. Sin embargo, la nueva generación de *philosophes*, siguiendo los modelos de la astronomía y de la química de la afinidades, buscaban incluir en los fenómenos la presencia leyes, restaurando la causas segunda y con ellas a la naturaleza en su papel de agente activo, bien fuese autosuficiente o dispuesto por la divinidad. Allá donde a principios de siglos e hablaba de Dios a finales se hablaba de naturaleza. De este modo la investigación del mundo natural se independizaba de la teología y abría nuevos horizontes: en la medida en la que el orden de lo creado respondía a unas leyes, estas resultaban accesibles a la razón aun cuando no se pudiera por el momento ir más allá.

Las leyes de la ciencia, sin embargo, no conducen por sí mismas a una historia. Una historia está jalonada por sucesos contingentes, que constituyen el origen y la causa de situaciones posteriores. Si las fuerzas de la naturaleza que se observan hoy fuesen las únicas que han operado siempre (uniformismo), (actualismo) a lo largo del tiempo, entonces el mundo funcionaría sin cambios y, como reza el dicho, no habría nada nuevo bajo el Sol. Ese sería el sistema del mundo de Laplace, un sistema cíclico y autorregulado sin indicios de un principio y sin perspectivas de un final (aunque se cuidó de darle un origen con la hipótesis de la nebulosa). La bibliografía más tradicional ha contrapuesto en este sentido las concepciones uniformistas con las catastrofistas, asociando a estas últimas con el Diluvio y la Biblia y presentándolas en cierto modo como exponentes de un pensamiento retrógrado. Pero no hay nada bíblico —ni retrógrado— en suponer que el origen de nuestro planeta se pudo deber a un suceso fortuito —pero en principio explicable por las leyes de la física— como el choque de un cometa con el Sol; ni en emplear como flecha temporal el subsiguiente enfriamiento del globo terrestre. En la clasificación de las ciencias de la Encyclopédie de Diderot y D'Alembert, la historia natural se ponía bajo la facultad de la memoria. La obra recogía así la interpretación tradicional de la historia como recopilación ordenada de hechos. En este caso los hechos eran relativos a la naturaleza, que se entendía como aquella parte del cosmos ajena a la intervención humana. Se excluían así de la disciplina las explicaciones causales, que quedaban reservadas al ámbito de la filosofía natural. Esta recopilación de informaciones que constituía la historia natural, adquirió con las propuestas del canciller Bacon matices inductivos y sistemáticos y su carácter propedéutico a la filosofía natural. También adquirió un objetivo propio, más allá de la pura recopilación enciclopédica. En la última parte del siglo XVII, al asociarse con la teología natural y el argumento del diseño, se constituyó en una búsqueda del verdadero «sistema de la naturaleza», del plan divino ejecutado en la Creación. Por otra parte, en el Renacimiento surgió, dentro del seno de la disciplina, una nueva tradición que buscaba una comprensión causal de los procesos y fenómenos naturales en términos de su génesis histórica. Más tarde, en manos de Descartes y sus seguidores, este tipo de explicaciones se secularizó. El orden natural se vio como consecuencia de la actuación de las leyes de la naturaleza. Pero también, por otro lado, autores como Thomas Burnet buscaron conciliar estas actuaciones con el génesis bíblico. Estas tradiciones culminaron, en el siglo XVIII, con la dilatada polémica entre el sueco Linné y el francés conde de Buffon. Polémica que enfrentó dos concepciones distintas de los principios y finalidad de la disciplina.

-Que era la Gran Cadena del Ser (continua la pregunta en Lamarck

-Explique comenzando por la llamada Gran Cadena de Ser las representaciones del mundo natural que se dieron en la época

La imagen, la visión del mundo que dominaba la época era la de los naturalistas. En la primera mitad del siglo XVIII la imagen de este orden era la de una escala o cadena lineal que no ofrecía soluciones de continuidad entre sus eslabones. Se trata de una escala ascendente llamada la Gran Cadena del Ser, en la que sus componentes, desde los minerales hasta el ser humano, se disponían según el nivel de complejidad, y que en ocasiones se llegó a prolongar metafísicamente, para abarcar el reino de lo espiritual, intermedio entre el ser humano y Dios.

Sin embargo la creciente complejidad de las afinidades encontradas entre los seres vivos llevo a proponer en la década de 1750 el modelo de mapa. A esta nueva imagen subyacía la creencia de que Dios y la naturaleza, no actúa en una sola dirección, como en el caso de la escala, sino en todas las direcciones posibles. El mapa, que podía tener tres dimensiones, supuso así el apogeo de la plenitud y la continuidad.

La imagen de mapa se vio a su vez sustituida por la de árbol, asimismo tridimensional, que generaba la convicción cada vez más generalizada del carácter parcialmente discreto de la realidad natural. Intermedio entre la escala y el mapa, el árbol reflejaba la creencia de que en la naturaleza no están presentes todas las direcciones posibles, sino solo algunas de ellas. En este sentido y a diferencia de las anteriores el árbol es una imagen escasamente predictiva y construida a posteriori sobre una base observacional. Lamarck dotara al árbol de una cuarta dimensión la temporal, que abrirá el camino a las teorías de la evolución del siglo XIX.

Dos eran las tareas naturalistas: observar y clasificar. Permite distinguir entre dos tipos distintos de naturalistas: los “observadores” se apasionaban por alguna especie, sobretodo de insectos y la estudiaban en profundidad; y los “clasificadores”, que por el contrario buscaban abarcar todas las especies, encerrarlas en un esquema racional.

En los siglos XVI, Andrea Cesalpino empleo un método de clasificación procedente de la lógica. Consiste en, cada una de las cuales se pueden considerar un género que se subdivide asimismo en especies, hasta que se llega a un punto en que ya no es posible subdivisión. En cada nivel, los especímenes se identifican a través de uno o unos pocos de sus caracteres. La elección de estos caracteres determina la clasificación; con caracteres distintos seleccionados en los primeros pasos de la división, dos clasificaciones pueden llegar a resultarnos muy diferentes.

Este método de clasificación podría calificarse de “natural” si los caracteres seleccionados reflejasen una esencia de las entidades en cuestión. El problema era como llegar a conocer tal esencia.

El naturalista John Ray recomendó emplear, no uno sino varios caracteres comunes. La mejor manera que encontró Ray de determinar que caracteres podían compartir una esencia, y por lo tanto constituir una especie ya no tan solo lógica sino también natural, fue mediante las características que a través de las semillas se trasmitían a la descendencia, al margen de cualquiera variaciones accidentales e individuales que pudiesen acontecer a causa del habitat y otras circunstancias. Fundo así el concepto de especie en la reproducción. Su contemporáneo Joseph Pitton de Tournefort contribuyo a precisar el género, un cumulo de especies, real e identificable en la naturaleza. Llego a descubrir cerca de setecientos de estos géneros y a su vez agrupo los géneros en clases.

Era sin embargo un método de aplicación difícil, que llenaba mal la necesidad de una rápida ordenación de las crecientes masas de especímenes. A este propósito servían más los llamados sistemas “artificiales”, muchos más sencillos, al basarse en un número mínimo de caracteres fácilmente observables.

Para Linné el fundamento más importante de la botánica era la clasificación, seguida de la nomenclatura. Adopto como características esenciales la fructificación, dentro de la que comprendió tanto la flor como el fruto. Distinguió cuatro partes de la flor (cáliz, corona, estambre y pistilos) y tres en el fruto (pericarpio, receptáculo y semillas) con su presencia y ausencia y sus variaciones en número, forma y situación, con lo que obtuvo una base de caracteres la suficientemente amplia para la clasificación. Las partes más importantes eran los estambres, seguidos de los pistilos, luego el cáliz y la corola, que determinaba el género, la especie venia

determinada por el pericarpio, el receptáculo y la semilla. Las raíces, el tronco, las ramas y las hojas servían para individualizar las variedades. Las plantas sin flores se incluían en un único grupo.

Los grupos taxonómicos más altos, las clases y órdenes los consideraban como una combinación de la naturaleza y el arte del clasificador. Pero pensaba que el género tenía una verdadera presencia en la naturaleza (escribió que es el género el que determina el carácter y no viceversa) así como la especie, y que estos habían permanecido inmutables desde la creación. La diversificación de las entidades de nivel inferior, de las variedades, se debía a circunstancias accidentales.

Linné denominó a su sistema el “sistema sexual”. La sexualidad de las plantas era un descubrimiento relativamente reciente y todavía debatido, aunque a partir de mediados de siglo su aceptación comenzó a ser general. Para quienes la aceptaron como Ray y Linné, los órganos asiento de la reproducción pasaron a considerarse el fundamento más natural para su clasificación, pues correspondía a una actividad vital de la planta mediante la cual transmitida sus características.

La zoología iba por detrás de la botánica, por un lado los animales dada su capacidad de desplazamiento son más equívocos a la hora de observarlos.

En la línea de Aristoteles, Ray distinguió entre animales provistos y desprovistos de sangre. Entre los primeros distinguió entre los de respiración pulmonar y branquial (peces). Los primeros los dividió entre los que poseían un corazón con dos ventrículos y con uno. La primera de estas clases las dividió en vivíparos (cuadrúpedos terrestres y cetáceos) y ovíparos (aves). En la segunda colocó a los cuadrúpedos ovíparos y a las serpientes. Le faltó un carácter universal que le permitiese clasificar a todos los géneros.

-Que pensaba Linné sobre la generación de nuevas especies

Linné siguió esta tradición, distinguiendo cuatro clases de animales con sangre roja (mamíferos, aves, anfibios y peces) y dos con sangre “blanca” (insectos y gusanos). Esta a su vez se subdividía según el aparato masticatorio, los órganos de los sentidos, los tegumentos y los apéndices.

Para Linné la ordenación de la sistemática reflejaba un orden natural regido por un principio de economía que expuso en su *Politica naturae* (1760) existía una cadena alimentaria compuesta de predadores y presas que servía para mantener estable el número de ejemplares de cada especie.

Pese a mantener esta imagen de estabilidad, a partir de mediados de la década de 1740, Linné admitió la aparición de nuevas especies por hibridación. Escribió que Dios había creado en principio una sola especie en cada orden natural, con capacidad de reproducirse entre sí. Una primera hibridación había dado lugar a las especies principales de cada género, que se cruzaron con las especies de otro género dando lugar a la variedad actual. Linné pensaba que las plantas estaban constituidas por dos estructuras anatómicas fundamentales: el córtex, masculino que tenía su extensión en los estambres y era responsable de la nutrición y del aspecto externo de la planta, y la médula, femenina, con sus extensiones en los pistilos, que era responsable de la vida interior del vegetal. De acuerdo con esto un género estaría compuesto por especies con la misma medula, la misma madre, pero fecundada por diferentes sustancias córtex, por diferentes pólenes. Esta serie de cruzamientos explicaría las numerosas y complejas afinidades encontradas en el mundo vegetal. La imagen que representaría estas relaciones sería la de mapa, ya que dichas relaciones se dan en muchas direcciones.

