

6º tema: El desarrollo científico del siglo XIX

1ª Parte

- Las diferencias nacionales
- El siglo de la biología

2 Introducción

Se suele estudiar históricamente como el período comprendido entre 1789 (comienzo de la Revolución Francesa) y 1914 (comienzo de la 1º Guerra Mundial).

La ciencia ha alcanzado la mayoría de edad.

La noción de progreso que había surgido en el siglo de las Luces se convierte en una idea de la que no se podía dudar.

El progreso se había manifestado en:

- > La economía
- > La tecnología.

3

Introducción (2)

Este siglo se caracteriza por la industrialización y el colonialismo.

Tras la derrota de Napoleón en Waterloo en 1815 se estableció un nuevo equilibrio europeo favorable a **Gran Bretaña**.

- > Gracias a su desarrollo industrial,
- > Su predominio naval, y
- > Su expansión colonial dirigida hacia Oriente.
- > La producción de materias primas en las colonias .

En el último cuarto de siglo otras naciones del continente también se desarrollaron industrialmente.

4

Introducción (3)

El caso más notable fue el de **Alemania**, que tras la guerra Franco-Prusiana de 1870 y su reunificación se convirtió en una potencia predominante en la industria química y siderometalúrgica.

La unificación **Italiana** (acabada para 1870), al igual que la alemana, expresaban fuertes sentimientos nacionalistas.

Surgía el nuevo concepto de **Estado Nación**, alentado por el Romanticismo y con identidad:

- > Racial,
- > Religiosa,
- > Lingüística,
- > Cultural.

5

Introducción (4)

También se configuraron las tradiciones científicas nacionales.

- > Expresaban el predominio de la investigación en distintas ramas del saber
- > Así como diferentes metodologías con las que se llevaba a cabo esas investigaciones.

Estos rasgos dependían tanto de diferencias culturales como de la demanda de las industrias de cada país.

6

Introducción (5)

La ciencia se organizó institucionalmente.

La investigación científica se fue convirtiendo en una actividad abierta a personas sin medios económicos propios.

La ocupación del científico se profesionalizó:

- > Con una formación institucionalizada y reglamentada,
- > Puestos de trabajo remunerados,
- > Evaluación entre pares,
- > Reconocimiento social,
- > Estrechó sus lazos con la tecnología.

Se acuña el término “científico” y se abandona el de “filósofo de la naturaleza”.

7

Introducción (6)

La ciencia se dividió y organizó por **especialidades**, con una estructura muy parecida a la que se mantendría en el siglo XX.

Todavía no se había abierto la brecha entre “las dos culturas”.

Ni entre la sociedad y la ciencia:

- > Los científicos llevaban a cabo tareas divulgativas,
- > El público se mostraba interesado por el trabajo de los científicos.

Se produjeron cambios también en las relaciones entre la ciencia y la industria.

- > En el siglo anterior, los desarrollos tecnológicos eran producto del trabajo de inventores hábiles, aunque sin formación científica.
- > En el siglo XIX se comenzaron a constatar las posibilidades industriales de ciertos desarrollos científicos en química y electricidad, o en la utilización de nuevas fuentes de energía.

8

El período Post-Revolucionario

La Revolución Francesa produjo ciertas inestabilidades en el desarrollo de la ciencia francesa:

En 1793 se suprimieron las academias y otras instituciones heredadas del Antiguo Régimen.

Lavoisier (por ser miembro de la sociedad encargada de la recaudación de impuestos) y Condorcet (que había militado en las filas de los girondinos, partidarios de la burguesía ilustrada) fueron ajusticiados.

Pero no se prescindió de la ciencia durante este período.

> Los científicos fueron llamados a colaborar en la defensa nacional.

9

El período Post-Revolucionario (2)

Poco después de la abolición de las academias se fundaron nuevos organismos:

- > Sin sesgo aristocrático,
- > A los que se accedía por mérito ,
- > En los que primaba el régimen democrático,
- > Y el control por parte del Estado.

El *Jardin du Roi* se convirtió en el *Muséum d'Histoire Naturelle*, con doce cátedras independientes. El cargo de director era elegido por los catedráticos se ocupaba por un solo año.

A finales de 1794 se fundó el *École Polytechnique*, destinado a la formación de ingenieros.

- > Después de un duro examen de entrada
- > Se recibía una sólida formación en: matemáticas, física y química.

10

El período Post-Revolucionario (3)

Después se pasaba a las “Escuelas de aplicación”: la de Artillería e Ingenieros (ejército) o a la *École des Ponts et Chaussées* (civil).

La *Academia de las Ciencias* se restauró en 1795 como parte del Instituto Nacional.

Estaba dividido en tres clases:

1. *La de ciencias*, con sesenta miembros, que se divide en 1803 en dos divisiones:
 1. La de “**ciencias matemáticas**”: geometría mecánica, astronomía, geografía y navegación, física general, y
 2. La de “**ciencias físicas**”: química, mineralogía, botánica, economía rural y veterinaria, anatomía y zoología, medicina y cirugía.
2. *La de ciencias políticas y morales*, con treinta y seis,
3. *La de literatura y artes*, con cuarenta y ocho.

11

El período Post-Revolucionario (4)

A lo largo del siglo XIX la Academia fue perdiendo poder.

1. Por dejar fuera a muchos científicos de ramas florecientes, como la química y la fisiología.
2. Por no contar con recursos de investigación propios.

Muchos científicos se profesionalizaron en las facultades científicas de reciente creación .