-Que pensaba Buffon sobre la generación de nuevas especies

-Explique las ideas transformistas sobre la especie de Buffon (y Lamarck en el tema siguiente)

El conde Buffon inició una extensa obra de descripción del mundo animal, se llamaba *Historie naturelle, générale et particulière* (36 vol, 1749-1789) finalizada por su discípulo. Buffon negó todo conocimiento posible de la esencia influido por la filosofía de Locke y distinguió las verdades físicas de las verdades matemáticas. Pensaba que con las primeras solo se podía alcanzar un conocimiento probable, aunque este lo podía ser tanto como para convertirse en certeza, la segunda era una creación humana y no tenía por qué coincidir con los planes que había aplicado Dios a sus creaciones.

La historia natural de una especie debía contener desde su generación hasta su utilidad para el género humano, pasando por el conocimiento de toda una diversidad de elementos, como en el caso de los animales podían ser los hábitos alimentarios o los instintos. De este modo afirmo que en la naturaleza no existían categorías taxonómicas. No se podía establecer divisiones en un conjunto de seres que, de acuerdo con el principio de plenitud, varían sus características de manera continua. En la naturaleza afirma Buffon no existe más que individuos.

Sin embargo una cosa son los principios metodológicos y otra la necesidad de ordenación del naturalista. Buffon encontró en la especie, aquella que por medio de la copulación se perpetúa y conserva la similitud, la unidad básica. Una especie es un conjunto de animales interfértiles que transmiten las mismas características. Cuatro años después a propósito del caballo y el asno Buffon especulo con una nueva categoría, la familia, y con ella un cierto tipo de transformismo. Señalo que parecía haber entre un gran número de animales un plan común de composición que se modifica gradualmente de especie en especie. Así por ejemplo el ser humano y el caballo tenían los mismos huesos en la misma disposición variando solo el tamaño y los ángulos de la articulación.

Pensaba que para cada una de las especies existiría un "prototipo" representado por los animales que viven en lo que llamo su "patria de origen" aquella región del globo donde las condiciones geográficas y climáticas le resultaban por así decir más ventajosas, aquellas para las que se hallan mejor conformados. Obligados a emigrar de su patria de origen o trasladados para ser sujetos de domesticación, los animales sometidos a condiciones más desfavorables sufrían una degeneración que transmitían a su descendencia. Incluso podían llegar a desaparecer como el caso del mamut. Así los animales degenerados en mayor o menor medida, se agruparían en familias con un prototipo común. El asno, por ejemplo, podría ser un caballo degenerado. Y posiblemente la patria del caballo fuese arabia, donde la perfección e este animal podría incluso haber sido aumentada por los cuidados y sus criadores.

Buffon niega que este proceso de transformismo pueda dar origen a nuevas especies. Pero en 1766, cada vez más convencido que los híbridos pueden ser fértiles. Aceptaba que en las variedades constantes, en las razas, si la degeneración no produce nuevas especies, si conduce a nuevas variedades. Hay aquí un cierto cambio en el concepto de especie siempre basado en la interfertilidad que, dada la posibilidad de que algunos híbridos tengan descendencia, se aproxima ahora a su anterior idea de familia. A tenor de ello, su clasificación cambio, agrupando las doscientas especies de cuadrúpedos que había considerado anteriormente en 38 familias. Algunas de ellas estaban representadas por una solo especie que no había degenerado o lo había hecho muy poco. Las otras comprendían varias especies que presentaban entre sí diverso grado de parentesco, según hubiese divergido más o menos atrás en el tiempo. Buffon había dotado del sentido temporal al término "historia" de la historia natural "El gran obrero de la naturaleza -escribió- es el tiempo".

La idea de que las especies orgánicas podrían cambiar por un proceso de degeneración no era en absoluto nueva, habiendo sido sugerida por Platón, pudiendo hallar un respaldo teológico en la doctrina de la caída del hombre. No obstante resultaba una opinión poco popular a fines del XVII y comienzos del XVIII, junto con la idea de que pudiese extinguirse alguna especie. Las especies tenían que haberse mantenido fijas y constantes desde la creación porque, se pensaba, cualquier evolución, degeneración o extinción de la especie disminuiría la perfección del mundo dejando huecos o duplicando escalones en la gran cadena de criaturas que habitan el mundo.

-Caracterice las dos teorías de la generación conocidas como epigenismo y preformacionismo y sus transformaciones en el siglo XVIII

En la primera mitad del siglo XVIII el preformismo seguía siendo la concepción dominante, mientras que el ovismo triunfo sobre el animalculismo. Esta última concepción subsistió muy minoritariamente bajo la forma del "ovovermismo": el embrión preformado en el animáculo seminal de los vivíparos encontraría en el huevo la sustancia necesaria para su desarrollo. Nicolas Andry estableció un paralelismo entre los gusanos espermáticos y aquellos otros parásitos de intestino, lo que es muestra de la distancia que separa a las ideas de la época de nuestra concepción actual de los espermatozoides.

Frete a esto, el ovismo, aunque por su pequeñez nadie hubiera visto un verdadero óvulo, parecía la opción más aceptable.

La teoría de la preformación si bien tenía la virtud de salvar la idea del animal-maquina, seguía sin resolver sus principales dificultades: la explicación de la herencia, de los híbridos y de los monstruos. Las respuestas siguieron siendo teóricas y simplistas. En el caso de la trasmisión de caracteres por ambos

progenitores se podía recurrir a la imaginación materna y a la influencia, por parte de padre, de un aura seminal, que sería una especie de vapor compuesto con partículas; los híbridos podían explicarse así por la intervención sobre el huevo de las partículas seminales precedentes de otras especies lo suficientemente próximas como para producir la fecundación; y los monstruos, por accidentes producidos en el proceso de desarrollo. En el lado positivo algunas observaciones parecían apoyar al ovismo preformacionista. Las observaciones entomológicas de Réaumur le llevaron a concluir (sobre pasando la observación) que los insectos no sufrían verdaderas metamorfosis; así, creía que en la oruga existía, aun cuando no fuesen visibles, los órganos de la mariposa. Su discípulo suizo Charles Bonnet, mostro, en 1740, la partenogénesis de los áfidos. Mantuvo a una hembra de pulgón recién nacida en total aislamiento, y esta tuvo noventa y cinco crías; a partir de aquí crío áfidos durante diez generaciones sin la presencia de machos. En 1758, Albrecht von Haller observaba la continuidad entre la membrana de vitelo y el intestino del embrión, lo que apuntaba a una preexistencia del pollo en el huevo antes de la fecundación, aun cuando su estructura resultase invisible. En 1768, Lazzaro Spallanzani manifestó que la observación al microscopio de huevos anfibios antes y después de la fecundación no mostraba ninguna diferencia, por lo que si el embrión estaba en el huevo fecundado debía hallarse igualmente en él antes de la fecundación. Más tarde experimento con la fecundación artificial de estos huevos y constato que para que la fecundación se produjese el fluido seminal debía hallarse en contacto con los huevos y que perdía gradualmente su capacidad fecundadora cuando era diluido o filtrado; no obstante estos resultados, no reconoció el papel de los espermatozoides en la fecundación, asignándoselo a la parte líquida del semen.

Otro problema que tuvo que explicar la teoría de la preformación fue la generación de partes en algunos animales. El caso más espectacular fue el estudio publicado en 1744 por Abraham Trembley del pólipo o hidra de agua dulce. Se trata de un animal muy pequeño, de alrededor de 1 cm de longitud. Estos pólipos habían sido anteriormente clasificados como vegetales por que se reproducían por gemación. Pero Trembley notó que se movían y capturaban y se alimentaban de pequeñas presas, lo que manifestaban que eran animales (un buen candidato así para la clase de "zoófitos" intermedia entre los reinos vegetales y animal). Las observaciones fueron sorprendentes, a un pólipo se le podía poner del revés (volverlo de dentro a fuera) sin que pereciese; dos pólipos podían injertarse entre sí, y si se dividía un pólipo en pedazos, cada uno de estos pedazos regeneraba al animal entero. Esto parecía indicar que los gérmenes preformados estaban repartidos por todo el animal.

A mediados de siglo resurgió la teoría epigenética, asociada a una concepción dinámica y vitalista de la naturaleza. En 1745 Maupertuis extendió al mundo de lo viviente el modelo de la atracción y de la química de las afinidades. Las mismas atracciones que operan en las combinaciones de las sustancias recogidas en la tabla de Geoffroy podrían operar igualmente entre las moléculas de los seres vivos. Así, existirían afinidades entre las partículas seminales del padre y de la madre (frente a la tesis ovista y animáculista, Maupertuis recupera aquí la idea de aportación biparental). Estas partículas seminales que por su unión, están destinadas a formar distintas partes del embrión, provienen de las partes correspondientes de los organismos adultos de los padres y guardando la traza de las modificaciones sufridas en su vida, estas se trasladarían al nuevo ser, quien heredaría así los caracteres adquiridos por sus progenitores. Pero el modelo, trasladado del mundo inorgánico al viviente, no recurre exclusivamente a la atracción. Las afinidades selectivas de las partículas se explican porque dichas partículas poseen algo así como "deseo, aversión, memoria" cuya suma explicaría la psique del individuo y su ocasional carácter hereditario.

La teoría de la reproducción de Buffon apareció en 1749, Buffon pensaba que los fenómenos de regeneración del individuo completo a partir de una parte (como es el caso de los pólipos) mostraban que los gérmenes que reconstruyen el organismo entero se encontraban en todas sus partes. De este modo los organismos estarían contruidos por partes primitivas, que llamo "moléculas orgánicas" las cuales serían liberadas tras su muerte y entrarían en una suerte de circulación, al ser asumidas en la nutrición, pasando a ser parte de otros organismos al asimilarse en sus diferentes órganos. Dicha asimilación explicaría el crecimiento y sería posibilitada en cada órgano por la presencia de un "molde interior" que conformaría las moléculas de manera conveniente a su incorporación en estos órganos. En este proceso intervendría una "fuerza penetrante" similar a la atracción. Tras el crecimiento, las moléculas sobrantes en diversos órganos se acumularían para formar los fluidos seminales que, al mezclarse en la reproducción sexual, darán lugar a un nuevo organismo que compartirá las características de los progenitores.

Buffon se asoció con Needham que tenía un microscopio de 400 aumentos. Pudieron observar así "glóbulos animados" primeros ensamblajes de moléculas orgánicas, de los que los verdaderos espermatozoides vistos anteriormente por Leuwemhoek solo constituían una clase. Estos glóbulos aparecían en el semen de los machos, en el líquido recogido en los folículos de Graaf de las hembras, y en todo tipo de tejidos orgánicos examinados, confirmando así las ideas de Buffon.

Needham noto la aparición de estos microorganismos en infusiones de materia orgánica. En una de sus pruebas calentó jugo de carne encerrado en recipientes tapados, con el objeto de descubrir los gérmenes o huevos que pudiese haber. A los pocos días advirtió la presencia de microorganismos, que habían aparecido así por generación espontánea. Needham pensaba que las moléculas orgánicas disociadas en la descomposición se unían gracias a una "fuerza vegetativa" para producir nuevos seres organizados capaces de reproducirse. (Como se ve no se trata de una verdadera aparición espontánea a partir de materia inorgánica.) Los resultados de Needham serían desmentidos posteriormente por Lazzaro Spallanzani, quien repitió sus pruebas sellando mejor sus frascos y aumentando y prolongando el calentamiento, sin encontrar luego gérmenes.

El término evolución está cargado de significados, a lo largo de este capítulo se empleara como sinónimo de “transformismo”. De hecho, Darwin formulo una teoría de la evolución en la que la transformación de la especie se producía por medio de la que llamo una “selección natural” de variaciones individuales aleatorias (esas variaciones son las que permiten identificar a los organismos de una especie como individuos). Su obra fue decisiva para la aceptación del evolucionismo, pero su mecanismo de selección fue puesto en entredicho. El carácter aleatorio que subyacía en su teoría negaba toda predictibilidad al proceso evolutivo y se oponía así a las ideas progresistas que dominaban la sociedad de la época, particularmente, la nueva posición resultante para la especie humana, incompatible con los valores religiosos del cristianismo, resultaba inaceptable para la inmensa mayoría.

-Enuncie y explique la ley de los caracteres adquiridos

-¿Cómo interpreta Lamarck la gran cadena del ser? ¿Qué sucedía con los fósiles?

-Ideas de Lamarck

-Explique concepción de transformismo en las especies de Lamarck

Jean Baptiste Monet, caballero de Lamarck (1744-1829), ha sido considerado el precursor de Darwin. La posibilidad de un cambio en la especie fue una idea que atravesó todo el siglo XVIII.

Unos de los que la prosiguió después de Linné o Buffon, fue Maillet (1656-1738) en su obra postuma *Telliamed* (el nombre del autor al revés) En ella exponía la idea de que la Tierra había estado cubierta originariamente por el agua, que se había ido retirando de forma progresiva, a lo largo de un dilatado periodo de millones de años. Esta retirada de aguas (con la consiguiente explicación de cortes neptunistas para la formación de relieve) había obligado a los seres vivos a adaptarse de un medio acuático a otro terrestre, una adaptación marcada por el medio ambiente y que no implica la consecución de un mayor orden de complejidad, ni tampoco finalidad alguna más allá de la mera supervivencia. Pensaba que los descendientes heredaban las características adquiridas por sus progenitores.

Paul Dietrich d'Holbach también expreso la idea subyacente a estas concepciones: el ser vivo depende del medio y si, por las causas que fuere, el medio cambia, o se adapta o se extingue.

Tras abandonar el ejército y estudiar botánica y medicina, Lamarck publico una *Flore françoise* (1779), gracias a la influencia de Buffon paso más tarde a formar parte del personal del Jardín du Roi. Cuando este fue reorganizado en 1793 y convertido en el Museo Nacional de Historia Natural, Lamarck ascendió y paso a ocupar la cátedra de “insectos, gusanos y animales microscópicos”. En este nuevo campo realizo un importante trabajo reflejado en los siete volúmenes de *Historie naturelle des animaux sans vertebre*.

Lamarck defendía una teoría química que negaba los principios de Lavoiser y Fourcroy. Sostuvo lo que se podía calificar de una variante de la teoría del flogisto, partía de los cuatro elementos y negaba la existencia de afinidades; los elementos no tendrían tendencia alguna a formar compuestos, sino todo lo contrario: Estos tendían siempre a la descomposición. Los compuestos existentes en la naturaleza serian un producto del mundo orgánico, originados por su despojos y su detritus. Los vegetales a partir de sus nutrientes habrían obrado un primer grado de composición, a partir de sus productos, los animales elaborarían compuestos más complejos. Abandonados luego a la descomposición, el tiempo y las circunstancias variables en las que se produciría este proceso darían cuenta de la variedad observada en el mundo inorgánico. Al final, solo quedaría tierra pura: cristal de roca transparente. Esta variedad de circunstancias provocarían, por una parte, que los elementos no entrasen a formar compuestos en proporciones definidas: estos podían presentar así toda una gradación de composición, aunque Lamarck admitía que las circunstancias de su formación causaban en algunas de estas composiciones aparecieran de manera mucho más abundante que otras.

Lamarck expuso una teoría curiosa. Salvo por casos aislados de formación volcánica, la montaña y el relieve habían sido talladas por la erosión de las aguas en altiplanicies constantemente engrosadas por la aportación de materiales de desecho procedentes de animales y vegetales. Los materiales arrastrados por las aguas dulces habrían ido a para a los hondos oceánicos, pero estos no se llenarían debido a la acción de la Luna. Está además de originar las mareas, retardaría las aguas en su movimiento común de rotación con el planeta. Este movimiento adquirido por las agua permitiría en un lado de dichos fondos la acumulación de depósitos, mientras que en el otro se produciría una acción de desgaste. El resultado

sería un desplazamiento insensible, gradual y cíclico de las cuentas oceánicas en cuanto al globo, para que se precisara un enorme lapso temporal. Al mismo tiempo, al distribuirse diferentemente las áreas continentales, se producía un desplazamiento del eje terrestre, y con el de los climas, que a su vez habrían variado con el trascurso del tiempo en las distintas zonas del globo. Lo que explicaría las especies fósiles que por su característica deberían haberse desarrollado en climas cálidos se encontrasen en la actualidad en otras regiones del planeta.

Lamarck expuso la concepción de una transformación en las especies. Lamarck partía de una separación radical entre los mundos orgánico e inorgánico. Opinaba que en el mundo viviente, se presentaba una serie continua de individuos, en donde las fronteras de la clasificación se desvanecían, pero, a pesar de no darse discontinuidades, esta serie estaría ramificada, cuanto menos en principio, entre animales y vegetales; no creía en la existencia de puntos de contacto entre estos dos reinos. Ambos se distinguían entre sí porque los vegetales carecían de irritabilidad. Ya con referencia al mundo animal, señaló que al formar una serie continua toda de toda clasificación sería forzosamente artificial, pues la separación entre clases sería arbitraria, no obstante entendió a los sistemas de organización se podía llegar a una clasificación útil. Desde esta concepción Lamarck rechaza el “mapa” como imagen de orden natural y defendía la existencia de una escala relativa a la creciente complejidad en la organización. Dentro de esta serie continua se podía distinguir “masas” (clases y grandes familias) principales, con un sistema particular de órganos esenciales. Lo mismo se podía decir del reino vegetal, aunque en este caso las conexiones entre estas masas dictarían de estar claras, al no poderse establecer fácilmente diferencias en la organización, la clasificación debía recurrir, como se había venido haciendo, a caracteres morfológicos. Lamarck sustituyó la división tradicional entre animales de sangre roja y de sangre “blanca”, que se remontaba a Aristóteles, por la separación entre vertebrados e invertebrados, elaborando una clasificación que está en la base de la actual.

Aun dándose una progresión regular en la organización, Lamarck señala la presencia en ella de desviaciones y anomalías. Esta la achacaba a la influencia del entorno y de los hábitos contraídos por el animal. Cuando las circunstancias de hábita cambian por las razones que sean, cambian también las necesidades del animal y las acciones destinadas a satisfacerlas, con lo que este adquiere nuevos hábitos. Estos le inducen a emplear diversamente algunos órganos, o incluso dejar de utilizarlos. En este último caso el desuso conducirá a un debilitamiento progresivo del órgano que terminaría por hacerlo desaparecer. Alternativamente, nuevas necesidades conducirán a la creación de nuevos órganos y a su gradual desarrollo con el trascurso del tiempo. Estos cambios en el hábita no tendrían que ser más o menos bruscos: las condiciones que en la actualidad parecen estables podían estar variando con tal lentitud que haría inapreciables estos cambios, de ahí la estabilidad aparente que se observa en las especies. De este modo no serían los órganos los que dan lugar a las funciones, al contrario, serían las funciones, los hábitos, los que determinan la constitución del animal. Las modificaciones así adquiridas se transmitirán a la descendencia, siempre y cuando la compartiesen ambos progenitores; en otro caso la mezcla de cualidades diferentes difuminaría esta transmisión. Naturalmente, las mutilaciones quedarían fuera de este esquema y no se transmitirían. Hay que tener cuidado con la expresión “herencia de los caracteres adquiridos” sugiere una concepción de la herencia como algo fijo y bien definido que es propia de una época posterior.

La sucesiva conformación de los niveles crecientes de organización y la relativa a la alteración de los órganos y características del animal bajo la influencia del medio que rodea, en el nuevo terreno de biología, el conjunto de concepciones que Lamarck encerró bajo la calificación de física terrestre. La variedad actual que presenta la naturaleza es el producto de no solo unas leyes, sino una combinación de estas con una serie de circunstancias a lo largo del trascurso del tiempo.

Es precisamente la organización lo que caracteriza la vida, pues la materia orgánica no se distingue de la inorgánica. Esta organización surgiría, en las partes inferiores de la ramificación de las escalas de vegetales y animales por generación espontánea. Lamarck caracteriza el cuerpo como vivo como una composición de partes flexibles continentales, formadas por tejido celular (hoy se denomina colectivo) y materias fluidas contenidas en su seno. La vida estaría caracterizada por una especie de tensión o eretismo del compuesto que mantendría en movimiento a estos fluidos, a esta tensión le denomino orgasmo, y puede estar provocada desde el exterior o desde el interior del organismo. En los niveles más bajos de organización, la acción de los fluidos sutiles presentes en el medio ambiente, particularmente del ácido calórico el fluido eléctrico, permearían al organismo a modo de una “causa excitadora” que provocaría el mencionado estado de tensión. Cuando se asciende a niveles de organización más altos, donde se halla presente el sistema circulatorio, el organismo produce su propio calórico y lo distribuye a partir de dicho sistema. Junto al calórico, el fluido eléctrico es el responsable de la irritabilidad, de la que carecen los vegetales, y que es causa de los movimientos orgánicos. La vida es, pues, para Lamarck un

fenómeno de origen fisicoquímico y si habla en ocasiones de una fuerza de ese tipo lo hacía refiriéndose a la orientación particular que la organización imprime a las mismas leyes físicas que la posibilitan.

Con este esquema explico la transformación de la especie, resultado de un proceso doble. Por un lado existe una tendencia en los seres vivos a complicar gradualmente su organización, la cual dará lugar a una escala gradual y continua sino interviene la acción de las circunstancias. Esta organización nace por generación espontánea, un proceso continuo y no relegado a alguna época primordial, a partir de sustancias mucilaginosas y gelatinosas que la acción de los fluidos sutiles convierten en tejido celular, dando lugar, respectivamente a los vegetales y animales más primitivos (como es obvio un mamífero no puede surgir por generación espontánea). A partir de este punto el movimiento de los fluidos internos forma los órganos en el seno del tejido celular, y el aumento de dicho movimiento compone y complica poco a poco la organización. Por otro lado en este proceso de cambio de las circunstancias influye directamente en los vegetales y modifica los hábitos en los animales y por lo tanto, el ejercicio de los órganos, que se transforman en consecuencias, desarrollándose y modificándose apropiadamente con el uso, o por el contrario, debilitándose con el desuso hasta terminar por desaparecer. La concepción de la biología de Lamarck preludia una nueva época.