12 El Romanticismo

Es un movimiento artístico que surgió como una reacción al racionalismo ilustrado.

Pretendía devolver la unidad, la belleza y el misterio en un mundo dominado por el ideal del progreso científico-tecnológico.

Su mayor esplendor se dio en Alemania entre 1790 y 1830.

Influyó menos en la física (bastante consolidada en ese momento) y más en la biología (en pleno florecimiento).

El Romanticismo defendía una visión orgánica, animada y dinámica de la naturaleza, en contraposición a la visión materialista y mecanicista anteriores.

13 El Romanticismo (2)

- La diferencia cartesiana entre el espíritu y la materia no era legítima:
- > El espíritu era capaz de intuir verdades fundamentales acerca del mundo natural,
 - > se favorecía la tarea especulativa frente a la puramente racional.
 - > El modelo explicativo era el organismo, entendido como una unidad superior a la mera suma de sus partes.
 - > La naturaleza era también una unidad, en la que el mundo orgánico y el inorgánico están sometidos a las mismas leyes.
 - > También consideraban que la naturaleza está en constante evolución y este desarrollo estaba sostenido por fuerzas antagónicas.

14 El Romanticismo (3)

- En la biología el romanticismo influyó sobre todo en la morfología y en la embriología.
- > En la primera, sugiriendo la existencia de formas arquetípicas.
 - > En la segunda, considerando que existe un desarrollo progresivo, una tendencia de la naturaleza que encontraría su expresión culminante en el ser humano.

15

La educación científica alemana

El método alemán de enseñanza universitaria supuso una innovación en el terreno de la educación superior.

Se favorecieron la enseñanzas científico-técnicas, así como la investigación y las relaciones con el mundo industrial.

Introdujeron el método seminario en la enseñanza científica.

Estos reunían enseñanza e investigación; en el caso de las disciplinas científicas también la posesión de laboratorios.

Las universidades alemanas consideraron que uno de los deberes del profesorado universitario era producir nuevo conocimiento.

Los profesores gozaban de libertad de enseñanza.

Y los estudiantes de movilidad entre las distintas universidades alemanas.

16

La educación científica alemana (2)

A partir de la década de 1870, la creciente prosperidad obtenida gracias a la industrialización permitió el acceso a la enseñanza superior a las clases medias.

Las escuelas técnicas también crecieron y elevaron el nivel de sus enseñanzas.

La Escuela Politécnica de Zurich fundada en 1855 compartía profesorado con la universidad y gozaba de un estatus similar.

Hacia 1900 las escuelas técnicas ya otorgaban el grado de doctor.

Los empresarios-industriales se interesaron por la promoción de las investigaciones aplicadas, fundado centros de investigación privados dedicados a la investigación científica al servicio del desarrollo industrial.

17

La ciencia en Gran Bretaña

La profesionalización de la ciencia en el Reino Unido se produjo de manera diferente a como se iba produciendo en Francia y el Alemania.

Los puestos remunerados para la práctica de la ciencia fueron muy escasos.

La iniciativa privada fue la principal encargada de potenciar el desarrollo científico.

En 1800 se estableció en Londres la *Royal Institution*.

Sus objetivos generales eran la difusión de las innovaciones que fuesen surgiendo y la enseñanza, por medio de conferencias, de la aplicación de la ciencia a la mejora de las técnicas.

18

La ciencia en Gran Bretaña (2)

Proliferaron las sociedades que buscaban el progreso del conocimiento y de su aplicación a las técnicas y manufacturas.

También se desarrollaron los *Mechanical Institutes*. El primero en Edimburgo (1821), al que le siguió otro en Londres (1823). A mediados del siglo ya habría unos setecientos.

La idea era inyectar la ciencia en la industria a través de la formación de los obreros y artesanos que trabajaban en fábricas y talleres.

19 La ciencia en Gran Bretaña (3)

También tuvieron un papel importante las **Universidades escocesas** de Edimburgo y Glasgow y las inglesas de Oxford y Cambridge. En las primeras existía un cierto sesgo baconiano que se manifestaba en el énfasis en el experimento cuantitativo y en la búsqueda de utilidad comercial e industrial para los conocimientos científicos.

En Cambridge cobraron importancia las matemáticas.

- > Hasta la segunda década del siglo XIX siguieron fieles a los métodos geométricos y fluxionales newtonianos.
- > En 1813 un grupo de estudiantes, entre los que se encontraba W. Whewell, J. Herschel, Ch. Babbage y G. Peacock fundaron la Sociedad Analítica de Cambridge, con la intención de introducir las matemáticas continentales.

20

El desarrollo industrial

La difusión de la máquina de vapor trajo consigo diversos cambios.

Por un lado, como se vio en el tema anterior, se produjo un desarrollo de nuevos medios de transporte: el ferrocarril y los barco de vapor.

Estos, a su vez, demandaban de nuevos materiales de construcción, más resistentes, que permitiesen fabricar máquinas, puentes y vías de ferrocarril.

El hierro dulce fue sustituido paulatinamente por acero.

Las diferentes innovaciones sobre la producción de acero a lo largo del siglo XIX hicieron que descendiese el coste del acero en el último cuarto del siglo en un 80-90 %.

21

El desarrollo industrial (2)

La industria química sufrió una gran expansión en la segunda mitad del siglo.

Uno de los desarrollos más destacados se dio en la **síntesis artificial de colorantes**, vinculada al desarrollo de la **química orgánica**.