-Ya en el contexto de la primera parte del s. XIX, explique lo que se llama “morfología funcional” por un lado, y “anatomía filosófica” por otro, y distinga entre ellas.

Georges Cuvier (1769-1832) “morfología funcional”

Cuvier convirtió a la anatomía comparada en una disciplina independiente, base de la síntesis, entre esta y la paleontología. Su principio rector era un funcionalismo teleológico, según el cual las que llamo “condiciones de existencia” del animal depende de la correlación entre sus partes, de su integración funcional. Para él, el organismo no era una simple yuxtaposición de órganos, sino un sistema coordinado que posibilita la forma vida de un animal. Por ejemplo, un carnívoro debía poder localizar, alcanzar y desgarrar a su presa, lo que implica agudeza visual, extremidades adaptadas para correr, mandíbula y dientes aptos para desgarrar, así, como un aparato digestivo adaptado a este tipo de alimento, mientras que un herbívoro posee en sus extremidades cascos en vez de garras, sus mandíbulas y sus dientes están adaptados a la masticación de vegetales, y su estómago a este tipo de alimentos. A este principio de la correlación de las partes, Cuvier añadió otro principio de subordinación de caracteres, cuya jerarquía vendría dada por la subordinación de funciones. Pensaba que a través de esta jerarquía se podía confeccionar una clasificación natural del reino animal. En ella el peso de un carácter venía determinado por su importancia funcional. En sus *Leçons d'anatomie comparée*, estudio y comparo los órganos de la locomoción, digestión, circulación, respiración, etc. En otra obra dio mayor importancia al sistema nervioso, del que estableció cuatro tipos que se correspondían con otros tantos planes generales de organización o tipos morfológicos fundamentales, ya establecidos por el mismo una década atrás: vertebrados, articulados, moluscos y radiados. Esta rama se subdividía atendiendo los sistemas respiratorios, circulatorio, etc., hasta llegar al nivel de las especies. Tal concepción suponía una ruptura de la cadena del ser, Cuvier no creía en la existencia de forma intermedias entre las ramas porque las organizaciones correspondientes, composiciones de oras dos diferentes entre sí, simplemente no podrían funcionar. Tampoco contemplaba la existencia de distribuciones graduales de organización. Las distintas estructuras habían sido creadas por Dios para cumplir con funciones específicas, y por consiguiente unas no eran más perfectas que otras, pensaba que las variaciones solo se podrían producir en aquellas partes cuyas funciones eran meramente superficiales.

Cuvier extendió su zoología al pasado, por lo que se lo considera el fundador de la paleontología (termino que se acuñaría en 1830) Estudio el esqueleto del megaterio que fue hallado en América, así como los restos de mamuts encontrados en Siberia y en el norte de Europa (que comparo con los elefantes actuales), mostro que la extinción de estos animales era un hecho. Estudiando las formaciones terciarias en los alrededores de París, constataron la presencia alternada de moluscos de agua salada y agua dulce, en una transición bastante abrupta. Esto condujo a Cuvier a suponer que en la historia del planeta se habían sucedido varias revoluciones. Estas revoluciones eran incursiones repentinas de las aguas (no necesariamente en todo el planeta a la vez) que habrían causado extinciones en zonas que posteriormente podrían haber sido repobladas por migración desde otros lugares. Frente a la plasticidad de Lamarck, Cuvier era partidario de una estabilidad: las especies eran unidades funcionales fijas que solo podían desaparecer por extinción, cuando las condiciones del medio cambiaban, lo suficiente como para hacer imposible su existencia.

-Distinga las ideas de St. Hilaire

Étienne Geoffroy de Saint-Hilaire (1772-1844) “morfología filosófica”

Propuso desarrollar la anatomía comparada en otra dirección: la búsqueda de un plan estructural, el cual constituiría el objetivo de la que llamo una "anatomía filosófica". Es probable que la inspiración viniera de Buffon su mentor, que había comparado la estructura ósea de un caballo y del ser humano y había lazado la idea de la existencia de un arquetipo, de un plan de composición común para los vertebrados. La idea era que estos animales tendrían el mismo número de partes dispuestas precisamente del mismo modo, al margen de la forma y del desempeño funcional específico de estas partes. Un único plan de composición, pues, con variaciones en cada caso. Para llevar a cabo la comparación, Geoffroy comenzó por el esqueleto y aplico el concepto de "homología". Dos partes de diferentes vertebrados son homologas cuando ocupan un lugar semejante en la estructura, aun cuando sus funciones sean distintas, en el caso de que desempeñen la misma función, las partes se denomina "análogas". Por ejemplo, las extremidades exteriores de los mamíferos son homologas a las de las aves, pero estas solo son análogas a las de un insecto. En su investigación Geoffroy empleo además dos principios. Uno era el "principio de las conexiones": las partes podían variar en forma o en función, pero difícilmente se podían trasponer, con lo que las conexiones entre estas partes, constituían una guía para el establecimiento de homologías. El otro era un principio de economía según el cual el desarrollo de una parte del animal conllevaba la atrofia de otra. De acuerdo con esto, el arquetipo sería un ser abstracto en el que todas sus partes poseerían un máximo desarrollo. (Según las concepciones actuales, desde la teoría de la evolución las partes homologas se explican porque provenían de un ancestro común). Para el establecimiento de homologías, geoffroy recurrió también al desarrollo embrionario. Encontró que el cráneo de las aves y el de los mamíferos estaban formado por el mismo número de piezas, y mostro que lo mismo sucedía en el caso de los peces- que aparentemente tenían más partes-, recurriendo al estudio de embriones mamíferos, en los cuales los huesos todavía se hallaban separados. Recogió sus trabajos en el primer volumen de su Philosophie anatomique (1818)

En 1820 algunos seguidores de Geoffroy presentaron trabajos sobre homologías en otras de las ramas identificadas por Curvier en el reino animal, además de los vertebrados. Y el mismo Geoffroy extendió la búsqueda de homologías a dos de estas ramas, comparando el esqueleto de los vertebrados con los exoesqueletos de inertos y crustáceos. Concluyó que estos últimos vivían "dentro de su columna vertebral" a diferencia de los vertebrados, que lo hacían "fuera". Geoffroy no solo daba primacía a la estructura en detrimento de la función, sino que también buscaba conectar los planes de organización que Curvier había declarado definitivamente independientes (vertebrados, artrópodos, moluscos y radiados). Comenzó así un enfrentamiento entre ambos que culminaría diez años después.

Geoffroy desarrollo conjuntamente con uno de sus discípulos, el estudio de las malformaciones. Investigando la estructura del cerebro de los embriones de los vertebrados, hallo que en las cuatro clases (mamíferos, aves, reptiles y peces) esta era similar al comienzo del desarrollo, diversificándose posteriormente tanto más cuanto más elevado era el nivel de organización del animal.

Geoffroy vinculo las malformaciones a su idea sobre la unidad de composición, buscando el establecimiento de homologías entre las deformaciones de animales superiores y los órganos desarrollados normalmente en clases inferiores, recogió sus primeras investigaciones en un segundo volumen de Philosophie anatomique, publicado en 1822. Conjeturo que el desarrollo del embrión podía verse interrumpido por acusas accidentales físicas y aun psíquicas que provocarían que el feto se adhiriese en uno o varios lugares a la placenta, como consecuencia de esto, una parte del sistema circulatorio se vería obstruida, deteniendo el desarrollo del órgano y los órganos irrigados por ella. Para probar su teoría realizo diversos experimentos, interviniendo en el proceso de incubación de huevos de gallina, aun que no obtuvo resultados significativos.

Geoffroy esbozo algunas concepciones evolucionistas. Supuso que, si una acción más o menos violenta del medio sobre el feto producía malformaciones, una modificación más suave de aquel podría conducir a efectos más modestos que darían cuenta de la trasformación entre las especies. Era un punto de contacto con Lamarck, pero allá donde Lamarck suponía cambios muy graduales a largo tiempo, Geoffroy apreciaba variaciones más repentinas causadas por cambios abruptos en las condiciones medioambientales, dentro de esta especulo con un descenso en la cantidad de oxígeno atmosférico con el trascurso del tiempo. En este contexto solo sobrevivirían los animales con modificaciones favorables: no había una adaptación activa-lucha por la supervivencia-, como sucedería más tarde con el mecanismo de la selección natural.

En 1830 a partir de una memoria presentada por dos naturalistas poco conocidos en la que se relacionaban los moluscos con los vertebrados: estudiando a la jibia, propusieron que la estructura anatómica de esta concordaba con la de los vertebrados si se doblaba hacia atrás por la mitad de modo que la cabeza coincidiera con la cola. Geoffroy elogió el trabajo como una nueva prueba de sus ideas sobre la unidad de composición y Curvier replico refutando los contenidos de la memoria y atacando las ideas de Geoffroy. Se enfrentaron dos puntos de vista opuestos. Curvier defendía la necesidad de ceñirse

a los “hechos positivos” y rechazaba especulaciones como la actividad autónoma de la naturaleza, la cadena del ser y la unidad de composición, tachándolas de fantasías metafísicas carentes de fundamento, aprovecho también la ocasión para atacar al transformismo, al que vinculó las concepciones de Geoffroy. Pero su posición no dejaba de apoyarse en supuestos religiosos y metafísicos, según los cuales la creación con podía restringirse a un solo plan de organización, solo si por la necesidad de que cada ser se ajustase a sus condiciones de existencia. Por su parte Geoffroy defendía la libertad del naturalista para desprenderse de la exclusiva constatación de los hechos y formular teorías generales a partir de estos, y acusaba a Cuvier de abusar en sus concepciones de las causas finales. El debate de la Academia de Ciencias saltó a la prensa y comprensiblemente las publicaciones más conservadoras tomaron partido por Cuvier, mientras que las liberales lo hicieron por Geoffroy, a quien se veía como un defensor de la libertad de pensamiento frente a la estructura rígida de la ciencia académica.

En las dos décadas siguientes sus sucesores buscaron reconciliar ambas posturas demasiado extremas. Aceptaron las ramas de Cuvier, pero reconociendo también la importancia de las homologías dentro de cada una de ellas, aun cuando la unidad del plan no se pudiese extender a todo el reino animal. Y, junto con la valoración de los hechos, estimaron como una tarea del naturalista la búsqueda de regularidades, superando las explicaciones de carácter teológico. A esta síntesis se la ha denominado en algunas ocasiones “concepción ramificada”.

Darwin

En los años inmediatamente anteriores a la publicación de la obra capital de Darwin, se puede señalar presencia de un pensamiento evolucionista fuertemente vinculado a las ideas de desarrollo y de progreso. Pero no existía ninguna propuesta clara y documentada de la ley natural que regía estos cambios, el mecanismo de la evolución.

-¿Cómo dio Darwin con la clave para la aplicación de la selección, empleada en el caso de especies domesticadas, a los seres vivos en estado natural?

En 1831 y 1836, Darwin viajó a Beagle, un buque enviado a América del Sur con una misión cartográfica, ocupando el puesto de naturalista. Por entonces no era partidario de la evolución, aunque sin duda había oído hablar bien de la evolución de las especies. Al partir en el Beagle no parece que Darwin tuviese una postura especial respecto a la cuestión evolucionista. En el transcurso del viaje leyó *Los Principios* de Lyell y se convirtió al uniformismo.

Tras su regreso en 1838, Darwin se convirtió al evolucionismo. A partir de este momento comenzó a recoger datos y a elaborar su teoría. Se considera que su conversión al evolucionismo influyeron decisivamente algunas de las observaciones que Darwin realizó durante el viaje. Una de ellas es que, a medida que se avanzaba hacia el sur por América meridional, los organismos se iban viendo sustituidos por otros muy similares. En la pampa descubrió una nueva especie de avestruz sudamericano que difería de la ya conocida, la cual habitaba una región más al norte. No había una barrera geográfica que las separase, y ambas especies compartían un territorio intermedio. También en la pampa encontró armadillos fósiles muy parecidos a los actuales, aunque de mayor tamaño. El caso de las dos especies de avestruz apuntaba la idea de que no existía una adaptación perfecta de cada especie a su medio, pues ambas competían por el mismo territorio intermedio (si bien en una primera etapa, Darwin pensó que todas las variaciones eran adaptativas). El caso del armadillo, y de otros fósiles que encontró, mostraba lo que más tarde llamó “ley de la sucesión de tipos”: la semejanza entre animales que ocupaban un área determinada a lo largo del tiempo. Esto lo explicaría mediante una concepción ramificada: ambos ejemplares pertenecían al mismo grupo, pero la rama correspondiente a los de mayor tamaño se había extinguido, mientras que los que había dado lugar a los armadillos actuales subsistía. Pero la observación que se considera más significativa la realizó en las islas Galápagos, aunque en este momento no fue consciente de su importancia. Las Galápagos, situadas en el Pacífico, forman un conjunto de islas volcánicas de formación geológicamente reciente, situadas en el ecuador, a un millar de kilómetros de la costa americana. La fauna, incluye entre otros, tortugas gigantes –de ahí el nombre de archipiélago–, sinsones y pinzones, que adoptaban formas ligeramente distintas según la isla de origen. El caso de los pinzones se ha hecho famoso.

-¿Cuál pensaba Darwin que era la fuente de la variabilidad entre individuos de una misma especie, variabilidad sobre la que actuaba el mecanismo de la evolución?

-Según la teoría de Darwin, ¿cómo se forma una especie?

En un primer momento Darwin interpreto que las diferencias morfológicas que presentaban estos pájaros, más patentes en el tamaño y en la forma del pico, respondía a distintas variedades dentro de la misma especie. Estas variedades se habrían originado por las modificaciones limitadas que sufrían la especie para adaptarse a los distintos medios que constituían cada una de las islas. Pero a su retorno a Inglaterra, el ornitólogo John Gould le convenció de que constituían especies distintas, muy próximas entre sí. Lo mismo sucedía en el caso de los sinsontes que quizás fuese más significativo, pues a diferencia de los pinzones, cuya especie existía en proporciones variables en cada isla debido a la emigración, la muestra de sinsontes se correspondía con una única especie por isla.

Darwin se decantó por que las especies habían llegado originariamente del continente, convirtiéndose primero en variedades para luego distinguirse en especies. El problema ahora era determinar cómo aparecían las variedades y a partir de ellas nuevas especies. A tono con su época, Darwin creía en la herencia intermedia: la descendencia reflejaba una mezcla de las características de sus progenitores, incluidas las adquiridas por estos durante su existencia, idea expuesta por Lamarck. Los nuevos instintos adquiridos por una modificación del medio causarían cambios estructurales. Pero nótese que en este caso todas las variaciones debidas a cambios ambientales serían adquiridas más o menos simultáneamente por todos los individuos de la especie que ocupasen una región determinada: existirían pocas variaciones adaptativas individuales, las cuales en todo caso se diluirían a través del cruce sexual. La especie en su conjunto se trasformaría, pero no habría divergencias entre grupos. Darwin pensaba que tal divergencia se podían dar en condiciones de aislamiento geográfico, caso en el que se producía una adaptación en las nuevas condiciones del medio (más tarde intuiría también que, aunque no existieran barreras geográficas, las especies podían diferenciarse si las variaciones eran adquiridas por una porción lo bastante grande de la población como para no verse diluida en el cruce). Así mismo pensaba en la existencia de una "inercia hereditaria": cuanto más se trasmite un carácter, generación tras generación, más se consolidaría, y más difícil sería que cambiase. Esto explicaría tanto el parecido familiar como la extinción ante cambios más bien bruscos del ambiente, así como la persistencia de caracteres comunes entre las formas fósiles y las actuales.

Lo que distinguía a Darwin de sus contemporáneos era su convicción de que, si las condiciones ambientales siguen sometidas a cambio, esta variabilidad no sería limitada, sino que daría lugar a una nueva especie. Nótese que aquí la trasmutación actuaría de un modo intermitente: si el medio permanece estable, la especie, una vez adaptada, no cambia. Pero para llegar a la formulación final de la teoría se necesitaban todavía otros elementos, uno era que las variaciones sobre las que actuaba la selección surgían aleatoriamente y tenían así un diverso valor adaptativo, la influencia del medio y la subsiguiente transmisión hereditaria de caracteres adquiridos pasaban de este modo a construir un mecanismo secundario. Otro elemento que tiene que ver con la adaptación: si esta es perfecta y el medio permanece estable, la evolución, cesa y entonces no se producen divergencias entre las distintas ramas con el trascurso del tiempo. Parece que Darwin tuvo que modificar en este sentido su concepto de adaptación. Manteniendo la forma arquetípica correspondiente a su rama, las distintas especies presentaban diferentes grados de especialización y desarrollo que, como mostraba el registro fósil, aumentaban con el trascurso del tiempo. Darwin tuvo que modificar en este sentido su concepto de adaptación, las distintas especies presentaban diferente grado de especialización y desarrollo que, como mostraba el registro fósil, aumentaba con el trascurso del tiempo. Desde el evolucionismo de Darwin, esta divergencia gradual hacia formas más desarrolladas se podía explicar genealógicamente si la selección natural actuaba sin intermitencias. Aun cuando las condiciones ambientales fuesen estables, la selección natural actuaría sobre los individuos de una especie que, presentando variaciones aleatorias, se hallarían diversamente adaptados; solo desde la concepción se podría hablar desde una competición por la existencia entre dichos individuos.

Darwin publica *El origen de las especies* en 1859.

Darwin en *Descent of Man* (1871) trató de mostrar que las características mentales y morales de la humanidad podrían haberse desarrollado por selección natural. A la inversa en *Expression of the Emotions in man the Animals* (1872) subrayó las semejanzas emocionales entre el ser humano y los animales.

En su estudio sobre el ser humano, Darwin se mostró un tanto más desarrollista y se apoyó en la idea lamarckiana de transmisión hereditaria de los instintos adquiridos para explicar la evolución de las facultades mentales; la moralidad habría surgido como resultado de lo que hoy se denomina una "selección de grupo": en aquellos animales que forman familias se da el instinto de defenderse entre sí, y si es necesario, de sacrificarse por la prole. En el ser humano este instinto podría haberse desarrollado para abarcar primero a la tribu, y más tarde a la sociedad, plasmándose en un conjunto de reglas sociales y religiosas.

Darwin cuenta el origen de las divergencias entre el ser humano y los simios, en la postura erecta. Mientras que los simios en un momento dado optaron en proseguir con la vida arborícola, el ser humano habría descendido al suelo, adoptando la posición erguida y liberando así sus manos para un manejo de herramientas. Su empleo supuso un desarrollo de la inteligencia y del cerebro que aumento su capacidad.

Darwin creía que la raza humana, dada su interfertilidad constituía una única especie, creía que era la blanca la que había alcanzado un estadio más alto de desarrollo, lo que explicaba su dominio del mundo. En cuanto a las características distintivas de las diversas razas, difíciles en muchos casos de explicar por la adaptación, Darwin recurrió a la “selección sexual”: ciertos caracteres podían verse diversamente reforzados en distintas poblaciones al cumplir criterios de belleza y de atracción sexual.

Quien creía en la existencia de un plan divino rechazaron la naturaleza azarosa de las variaciones.

La teoría de Darwin consiste en la elección natural de variaciones favorables de entre un conjunto de variaciones aleatorias y adaptativas. Clasifico las variaciones en diversos tipos, espontaneas, sin causa conocida (digamos, mutaciones); variaciones provocadas por el medio, tanto sobre el organismo entero como sobre el sistema de reproductor, como variaciones provocadas por el uso o desuso de sus órganos, en línea con Lamarck (aunque Darwin nunca acepto la idea de este de la idea de una fuerza interior para el desarrollo). Del primer tipo de variaciones apenas hablo, en cuanto las variaciones originadas por la acción del medio, distinguí entre las definidas e indefinidas. Las primeras serian adaptativas, las segundas, que consideraba bastante más numerosas, aleatorias. La selección natural actuaría sobre estas últimas, pues en el caso de las variaciones adaptativas (ente las que se incluye las originadas por el uso o desuso de los órganos) su papel es escaso. Para Darwin la selección natural era el mecanismo principal, pero no el único, de la evolución.

Para explicar la trasmisión de las variaciones, formulo en su *Variation of Animals and Plants under Domestication* (1868) , una teoría de la herencia, no demasiado original y acorde con las creencias de la época, se la denominaba “pagénesis”. Las células del organismo desprenden unas partículas o “gémulas” que a través de la circulación sanguínea van a parar a las células sexuales, y se encargan de reproducir en la descendencia la parte del cuerpo de la que proceden. El vástago recibe una mezcla de las gémulas de sus progenitores, aunque puede haber casos en las que predominen las de uno de ellos. La acción del medio puede provocar cambios en estas gémulas (el sistema reproductor será particularmente sensible a ello) y la herencia de los caracteres adquiridos se explicara por los cambios en el organismo adulto quedan reflejados en las gémulas que se desprenden de sus distintas partes. De modo que, a diferencia de la concepción actual, donde las variaciones se deben a la circulación de diferentes caracteres dentro de una población, Darwin las veía como perturbaciones en el desarrollo individual.

La teoría de la evolución tenía un alcance explicativo muy amplio. Era especialmente acta para dar cuenta de los datos de la biogeografía. En el terreno de la clasificación, justificaba el sistema natural con el resultado de una relación genealógica que, gracias a las divergencias desde una rama o tronco común, explicaba las diversas jerarquías taxonómicas. El arquetipo pasaba a interpretarse como un ancestro común cuyas principales características habrían perdurado en su descendencia, lo que explicaba las homologías; los órganos atrofiados observados en las especies actuales habrían sido funcionales en otro tiempo, perdiendo esta característica a lo largo del proceso evolutivo.