Durante la primera mitad del siglo XIX los tintes que se empelaban en la industria textil eran de origen natural (vegetales y animales).

Los primeros desarrollos se produjeron en el *Royal College of Chemistry*, en donde se investigó los productos que se podían obtener del alquitrán de hulla.

- > Se obtuvo benceno, del que se obtenían anilina.
- > Hirviendo anilina con agua se produjo una solución de color púrpura, de la que se obtuvieron cristales que teñían la seda de un color malva brillante.

22

El desarrollo industrial (3)

Otra de las industrias que se desarrolló en la última parte del siglo XIX fue la **eléctrica**.

Los desarrollos científicos (ver más adelante) de Faraday sobre el electromagnetismo dieron lugar a las máquinas magnetoeléctricas accionadas manualmente.

En 1802 ya se había observado que un arco eléctrico que saltaba entre dos electrodos de carbono producía una luz brillante.

En 1850 se empleaban las lámparas de arco en faros y locales públicos, para lo que se empleaban generadores movidos por máquinas de vapor.

Estas lámparas eran excesivas para el uso doméstico. Para este ámbito se desarrollaron las bombillas de incandescencia.

23 El desarrollo industrial (4)

Fueron el británico J. Swan y el norteamericano T. A. Edison los que emplearon filamentos de carbono en el interior de un bulbo de vidrio en el que se había hecho vacío. En 1883 se unieron formando la Edison and Swan United Electric Light Company Limited.

Desde 1880 comenzaron a establecerse centrales públicas de energía, destinadas al alumbrado.

En un primer momento, la energía para mover las dinamos procedía de máquinas de vapor, pero se necesitaban velocidades de rotación más altas de las que éstas podían suministrar, lo que llevó a emplear las turbinas, apareciendo las primeras centrales hidroeléctricas.

24 El desarrollo industrial (5)

La electricidad también revolucionó el campo de las **comunicaciones**.

En 1837 W. Cooke y Ch. Wheatstone registraron su primera patente sobre el *telégrafo*. Al año siguiente extendieron una línea entre Paddington y West Drayton a lo largo de 21 Km. que funcionó con éxito.

Hacia 1854 ya se había tendido en Gran Bretaña alrededor de 6.500 Km. de línea.

La telegrafía cruzó los mares gracias a los cables submarinos, permitiendo comunicaciones instantáneas a distancias enormes.

En 1876, basándose en las investigaciones llevadas a cabo por el físico y fisiólogo alemán H. von Helmholtz, Alexander Graham Bell patentó el *teléfono*.

25 El desarrollo industrial (6)

En 1896 el italiano G. Marconi patentó el primer aparato de *radio*, basándose en los descubrimientos de J. C. Maxwell y H. R. Hertz sobre las ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias.

El papel de las *levaduras* como agentes fermentadores fue reconocido en 1856 por Luis Pasteur.

Las teorías científicas de esa época reconocían la presencia de levaduras en la fermentación alcohólica, pero eran consideradas como compuestos químicos complejos, sin vida. Esta era la teoría *mecanicista* liderada por los químicos alemanes von Liebig y Wöhler.

Luis Pasteur, químico francés, propuso la teoría *vitalista* y demostró que las células viables de levaduras causan fermentación en condiciones anaeróbicas; durante dicha fermentación el azúcar presente en el mosto es convertido principalmente en etanol y CO₂.

26

El desarrollo industrial (7)

En 1866, Pasteur publicó "*Estudios sobre el vino, sus enfermedades, causas que las provocan. Nuevos procedimientos para la conservación y envejecimiento*".

Aconsejaba un método para aumentar la calidad de la conservación de los vinos consistente en calentarlos a una temperatura de 68° C durante 10 minutos y después enfriarlos rápidamente.

Esta técnica ha venido a ser conocida como pasteurización.

27

El evolucionismo: antecedentes

A lo largo del siglo XVIII se consideró la posibilidad de un cambio en las especies.

- > Linné consideró la posibilidad de la formación de nuevas especies por hibridación
- > Buffon sostuvo que los distintos animales actuales provenían de un conjunto pequeño de “familias” primigeneas.

El término evolución tiene varios significados.

1. La palabra se deriva del latín *evolutio* que significa “desarrollo”, en el sentido de desenrollar o desplegar algo que se encontraba inicialmente en forma compacta.
2. Hasta mediados del siglo XIX se empleará en la teoría preformacionista (según la cuál el desarrollo del individuo ha de entenderse al pie de la letra: como desenvolvimiento y manifestación de partes y órganos que, aunque ocultos, se encontraban previamente formados en el hueco).

28 El evolucionismo: antecedentes (2)

3. A continuación pasó a designar el proceso de desarrollo embrionario.
4. Cuando se estableció un paralelismo entre el desarrollo embrionario y la sucesión de formas orgánicas a lo largo de la historia de la vida, pasó a significar este desarrollo de las especies.

En la época se consideraba que era progresivo y teleológicamente orientado hacia la aparición de la especie humana.

5. A partir de la segunda mitad del siglo XIX predominó un evolucionismo progresista, “desarrollista” que abandona los milagros o el recurso a la divinidad como causa primera, recurriendo en cambio a leyes y fuerzas naturales.

29 El evolucionismo: antecedentes (3)

El Transformismo de Lamarck

Jean Baptiste Monet, caballero de Lamarck (1744-1829) suele ser considerado el precursor de Darwin.

Formó parte del personal del *Jardin du Roi*, y una vez que éste fue reorganizado en 1793 pasó a ocupar la cátedra de “insectos, gusanos y animales microscópicos”.

Su programa consistía en la elaboración de una “Física terrestre”, dividida en:

- > Meteorología,
- > Hidrogeología,
- > Biología.

30 El evolucionismo: antecedentes (4)

No escribió ningún tratado completo sobre meteorología.

Su plan consistía en elaborar una “meteorología razonada” que se dedicase a la indagación de las causas de las variaciones atmosféricas.

Se habrían de buscar regularidades, entre las que estarían las provocadas por las mareas atmosféricas debidas a la atracción del Sol y de la Luna.

Sin embargo, debido en gran parte a la Revolución Francesa y a las guerras siguientes, se produjo una desorganización de las redes de observación existentes, de tal manera que no se habían conseguido organizar un buen cúmulo de observaciones sobre regularidades.

31 El evolucionismo: antecedentes (5)

En su *Hydrogéologie* (1802) consideraba que la mayor parte de las montañas y el relieve terrestre habían sido tallados por la erosión de las aguas en altiplanicies.

Los materiales arrastrados por las aguas dulces irían a parar a los fondos oceánicos, que no se rellenarían por la acción de la Luna.

- A partir de 1802 difundió sus ideas acerca de la transformación en las especies.
- > Partía de una separación radical entre los mundos inorgánico y orgánico.
 - > En el mundo viviente se presentaba una serie continua de individuos.
 - > La serie se hallaría ramificada entre animales y vegetales (sin puntos de contacto entre los dos reinos).
 - > Dentro del reino animal al formar una serie continua toda clasificación sería artificial; sin embargo, se podía llegar a una clasificación útil atendiendo a los sistemas de organización.
 - > Defendía la existencia de una escala relativa a la creciente complejidad en la organización.

33

El evolucionismo: antecedentes (7)

- > Aun dándose una progresión regular en la organización Lamarck señalaba la presencia de desviaciones y anomalías.
- > Éstas se debían a la influencia del entorno y de los hábitos del animal:
 - > Cuando las circunstancias del hábitat cambian, cambian también las necesidades el animal y las acciones destinadas a satisfacerlas, con lo que éste adquiere nuevos hábitos.
 - > Para ello empleará de forma distinta algunos órganos, o puede incluso, dejar de utilizarlos.
 - > Nuevas necesidades conducirían a la creación de nuevos órganos y a su gradual desarrollo con el transcurso del tiempo.

34 El evolucionismo: antecedentes (8)

- > Los cambios en el hábitat no tienen por qué ser más o menos bruscos: las condiciones que en la actualidad parecen estables pueden haber estado variando con tal lentitud que harían inapreciables estos cambios.
- > Conclusión: no serían los órganos los que darían lugar a las funciones, sino las funciones o los hábitos los que determinarían la constitución del animal.
- > Las modificaciones adquiridas se transmitirían a la descendencia, siempre y cuando las compartiesen ambos progenitores.
- > Las mutilaciones quedarían fuera de este esquema y no se transmitirían.

35

El evolucionismo: antecedentes (9)

- Para Lamarck lo que caracteriza la vida es la organización: la materia orgánica no se distingue de la inorgánica.
- > La organización surgiría por **generación espontánea** en las partes inferiores de la ramificación de las escalas vegetales y animales.
 - > El cuerpo vivo es un compuesto de partes flexibles continentales y materias fluidas contenidas en su seno.
 - > La vida estaría caracterizada por una especie de tensión o eretismo (exaltación de las propiedades vitales de un órgano) del compuesto que mantendría en movimiento estos fluidos.
 - > El calórico (un estado del fuego y no un elemento como para Lavoisier) y el fluido eléctrico serían la “causa excitadora” que provocaría el estado de tensión.

36 El evolucionismo: antecedentes (10)

- > La vida era un fenómeno de origen fisicoquímico.
- “La vida, considerada en todo cuerpo que la posee, resulta únicamente de las relaciones que existen entre los tres objetos siguientes; a saber: las partes continentales y en un estado apropiado de ese cuerpo; los fluidos contenidos que están en movimiento; y la causa excitadora de los movimientos y de los cambios que se operan.” Lamarck, *Philosophie zoologique* (1809).

37

El evolucionismo: antecedentes (11)

Con este esquema explicó la transformación de las especies, resultado de un proceso doble.

1. Existe en los seres vivos una tendencia a complicar gradualmente su organización, la cual daría lugar a una escala gradual y continua si no interviniese la acción de las circunstancias.

Esta organización nace por generación espontánea, a partir de sustancias mucilaginosas y gelatinosas que la acción de los fluidos sutiles convierten en tejido celular.

A partir de ese momento, el movimiento de los fluidos internos forma los órganos, y el aumento del mismo movimiento compone y complica la organización.

38 El evolucionismo: antecedentes (12)

2. En ese proceso el 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, desarrollándose y modificándose con el uso o, por el contrario, debilitándose con el desuso hasta desaparecer.

39 El evolucionismo: antecedentes (13)

Las dos concepciones de la **morfología** en el siglo XIX:

1. **Morfología funcional, Cuvier.**
2. **Morfología filosófica Geoffroy.**

1. Cuvier convirtió la anatomía comparada en una disciplina independiente.
 - > Proponía una síntesis entre la anatomía, la taxonomía y la paleontología.
 - > El principio rector era el funcionalismo teleológico: las “condiciones de existencia” del animal depende de la correlación de sus partes, de su integración funcional.