-Describe las repercusiones de la teoría de Darwin en el campo de la filosofía social.

El darwinismo, y con él la idea de evolución, fueron ganando aceptación a lo largo de la década de 1860. Puestos a escoger entre un creacionismo prácticamente milagroso y una evolución sometida a una ley natural, los naturalistas se inclinaron por esta segunda opción. Pero que la evolución fuese aceptada no implicaba necesariamente la adopción de la selección natural, que fue ampliamente discutida y a la que en general se le negó el papel de mecanismo principal. Lo que fundamentalmente se reprochaba a este mecanismo es que daba lugar a una concepción materialista del desarrollo de la vida, que no habría estado determinado —era uno de entre tantos posibles, pues las variaciones sobre las que actuaba la selección eran esencialmente aleatorias— y así no tendría direccionalidad. Ni que decir tiene, por otra parte, que esto tenía como consecuencia destacada el desalojo de la especie humana de cualquier posición de privilegio, lo que resultaba —y resulta— religiosamente inaceptable. Si, como en ocasiones se presenta, la teoría de Darwin consiste en la selección natural de variaciones favorables de entre un conjunto de variaciones aleatorias, entonces Darwin no fue lo suficientemente darwinista, pues también consideró la existencia de variaciones adaptativas. Clasificó las variaciones en diversos tipos: espontáneas, sin causa conocida (digamos, mutaciones); variaciones provocadas por el medio, tanto sobre el organismo entero como sobre el sistema reproductor; y variaciones provocadas por el uso o desuso de los órganos, en la línea de Lamarck (aunque Darwin nunca aceptó la idea de este de la existencia de una fuerza interior para el desarrollo). Del primer tipo de variaciones apenas habló; en

cuanto a las variaciones originadas por la acción del medio, distinguió entre las definidas y las indefinidas. Las primeras serían adaptativas; las segundas, que consideraba bastante más numerosas, aleatorias. La selección natural actuaría sobre estas últimas, pues en el caso de las variaciones adaptativas (entre las que se incluyen las originadas por el uso o desuso de los órganos) su papel es escaso. Así que para Darwin la selección natural era el mecanismo principal, pero no el único, de la evolución. Para explicar la transmisión de las variaciones formuló en 1868 una teoría de la herencia, no demasiado original y a tono con las creencias de la época; se la denomina de la «pangénesis». En esencia, consiste en que las células del organismo desprenden unas partículas o «gémulas» que a través de la circulación sanguínea van a parar a las células sexuales, y se encargan de reproducir en la descendencia la parte del cuerpo de la que proceden. El vástago recibe una mezcla de las gémulas de sus progenitores, aunque puede haber casos en que predominen las de uno de ellos. La acción del medio puede provocar cambios en estas gémulas (el sistema reproductor sería particularmente sensible a ello); y la herencia de los caracteres adquiridos se explica porque los cambios en el organismo adulto quedan reflejados en las gémulas que se desprenden de sus distintas partes. De modo que, a diferencia de la concepción actual, donde las variaciones se deben a la circulación de diferentes caracteres dentro de una población, Darwin las veía como perturbaciones en el desarrollo individual. En todo caso, aun cuando la selección natural pudiese discutirse y no se viese claro el origen de las variaciones sobre las que actuaba, la teoría de la evolución tenía un alcance explicativo muy amplio. Se mostraba especialmente apta para dar cuenta de los datos de la biogeografía. En el terreno de la clasificación, justificaba el sistema natural como el resultado de una relación genealógica que, gracias a la divergencia desde una rama o tronco común, explicaba las diversas jerarquías taxonómicas. El arquetipo pasaba a interpretarse como un ancestro común cuyas principales características habrían perdurado en su descendencia, lo que explicaba las homologías; los órganos atrofiados observados en las especies actuales habrían sido funcionales en otro tiempo, perdiendo esta característica a lo largo del proceso evolutivo.

La generación y el desarrollo en la biología del siglo XIX

El estudio del ser vivo: generación, desarrollo y función El término «biología» surgió en 1802, de la mano de los naturalistas Gottfried R. Treviranus y J. B. Lamarck. Treviranus empleó el término «biología» para designar el estudio de las distintas formas y manifestaciones de la vida, de sus condiciones y leyes, y de las causas que las determinan. Por su parte, Lamarck se refirió al estudio de los cuerpos vivos y de su organización, su desarrollo y su creciente capacidad de adquirir mayor complejidad estructural, punto este último relacionado con sus ideas evolucionistas. Naturalmente, estas delimitaciones no surgieron de la nada: respondían a una problemática específica que se había ido configurando en el siglo XVIII, y particularmente en su segunda mitad, dentro de los campos de la historia natural y de la fisiología. Pero la unicidad del objeto de estudio, el ser vivo, se fragmenta y diversifica ante la multiplicidad de sus manifestaciones. Cabe recoger aquí una primera ordenación de las áreas de investigación biológicas del siglo XIX que contempla tres grandes apartados: la forma, la función y la transformación, aunque entre ellos se tienden no pocos puentes. La transformación es no solo el cambio temporal de la forma, sino también el de la función que le está vinculada; y abarca tanto a las especies, con las teorías de la evolución, como a los individuos, con los estudios del desarrollo, particularmente el embriológico. A nivel microscópico, la morfología descubre la célula y aborda su estudio; pero la célula no es solo una unidad de construcción: es también una unidad funcional. Y a nivel macroscópico, la morfología —la anatomía— constituye una estructura coordinada que responde asimismo a una coordinación de funciones. La anatomía animada de Haller o la anatomía funcional de Cuvier responden a la toma de conciencia de esta interrelación.

Leyes de Mendel:

[Aclaración: conceptos de alelo, genotipo y fenotipo: alelo es cada uno de los genes del par que ocupa el mismo lugar en los cromosomas homólogos. Su expresión determina el mismo carácter o rasgo de organización, como el color de los ojos; el genotipo es el conjunto de los genes de un individuo, incluida su composición alélica; y el fenotipo es la manifestación visible del genotipo en un determinado ambiente].

Mendel, 1822-1884, un fraile de Brno, realizó experimentos sobre cruzamiento de guisantes en el jardín del monasterio desde el año 1857 al 1868. Ordinariamente los guisantes se autofertilizan, pero Mendel cruzó artificialmente las variedades altas y bajas, obteniendo semillas que sólo proporcionaban plantas altas. Cuando éstas se autofertilizaban, producían plantas altas y bajas en la proporción de tres a una. Las plantas bajas producidas de este modo se reproducían siempre en forma de plantas bajas, si bien sólo una de cada tres plantas altas producían siempre otras altas, mientras que las otras dos producían de nuevo plantas altas y bajas en proporción de tres a una. Mendel interpretó este resultado en el sentido de que cada planta poseía dos factores determinantes de caracteres por lo que respecta a la altura, derivados de cada uno de los progenitores. El factor de la mayor altura predominaba sobre el factor recesivo de la menor altura, de tal manera que la primera generación, tras el cruzamiento, constaba exclusivamente de plantas altas. Cuando esta generación se autofertilizaba, los factores podían distribuirse de manera que produjesen en la descendencia dos factores de altura, dos de bajura, uno alto y otro bajo y uno bajo y otro alto. Las dos primeras combinaciones se reproducirían idénticamente, dando exclusivamente plantas altas y bajas respectivamente, mientras que las otras dos combinaciones producirían plantas altas y bajas en la proporción de tres a una. Las Leyes de Mendel son un conjunto de reglas básicas sobre la transmisión por herencia de las características de los organismos padres a sus hijos. Estas reglas básicas de herencia constituyen el fundamento de la genética. Las leyes se derivan del trabajo realizado por Gregor Mendel publicado en el año 1865 y el 1866, aunque fue ignorado por largo tiempo hasta su redescubrimiento en 1900. Las tres leyes de Mendel explican y predicen cómo van a ser los caracteres físicos —fenotipo— de un nuevo individuo. Frecuentemente se han descrito como «leyes para explicar la transmisión de caracteres» —herencia genética— a la descendencia. Hay tres leyes de Mendel que explican los caracteres de la descendencia de dos individuos: 1ª Ley de Mendel: Ley de la uniformidad: Establece que si se cruzan dos razas puras para un determinado carácter, los descendientes de la primera generación serán todos iguales entre sí fenotípicamente y genotípicamente, e iguales fenotípicamente a uno de los progenitores —de genotipo dominante—, independientemente de la dirección del cruzamiento. 2ª Ley de Mendel: Ley de la segregación: Conocida también, en ocasiones como la primera Ley de Mendel —porque la primera ley no es estrictamente una ley de transmisión—, de la segregación equitativa o disyunción de los alelos. Esta ley establece que durante la formación de los gametos —gameto es cada una de las células sexuales, masculina y femenina, que al unirse forman el huevo de las plantas y de los animales—, cada alelo de un par se separa del otro miembro para determinar la constitución genética del gameto filial. Mendel obtuvo esta ley al cruzar diferentes variedades de individuos heterocigotos (diploides con dos variantes alélicas del mismo gen: Aa), y pudo

observar en sus experimentos que obtenía muchos guisantes con características de piel amarilla y otros (menos) con características de piel verde, comprobó que la proporción era de 3:4 de color amarilla y 1:4 de color verde, por lo que la proporción entre ambos era de 3:1 (tres amarillos por cada uno verde). Según la interpretación actual, los dos alelos, que codifican para cada característica, son segregados durante la producción de gametos mediante una división celular meiótica. Esto significa que cada gameto va a contener un solo alelo para cada gen. Lo cual permite que los alelos materno y paterno se combinen en el descendiente, asegurando la variación. Para cada característica, un organismo hereda dos alelos, uno de cada pariente. Esto significa que en las células, un alelo proviene de la madre y otro del padre. Éstos pueden ser homocigotos —que poseen alelos idénticos de un gen en relación con un determinado carácter— o heterocigotos —posee los dos alelos de un determinado carácter—. En palabras del propio Mendel: «Resulta ahora claro que los híbridos forman semillas que tienen el uno o el otro de los dos caracteres diferenciales, y de éstos la mitad vuelven a desarrollar la forma híbrida, mientras que la otra mitad produce plantas que permanecen constantes y reciben el carácter dominante o el recesivo en igual número». 3ª Ley de Mendel: Ley de la recombinación independiente de los factores: Mendel concluyó que diferentes rasgos son heredados independientemente unos de otros, no existe relación entre ellos, por lo tanto el patrón de herencia de un rasgo no afectará al patrón de herencia de otro. Sólo se cumple en aquellos genes que no están ligados —en diferentes cromosomas— o que están en regiones muy separadas del mismo cromosoma. Es decir, siguen las proporciones 9:3:3:1. En palabras del propio Mendel: «Por tanto, no hay duda de que a todos los caracteres que intervinieron en los experimentos se aplica el principio de que la descendencia de los híbridos en que se combinan varios caracteres esenciales diferentes, presenta los términos de una serie de combinaciones, que resulta de la reunión de las series de desarrollo de cada pareja de caracteres diferenciales».