Principio de correlación de las partes: el organismo no es una mera yuxtaposición de órganos, sino un sistema **coordinado** que posibilita la forma de vida del animal.

40 El evolucionismo: antecedentes (14)

- > Añadió el *principio de subordinación de caracteres*, cuya jerarquía vendría dada por la subordinación de funciones.
- > Gracias a esta jerarquía se podría confeccionar una clasificación natural del reino animal.
- > El peso de un carácter venía determinado por su importancia funcional.
- > A partir de la caracterización del sistema nervioso, estableció cuatro tipos que se correspondían con tipos morfológicos fundamentales: vertebrados, articulados, moluscos y radiados.
- > Estas ramas se subdividían atendiendo a los sistemas respiratorio, circulatorio, etc., hasta llegar al nivel de las especies.

41

El evolucionismo: antecedentes (15)

- > Cuvier no creía en la existencia de formas intermedias entre estas ramas, porque las organizaciones compuestas de otras dos diferentes entre sí no podían funcionar.
- > Las distintas estructuras habían sido creadas por Dios para cumplir con funciones específicas, y no eran unas más perfectas que las otras.
- > Extendió su zoología al pasado, fundando la paleontología.
- > Descubrió la extinción de ciertos animales y como no siempre encontraba esqueletos completos y bien conservados, recurrió al principio de correlación para reconstruirlos.

42 El evolucionismo: antecedentes (16)

- > Llevó a cabo estudios de campo sobre observaciones geológicas y, estudiando las formaciones terciarias en los alrededores de París, constató la presencia alternada abrupta de moluscos de agua salada y de agua dulce.
- > Supuso a partir de estas observaciones que en la historia del planeta se habían sucedido diversas revoluciones.
- > Estas revoluciones se debían a la incursión repentina de las aguas que habrían causado las extinciones de animales y plantas.
- > Frente a la plasticidad de las especies que había defendido Lamarck, Cuvier defendió el fijismo: sólo podían desaparecer por extinción.

43 El evolucionismo: antecedentes (17)

2. La morfología filosófica de Geoffroy

- > Su anatomía comparada buscaba un plan estructural.
- > Inspirándose en la propuesta que había realizado anteriormente Buffon, consideró que las estructuras de los distintos grupos de animales obedecerían a un *arquetipo*, un plan de composición común para cada grupo.
- > Habría único plan de composición con variaciones en cada caso.
- > Comenzó estudiando esqueletos y aplicó 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.
- > Si desempeñan la misma función se denominan análogas.

44 El evolucionismo: antecedentes (19)

- > Aplicó, además, dos principios:
 - > *El principio de las conexiones*: las partes podían variar en forma y función, pero difícilmente se podían trasponer, con lo que las conexiones entre estas partes constituían una guía para el establecimiento de homologías.
 - > *El principio de economía*: el desarrollo de una parte de un animal conlleva la atrofia de otra.
- > El arquetipo sería un ser abstracto en el que todas sus partes poseerían el máximo desarrollo.

45 El evolucionismo: antecedentes (20)

- > La idea del arquetipo había sido defendida por J. W. von Goethe en su *Metamorphose der Pflanze* (1790), en donde exponía que las distintas partes de las plantas se podían considerar como modificaciones de una única estructura básica, la hoja ideal.
- > También defendió la existencia de un arquetipo ideal para los vertebrados, de tal manera que los distintos huesos eran modificaciones de un mismo prototipo, en este caso, una vértebra.

46 El evolucionismo: antecedentes (21)

- > Otra idea que también influyó en la propuesta de Darwin y Wallace, consideraba que la fuerza responsable de la progresión de la serie de las especies era la misma que regía la distintas fases del desarrollo embrionario.
- > El embrión pasaría sucesivamente por las distintas etapas correspondientes a las organizaciones de animales inferiores.

La aportación de la nueva geología

- > La nueva geología se orientaba hacia la reconstrucción en el tiempo del orden de las formaciones geológicas.
- > El criterio básico para la ordenación por edad fue el orden de superposición: las formaciones más superficiales serían las más recientes.
- > El método que empleaban para comparar observaciones realizadas en distintos lugares era su contenido en fósiles.

48 El evolucionismo: antecedentes (23)

- > Una cuestión sin resolver en aquel momento era la elevación del relieve.
- > Cobró importancia el estudio de los volcanes como agentes geológicos.
- > Leopold von Buch presentó en 1818 en la academia de Berlín su teoría de los “cráteres de elevación”.
 - > Distinguía entre los *cráteres de erupción*, como el Vesubio, que habían formado conos relativamente pequeños a partir de lava emitida;
 - > y los *cráteres de elevación*, como los de la isla de Tenerife, en los que el terreno se habría elevado por la acción de las fuerzas volcánicas.

49 El evolucionismo: antecedentes (24)

- Léonce Elie de Beaumont en 1829 propuso una explicación mucho más compleja.
- > Partió de la base de una Tierra en proceso gradual de enfriamiento (expuesta por Laplace).
 - > Paralelamente al proceso de enfriamiento del núcleo se producía su contracción, con lo que la corteza se arrugaba, originándose así el relieve, tanto las elevaciones como las depresiones.

50 El evolucionismo: antecedentes (25)

Relación entre la geología y la paleontología

La concepción catastrofista de Cuvier triunfaba sobre las concepciones continuistas y transformistas de Lamarck.

Sin embargo, los trabajos de campo realizados permitieron descubrir un creciente número de invertebrados fósiles, que rellenaban la serie propuesta por Lamarck y mostraban la presencia de un número cada vez mayor de “especies análogas”.

Por otro lado, el número de fósiles todavía era insuficiente y permitía seguir defendiendo la versión catastrofista.

51 El evolucionismo: antecedentes (26)

- > Los catastrofistas radiales hacían coincidir las catástrofes con los episodios de plegamientos propuesto por Elie de Beaumont.
- > Constant Prévost, señaló que actualmente también se ven actuar causas violentas como las erupciones volcánicas, las inundaciones y los terremotos.
 - > Creía en una única creación de la vida, y que las especies habían sido creadas en el principio tal y como se ven en la actualidad.
 - > El registro fósil de la desaparición de algunas de ellas serviría para llenar un hueco en una creación que había sido completa.
 - > Para lo que no serviría el registro fósil era para datar las formaciones geológicas.

52 El evolucionismo: antecedentes (27)

El uniformismo de Lyell

En 1830 el geólogo Charles Lyell publicó unos *Principles of Geology* en los que presentaba una visión uniformista.

- > Los fenómenos geológicos mantienen entre sí un equilibrio dinámico con el transcurso del tiempo, con creación y destrucción de formaciones.
- > Aceptó sólo los fenómenos que se ven operar hoy día.
- > Supuso que la intensidad de esta operación no había cambiado con el tiempo.
- > Negó la existencia de una direccionalidad en el mundo orgánico o de un desarrollo progresivo de la vida. Por lo tanto defendía la estabilidad de las especies.

53 El evolucionismo: antecedentes (28)

- > Lo que permitía explicar la diversa implantación de la flora y la fauna en las distintas partes del globo era la modificación de las condiciones ecológicas:
 - > La variabilidad climática daba cuenta de la diferentes distribución de fósiles en las distintas regiones.
 - > Algunas especies podían haberse extinguido a causa de los cambios climáticos.
 - > Si la presión poblacional aumentase mucho en un área, se establecería una lucha entre especies que podría terminar con la aniquilación de la especie predadora.

54 El evolucionismo: antecedentes (29)

A mediados de la década de 1840 se establecía firmemente la vinculación entre la secuencia fósil y la edad de los sistemas geológicos.

En 1841 John Phillips propuso denominar las secuencias como:

1. Paleozoico (era de los animales antiguos)
2. Mesozoico (era de los animales medios)
3. Cenozoico (era de los animales recientes).

Se había establecido la creencia en la realidad de una progresión en el registro fósil.

Los fósiles de los mamíferos se limitaban a los estratos cenozoicos, los reptiles a los del mesozoico y los peces e invertebrados a los del paleozoico.

Si no se quería aceptar las versiones creacionistas, la alternativa más plausible era el evolucionismo.

55

La concepción darwiniana

En 1844 se publicó una obra anónima titulada *Vestiges of the Natural History of Creation* que alcanzó gran difusión.

En ella se presentaban ciertas especulaciones evolucionistas.

Se partía de la hipótesis de que el mundo viviente estaba regido exclusivamente por leyes naturales.

La vida se había originado en un momento del pasado, mediante un fenómeno “químico-eléctrico” a partir de materia inorgánica.

La evolución de los organismos se produciría cuando, debido a circunstancias externas, el desarrollo embrionario se prolongase en el tiempo más allá de lo normal.

Esto implicaría una ordenación lineal y jerárquica de las especies que se habrían ido desarrollando en paralelo.

56

La concepción darwiniana (2)

- Aunque la obra no era muy sólida, puso en consideración la idea del origen de las especies.
- Uno de los partidarios de la idea de la evolución fue Herbert Spencer, que unió la geología de Lyell y el transformismo de Lamarck y extendió la teoría evolutiva a las condiciones mentales y morales humanas.
- Thomas Malthus había publicado en 1797 un *Essay on the Principle of Population*, en el que señalaba que la población tendía siempre a un máximo, creciendo en progresión geométrica, mientras que los recursos alimenticios no podrían pasar de un crecimiento en progresión aritmética.

Darwin y Wallace la evolución por selección natural

Darwin presentó las propuestas de la teoría en su *On the origin of the species* (1859) y Wallace en el artículo “On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type” (1858) .

La teoría de la evolución proporcionó tal explicación unificada y científica para las siguientes características de la vida:

- > la diversidad de las formas de vida,
- > su adaptación a los diversos entornos,
- > la presencia de vestigios de órganos,
- > las semejanzas entre especies,
- > y su historia.

Así como para un gran número de fenómenos biológicos.

58

La concepción darwiniana (4)

Uno de los hitos importantes en la vida intelectual de Ch. Darwin fue su viaje a bordo del Beagle, un buque enviado a América del Sur con una misión cartográfica, como naturalista.

Antes de iniciar el viaje, Darwin no tenía una postura clara con respecto al evolucionismo, que al parecer también había defendido su abuelo Erasmus Darwin, médico de profesión.

A su regreso en 1838 se convirtió al evolucionismo. Y a partir de ese momento comenzó a recoger datos y a elaborar su teoría.