Problemas que plantearon las investigaciones de Mendel a la teoría de la evolución:

Los resultados de Mendel apoyaban una teoría corpuscularista de la herencia, por lo que se los envió a Nageli, que había propuesto dicha teoría. Sin embargo, Nageli prestó escasa atención a los descubrimientos de Mendel por considerarlos «más empíricos que racionales», y quizá también porque se hallaba más interesado en los factores evolutivos que transformaban las especies que en los factores hereditarios que gobernaban su estabilidad. De hecho Mendel negaba que hubiese variabilidad alguna en las características de las plantas que había estudiado, y en tal sentido le resultaba ajeno el espíritu evolucionista del pensamiento biológico contemporáneo. Hacia finales de siglo las ideas de progreso y evolución habían perdido un tanto su fuerza primitiva, siendo entonces cuando se apreciaron los resultados de Mendel, encontrando un lugar en la entonces corriente insistencia en la estabilidad de las especies, «la continuidad del germoplasma», y en las mutaciones discontinuas allí donde se producían cambios. En 1871, Francis Galton, primo de Darwin, realizó experimentos sobre la pangénesis en una muestra de conejos —la pangénesis es la teoría defendida por Anaxágoras, Demócrito y los tratados hipocráticos según la cual cada órgano y estructura del cuerpo producía pequeños sedimentos llamados gémulas, que por vía sanguínea llegaban a los gametos (óvulos, espermatozoides). El individuo se formaría gracias a la fusión de las gémulas de las células—. Su idea era que las gémulas procedentes de las distintas partes del cuerpo viajarían por la sangre, por lo que las transfusiones deberían cambiar de modo visible las características de la descendencia; en este caso, el color de la piel de los conejos. Pero no halló estos cambios, lo que, para disgusto de Darwin, quien protestó afirmando que en su teoría las gémulas no tenían que viajar necesariamente por la sangre, le hizo abandonar la teoría. Disconforme también con la idea de la transmisión de los caracteres adquiridos, Galton formuló una «ley de la herencia ancestral» según la cual la herencia recibida por un individuo procedía no solo de sus progenitores, sino también de toda la sucesión de sus antepasados. De acuerdo con esta ley, la contribución a un carácter provendría, en 1/4, de los padres; en 1/8, de los abuelos; en 1/16, de los bisabuelos, etc. Denominó «stirp» a la suma total del material genético transmitido al individuo, una herencia fija e independiente de los caracteres adquiridos por los progenitores. Como se ve, esto sustentaba directamente sus ideas eugenésicas —la eugenesia es la aplicación de las leyes biológicas de la herencia al perfeccionamiento de la especie—, pues sería la naturaleza y no el ambiente o la educación la que determinaría las características de los individuos. Galton pensaba que existían partículas que representaban a los caracteres individuales en las células germinales, partículas que, de acuerdo con su ley de la herencia ancestral, resultaban indefinidamente divisibles y que no perdían su individualidad en la herencia mezclada, combinándose en distintas proporciones en cada reproducción sexual, lo que daría cuenta de las características de cada individuo y de la aparición de caracteres que habían permanecido «ocultos» durante un cierto número de generaciones. La variabilidad residiría así en la población y no en el individuo, rompiéndose también, por otra parte, la analogía entre la evolución y el desarrollo embrionario. Pero no elaboró ningún mecanismo fisiológico para respaldar sus ideas; en su lugar, se dedicó a aplicar la estadística a la evaluación de los caracteres en amplias muestras de población. Constató que la distribución de un carácter, como por ejemplo la estatura del ser humano, varía de acuerdo con la llamada distribución normal o «campana de Gauss», en donde la mayoría de la población se situaría en torno al

valor medio, siendo las desviaciones por arriba y por abajo tanto más infrecuentes cuanto más acusadas. De modo que, en general, las variaciones no se separarían mucho de la norma, y esto daría cuenta de la estabilidad de las especies. Dado que esto limitaba la eficacia de la selección natural en la especiación, pues dicha selección solo podría producir una desviación temporal de la media, Galton optó por un concepto de evolución discontinua en la que era esta media la que se veía alterada. Por otra parte, en la década de 1880, Weismann elaboró una teoría del que llamó «plasma germinal» —el plasma germinal es el término utilizado para describir las fuentes genéticas (el ADN) de un organismo y las colecciones de dicho material—. Weismann establecía una diferencia tajante entre el plasma germinal y el plasma corporal o «soma» —el soma es la totalidad de la materia corporal de un organismo vivo, excepto los gametos—. Dentro de un marco que se ha calificado de preformista, Weismann subrayó la diferencia entre la reproducción asexual de los organismos unicelulares y la reproducción sexual de los organismos superiores. Los primeros eran potencialmente inmortales, ya que se multiplicaban por división, mientras que en los segundos el soma era perecedero, aunque este primitivo proceso de división subsistía en la generación de los gametos, cuyo proceso de producción era completamente independiente del resto del organismo y cuya dotación hereditaria, aunque responsable de la formación de dicho organismo, no podía ser afectada por él. Van Beneden observó y describió el proceso de Meiosis, demostrando que el proceso de fecundación se realiza entre dos pronúcleos, uno masculino y otro femenino, los cuales portan la mitad de cromosomas para la próxima célula. Observó que en la primera división celular que llevaba a la formación de un huevo, los cromosomas no se dividían en dos longitudinalmente como en la división celular asexual, sino que cada par de cromosomas se separaba para formar dos células, cada una de las cuales presentaba tan sólo la mitad del número usual de cromosomas. Posteriormente, ambas células se dividían de nuevo según el proceso asexual ordinario. Van Beneden denominó a este proceso "Meiosis". También demostró que el número de cromosomas es constante para cada especie. Pues bien, Weismann, al conocer los trabajos de Van Benedem, ligó al plasma germinal con los cromosomas y vio en la meiosis su modo de transmisión entre generaciones, combinándose en cada una de ellas en el nuevo individuo el germoplasma de ambos progenitores. El germoplasma estaría compuesto de un gran número de unidades discretas a las que denominó «determinantes» de los caracteres. La evolución, con este tipo de «herencia blindada», solo sería posible gracias a las recombinaciones y cambios en el germoplasma. Estas concepciones se oponían a la pangénesis propuesta por Darwin y a la transmisión de los caracteres adquiridos de Lamarck. El mismo Weismann realizó un famoso experimento con un grupo de ratones, a los que cortó sus rabos generación tras generación, sin que este apéndice desapareciese (de todos modos, recuérdese que Lamarck había afirmado que las mutilaciones no tenían carácter hereditario). La versión dogmática de Weismann de la teoría de la evolución, en la que solo se admitía como mecanismo la selección natural, pasaría a ser conocida como «neodarwinismo». A partir de los años 1901-1904, diversos biólogos, especialmente Sutton y Montgomery en América y De Vries y Boveri en el continente, señalaron que el comportamiento de los factores mendelianos correspondía al de los cromosomas durante la producción y unión del óvulo y el espermatozoide. Parecía por tanto que los cromosomas transportaban los factores unidad de Mendel, lo que concordaba con la teoría de Weismann de que los cromosomas transportaban las unidades de germoplasma. Si cada cromosoma de una pareja contenía un factor mendeliano, el carácter asociado de un organismo estaría regido por dos factores, tal y como exigían los hallazgos de Mendel. La división del par cromosomático durante la formación de las células sexuales dejaría sólo un factor determinante de dicho carácter en el óvulo o en el espermatozoide, si bien la unión de las células sexuales daría de nuevo dos factores en el huevo fertilizado, uno proveniente de cada progenitor. Si los padres diferían, el factor dominante de los dos determinaría el carácter asociado en la descendencia, mientras que el factor recesivo quedaría latente aunque sin cambios, apareciendo en generaciones sucesivas al unirse por azar con uno de su mismo tipo. Puesto que el número de factores hereditarios era grande comparado con el número de pares cromosomáticos, Sutton predijo que en un cromosoma estarían unidos diversos factores. En 1906, Bateson y Punnet descubrieron este fenómeno de conexión de factores en el guisante, en el que ciertas características de color y polen se heredaban en general conjuntamente, lo que indicaba una asociación entre ellos.

La teoría celular (del libro de S. F. Mason). Desde la Antigüedad hasta el siglo XIX, siguiendo a Aristóteles se pensaba que los materiales que componían los seres orgánicos se daban en tres niveles principales de organización. En primer lugar estaba el material no organizado, compuesto por los cuatro elementos; en segundo lugar estaban las partes homogéneas o tejidos; y en tercer lugar, las partes heterogéneas u órganos. La nueva química de finales del XVIII no modificó seriamente esta clasificación, pues los materiales biológicos no organizados se consideraron entonces compuestos de los nuevos elementos químicos de Lavoisier en lugar de tierra, agua, aire y fuego. No obstante, la corriente vitalista con que culminó la filosofía de la naturaleza alemana del cambio de siglo condujo al desarrollo, y luego a la transformación de esta clasificación, reconociéndose las células orgánicas como un nivel de organización intermedio entre el de la materia biológica no organizada y el del tejido homogéneo. La clasificación aristotélica de los materiales biológicos fue notablemente desarrollada por la escuela de medicina de Montpellier, poderosamente influida por las opiniones vitalistas de Stahl y los iatroquímicos durante el