59

La concepción darwiniana (5)

- Hubo varias causas que influyeron en su conversión al evolucionismo:
- > A medida que se avanzaba hacia el sur los organismos iban siendo sustituidos por otros muy similares.
 - > Los avestruces de la Pampa diferían de los ya conocidos,
 - > Allí también encontró restos fósiles de armadillos muy parecidos a los actuales aunque de mayor tamaño (más tarde emplearía este ejemplo para proponer la “ley de sucesión de los tipos”)
 - > Las observaciones de las Galápagos, sobre todo de los pájaros pinzones, que presentaban morfológicas ligeramente diferentes en función de las condiciones especiales de la isla de origen.
 - > A su retorno a Inglaterra se convenció de que constituían especies distintas, muy próximas entre sí.

60

La concepción darwiniana (6)

Existían dos posibles explicaciones para este hecho:

1. Que se hubiesen creado especies próximas, pero distintas, para cada isla,
2. Que estos animales hubiesen llegado originalmente del continente, convirtiéndose primero en variedades, para distinguirse posteriormente en especies.

Darwin creyó, alejándose de Lylle, que la segunda era más plausible.

61

La concepción darwiniana (7)

Se hacía preciso determinar cómo aparecían las variedades y a partir de ellas las nuevas especies.

Parecía evidente que estaba relacionado con los mecanismos de la reproducción y la herencia.

En un primer momento, Darwin estuvo de acuerdo con Lamarck y creía que los descendientes manifiestan una mezcla de las características de sus progenitores, incluidas las que habían sido adquiridas durante la existencia.

También creía en una “inercia hereditaria”: cuanto más se transmitiese un carácter, generación tras generación, más se consolidaría, y más difícil sería que cambiase.

Parece ser que la lectura del libro de Malthus sobre la población tuvo un papel muy importante en el desarrollo posterior de su teoría.

- > Le dio la idea de la lucha por la existencia dentro de cada especie como el mecanismo de selección natural.
- > Otra de las ideas fundamentales de su teoría sería la del surgimiento aleatorio de as variaciones sobre las que actuaba la selección,
 - > así la influencia del medio y la subsiguiente transmisión hereditaria de caracteres adquiridos pasaba a ser un mecanismo secundario.
 - > Posiblemente tuvo lo idea a partir de sus estudios sobre la cría de animales,
 - > Así como su estudio sobre los percebes (desarrollado a lo largo de ocho años) y que le mostró la gran cantidad de variaciones que se presentaban dentro de una especie.

63

La concepción darwiniana (9)

- > Otro de los pilares básicos de la teoría evolucionista darwiniana sería que las divergencias graduales hacia formas más desarrolladas se podía explicar genealógicamente si la selección natural actuaba sin intermitencias.
 - > Es decir, 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.
 - > Así se podría hablar de una competición por la existencia de dichos individuos.

64 La concepción darwiniana (10)

Darwin publicó cinco ediciones revisadas del *Origen de las especies*.

El ataque más importante a la teoría vino desde la física, y fue lanzado contra el uniformismo geológico.

Lord Kelvin publicaba en 1865 que la edad de la Tierra no podría sobrepasar los veinte millones de años.

Este período se les quedaba corto a los geólogos y los evolucionistas.

El mecanismo de la selección natural necesitaba mucho más tiempo.

La cuestión se resolvió a comienzos del siglo XX.

65 La concepción darwiniana (11)

A lo largo de la segunda parte del siglo XIX los naturalistas se fueron inclinando por el darwinismo.

Lo que más se criticaba era la idea de selección natural, que daba lugar a una concepción materialista del desarrollo de la vida, que no habría estado determinado y que no tendría direccionalidad.

La especie humana era desprovista de cualquier posición de privilegio, lo que era religiosamente inaceptable.

Hubo quien intentó conciliarlo con el pensamiento religioso manifestando que un mecanismo que mantiene la adaptación muestra la existencia de un diseño.

66

La concepción darwiniana (12)

En el *Origen de las especies*, Darwin no abordaba el problema del origen y la historia de la humanidad.

Morfológicamente, el ser humano parecía estar emparentado con los simios.

Pero sus facultades mentales y morales lo hacían diferente y especial.

El registro fósil no parecía aportar datos esclarecedores.

El primer cráneo primitivo fue descubierto en 1856 en Neanderthal, y el hombre de Java en 1891.

67

La concepción darwiniana (13)

Darwin en *Descent of Man* (1871) trató de mostrar que las características morales y mentales de los seres humanos podían haberse desarrollado por selección natural.

Se mostraba más desarrollista y se apoyaba en las ideas de Lamarck:

- La moralidad habría surgido como resultado de una “selección de grupo”: en los animales que forman familias se da el instinto de defenderse entre sí y si es necesario sacrificarse por la prole.
- En el ser humano este instinto se habría desarrollado primero para la tribu y después para la sociedad, plasmándose en un conjunto de reglas sociales y religiosas.

68

La concepción darwiniana (14)

- > La mayor capacidad mental se debía al paso a la postura erecta.
- > Se liberaban las manos para el manejo de herramientas.
- > Su empleo supuso, a su vez, un desarrollo de la inteligencia y el cerebro aumentó de capacidad.
- > Las razas humanas constituían una única especie, aunque la blanca era la que había alcanzado un estadio más alto en el desarrollo.

69

La confirmación posterior

Las teorías de la herencia: Mendel

En 1866, Gregor Mendel, un monje del monasterio agustiniano de Brno (Checoslovaquia) publicó un trabajo titulado *Experimentos de hibridación en plantas*, considerado hoy como el origen de la genética clásica.

Comenzó sus experimentos en 1853 y se extendieron sobre unas 27.000 plantas y siete de sus generaciones.