siglo XVIII. Basándose en el trabajo de la escuela de Montpellier, el médico francés Xavier Bichat distinguió en 1797 veintiún tipos distintos de tejidos, como el óseo, cartilaginoso, muscular, etc., en las partes homogéneas del cuerpo humano. Bichat señaló que una parte heterogénea u órgano estaba hecho de diversos tipos distintos de tejido, y que diversos órganos formaban todos juntos un aparato orgánico, como el aparato respiratorio o el digestivo. Los sistemas orgánicos, a su vez, se unían para formar dos complejos principales, uno compuesto por los sistemas digestivo, circulatorio y respiratorio, encargado del crecimiento y nutrición de la vida vegetativa del cuerpo, y otro compuesto por el cerebro, los nervios y los músculos, responsable de la vida animal del movimiento propio y la sensación. Bichat suponía que el cuerpo era operado por una fuerza vital interior, dado que los tejidos, los órganos y los sistemas de órganos permanecían cuando acaba la vida, por lo que en sí mismos no podían constituir organismos vivos. Desarrollando las opiniones de los iatroquímicos, quienes habían supuesto que los órganos separados poseían una vida propia derivada de una fuerza vital interior, Bichat supuso que estos tejidos, el siguiente nivel inmediato inferior de organización, poseían cada uno de ellos una *vie propre*, una vida propia. Los iatroquímicos habían sostenido también que la enfermedad era una entidad altamente específica que atacaba a un órgano particular, y Bichat desarrolló también esta doctrina suponiendo que la enfermedad se localizaba en el tejido específico del órgano particular atacado. Mientras tanto, en Alemania, Oken y otros habían desarrollado sus sistemas de filosofía natural, en los que, entre otras cosas, delinearon lo que consideraron las unidades típicas que componían la diversidad del mundo orgánico. Goethe sugirió que la hoja era la estructura unitaria típica de las diversas formas vegetales, mientras que Oken sostenía que el segmento vertebral era la unidad básica de la estructura arquetípica general de los animales. Oken suponía además que los seres orgánicos estaban compuestos de vesículas mucosas o unidades vivas que sobrevivían a la muerte del organismo al que pertenecían temporalmente, viviendo para formar parte de otra criatura. Tal punto de vista gozó de cierta popularidad en Alemania durante los primeros años del siglo XIX y, unida al examen microscópico de las estructuras vegetales y animales, condujo al desarrollo de la teoría celular. Las células vegetales se habían visto al microscopio a lo largo del siglo XVII, especialmente gracias a Hooke, Malpighi y Leeuwenhoek, mas no se identificaron como las unidades estructurales vivas e independientes del mundo vegetal. Durante los siglos XVII y XVIII los botánicos estaban más interesados en la clasificación de las plantas y en el funcionamiento fisiológico de la planta como un todo que en los detalles de la estructura vegetal; mas a comienzos del XIX revivió el estudio de la anatomía vegetal y se reconoció que la célula constituía la unidad estructural de las plantas. A ello contribuyeron varios botánicos alemanes, especialmente Treviranus y Von Mohl. Hacia la misma época, en los años de la década de 1820, Amici en Italia y otros desarrollaron y mejoraron los microscopios acromáticos, que permitieron examinar los detalles de la célula orgánica. Un doctor londinense, Robert Brown, observó en 1831 que las células vegetales en general poseían un cuerpo nuclear, si bien no dio mucha importancia a su descubrimiento. En 1835, el checo Purkinje observó al microscopio un núcleo germinal de un huevo de gallina y constató que los tejidos animales, especialmente en embriones, estaban compuestos por masas densamente apretadas de células semejantes a las de las plantas. Tales observaciones llevaron a Mathias Schleiden a anunciar en 1838 la teoría de que la célula era la unidad viva básica de las estructuras vegetales y la entidad fundamental a partir de la cual se desarrollaron las plantas. Siguiendo la corriente de pensamiento de la filosofía de la naturaleza, Schleiden sugería que el examen del desarrollo de plantas individuales enseñaría más acerca de la naturaleza de las plantas que el trabajo botánico tradicional sobre la clasificación de plantas y el examen de sus estructuras adultas. En botánica, escribió Schleiden, la embriología vegetal será «inmediatamente la fuente aislada más rica de descubrimientos nuevos, y lo seguirá siendo durante muchos años». Schleiden suponía que, en el desarrollo de las plantas, el proceso básico era la formación de células vivas independientes, que, una vez formadas, se disponían en un patrón estructural que expresaba la unidad de la planta como un todo. La célula era una unidad completa y como tal poseía dos vidas, una propia y primaria y otra en cuanto parte de una estructura vegetal organizada, que era secundaria. Ambos procesos vitales eran manifestaciones de una «fuerza constructora de formas» que impregnaba toda la naturaleza, formando cristales inorgánicos, montando células orgánicas y organizando dichas células en seres vivos compuestos. Con respecto a la formación de células vegetales, Schleiden llamó la atención sobre el descubrimiento de Robert Brown del núcleo, sugiriendo que la nueva célula tenía su origen a partir del núcleo de la vieja célula, formando inicialmente un segmento de la esfera de la vieja célula y separándose luego como una célula completa en sí misma. En 1839 la teoría celular se amplió al reino animal gracias al trabajo de Theodore Schwann de Lovaina. Como Schleiden, Schwann asoció la teoría celular al enfoque evolutivo o embriológico de los seres orgánicos, enunciando la teoría en la frase «hay un principio universal de desarrollo de las partes elementales de los organismos por distintos que sean, y ese principio es la formación de células». Schwann se inclinaba por la opinión de que los huevos fertilizados de todos los animales eran una sola célula, siendo el núcleo la vesícula germinal, tanto cuando tales células eran grandes, como el huevo de gallina, como cuando eran pequeños, como ocurre con el huevo de los mamíferos. Así, todos los organismos comenzaban su vida como una sola célula, desarrollándose mediante la formación de otras

células. Siguiendo a Schleiden, Schwann supuso que las nuevas células de las plantas y los huevos animales fertilizados se desarrollaban en el interior de las viejas células, si bien sostenía que en etapas posteriores del desarrollo animal se formaban nuevas células a partir del material intercelular. Según Schwann, operaban dos fuerzas en la formación de células. La una era una fuerza metabólica peculiar de las células orgánicas que transformaba la materia intercelular en materiales idóneos para la formación celular. La otra era una fuerza de atracción que formaba células concentrando y precipitando el material intercelular preparado, una fuerza que operaba también en el mundo inorgánico produciendo allí la formación de cristales. Primero el nucleolo de la célula cristalizaba a partir del material intercelular, precipitándose en torno al nucleolo una capa de materia que formaba el núcleo. Otra capa concéntrica de material proporcionaba el moco de la célula, la cual se completaba por el endurecimiento de la superficie externa del moco, formando la pared celular. Las fuerzas metabólica y atractiva daban a la célula una autonomía y vida propias (cuadro 28.1). El punto de vista de Schleiden y Schwann de que las nuevas células se formaban por la cristalización de la materia orgánica dentro o fuera de la vieja célula fue corregido en los años de la década de 1840 gracias a unos cuantos investigadores, especialmente los botánicos Von Mohl, Nageli y Hofmeister, así como los zoólogos Kolliker, Leydig y Remak, quienes mostraron que las nuevas células se formaban por fisión — división—, dividiéndose el núcleo primero dentro de una célula madre que luego se dividía en dos células hijas. Parece que la primera observación de la división nuclear asociada a la celular data de 1838. Desde esta fecha se realizaron otras observaciones, que culminaron con la detallada descripción que realizó Von Baer en 1846; pero otros autores eran de la opinión de que el núcleo no se dividía, sino que desaparecía, originándose dos nuevos núcleos. De hecho, hasta la década de 1870, lo que se realizaron fueron meras descripciones de lo observado; en algunas de ellas, retrospectivamente, puede apreciarse la observación de cromosomas, que no fueron objeto de caracterización especial hasta la descripción de Vladimir O. Kovalevsky en 1871. El nombre de cromosomas se introduciría en 1888 (cuadro 28.3). Al año siguiente, E. Russow describió los cromosomas como corpúsculos en forma de gusano o de bastón, y en 1873, Antón Schneider notó que en la división una mitad de los cromosomas migraba a un polo de la célula, y la otra mitad, al otro. En 1875, Otto Bütschli describía dos fases de la división —proceso conocido como mitosis—, las denominadas metafase y anafase. Ese mismo año, Eduard Adolf Strasburger (1844- 1912) publicó una influyente obra, *Sobre la estructura y la división celulares*, en donde describía estas mismas fases y defendía la universalidad de la mitosis como proceso de multiplicación celular. Finalmente, entre 1878 y 1881, Walter Flemming extendió los estudios a la profase y dejó clara la separación de los cromosomas originales. El cuadro de la mitosis se completaría con los estudios llevados a cabo en 1885 por Cari Rabí sobre la profase precoz y el estadio final de la telofase (cuadro 28.4). Schwann aplicó su teoría celular a la clasificación de Bichat de las partes homogéneas del organismo, distinguiendo cinco clases de tejidos sobre una base celular. Señalaba la existencia, en primer lugar, de tejidos en los que las células eran independientes y separadas, como en el caso de las células sanguíneas; en segundo lugar, había tejidos, como la piel, en los que las células eran independientes aunque se hallaban comprimidas; en tercer lugar, estaban los tejidos óseos y dentales, en los que las células habían desarrollado paredes rígidas bien unidas; en cuarto lugar había tejidos en los que las células se alargaban formando fibras, como los ligamentos y los tendones; y en quinto lugar había tejidos, como los nervios y los músculos, en los que según creía Schwann las paredes y cavidades celulares se habían unido. En Berlín, Rudolph Virchow desarrolló siguiendo a Schwann los aspectos médicos de la teoría tisular de Bichat. La localización de la enfermedad se había restringido del cuerpo en su conjunto a un órgano particular gracias a los iatroquímicos, y de un órgano a un tejido gracias a Bichat. Ahora, en 1858, Virchow sugirió que la enfermedad se originaba dentro de una célula, propagándose merced a la formación de células malignas en un tejido. Adoptando la opinión de Schwann de que las células eran entidades vivas autónomas, Virchow consideró al cuerpo humano como un «estado en el que cada célula es un ciudadano», y una enfermedad, una especie de revuelta o guerra civil. «Todo animal es una suma de unidades vitales — escribió Virchow—, cada una de las cuales posee todas las características de la vida. El carácter y la unidad de la vida no se pueden hallar en un punto definido de una organización superior, como por ejemplo el cerebro del hombre, sino tan sólo en la disposición definida y constantemente recurrente que exhibe individualmente cada elemento aislado. Sigúese que la composición del organismo principal, el llamado individuo, ha de compararse a una especie de disposición social o sociedad en la que un cierto número de existencias separadas dependen unas de otras, de tal manera, no obstante, que cada elemento posee su propia actividad peculiar, desarrollando su función propia por sus propios medios». Así, Virchow rechazó la idea de los filósofos iatroquímicos de que las unidades vitales de un ser orgánico estaban sujetas a una potencia central, el *Archaeus Influxus* de Helmont o la *mónada* central de Leibniz, así como el punto de vista de los filósofos de la naturaleza y de los morfólogos de que el plan ideal de una criatura le suministraba una unidad orgánica. También se alejó de la idea iatroquímica de que las enfermedades eran entidades vitales en sí mismas que invadían desde fuera el cuerpo humano, idea apoyada por el descubrimiento de Pasteur y Koch de las bacterias. Virchow se negó a aceptar la teoría de los gérmenes en el origen de la enfermedad, por lo que en los años de la década de 1880 se dedicó a

otros campos, la arqueología y la antropología, cuando se supieron más cosas acerca de la función de las bacterias en la causa de la enfermedad. Schleiden, Schwann y Virchow llevaron hasta el extremo la idea de que las células del organismo eran en gran medida entidades vitales autónomas. El movimiento romántico, del que el movimiento alemán de la filosofía de la naturaleza formaba parte, había privilegiado lo individual y automoviente (que se mueve por sí solo), siendo quizá esta perspectiva general la que halló una particular expresión biológica en la doctrina de que las unidades fundamentales de la naturaleza orgánica eran en gran medida completas y autónomas. Esta doctrina fue criticada por los morfológicos de la vieja escuela, como Reichert, quien sostenía que un organismo en sí mismo componía un todo que se manifestaba en un plan estructural; por los citólogos, como Strasburger, quien señalaba que las células no podían ser totalmente independientes las unas de las otras, ya que se hallaban conectadas mediante puentes protoplasmáticos; y más fundamentalmente por los fisiólogos y psicólogos, como Sherrington y Pavlov, quienes desde finales del XIX comenzaron a demostrar la acción integradora del sistema nervioso en los animales superiores.