Se aseguró de trabajar con líneas genéticas puras, que se habían reproducido sin cambios durante al menos dos años.

70 La confirmación posterior (2)

Seleccionó siete caracteres de fácil identificación:

- > La forma de la semilla (lisa o rugosa)
- > El color de los cotiledones (amarillo o verde)
- > El color del tegumento de las semillas (blanco o gris)
- > La forma de la vaina (lisa o ceñida a la semilla)
- > El color de la vaina inmadura (verde o amarilla)
- > La disposición de las flores (presentes en el tallo o terminales)
- > La longitud del tallo (largo o corto)

En la primera generación todos los híbridos exhibían sólo uno de los dos caracteres contrapuestos, que se había transmitido completo.

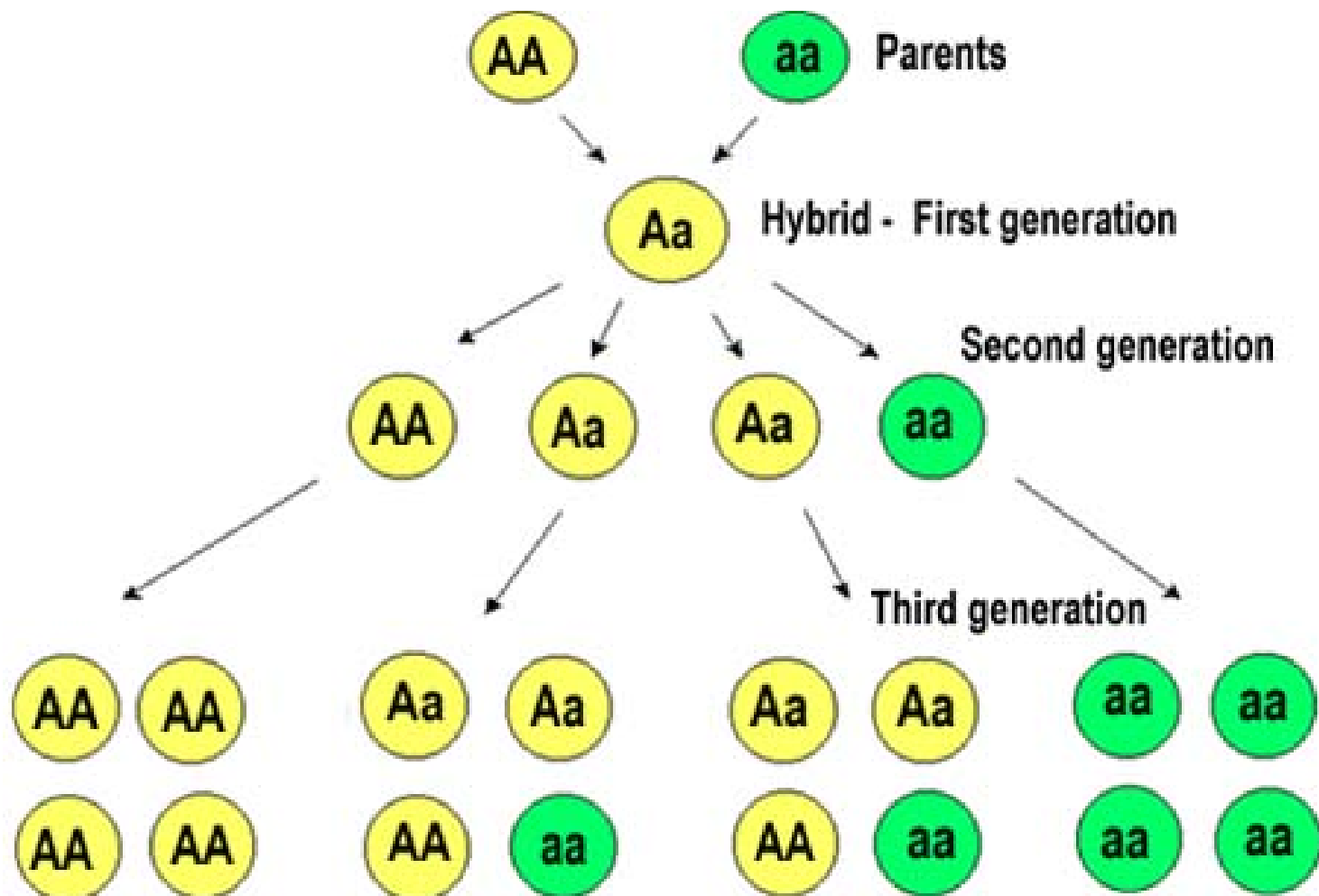
Los denominó caracteres “dominantes” y a los que no habían aparecido “recesivos”.

Este resultado sería conocido en el siglo XX como la “Primera ley de Mendel”, o ley de la uniformidad de los híbridos de **primera generación**: todos los híbridos son iguales.

Los caracteres recesivos reaparecían en la **segunda generación** en la proporción de uno por cada tres que mostraban el carácter dominante. Esta es la “Segunda ley de Mendel” o ley de la segregación.

En la **tercera generación**, las plantas que presentaban el carácter recesivo dieron lugar exclusivamente a plantas con este carácter, mientras que, de las plantas que presentaban el dominante, un tercio dio lugar a otras con este carácter. Asimismo, los otros dos tercios dieron lugar a plantas con ambos caracteres, que se presentaron nuevamente en la proporción 3 :1.

72 La confirmación posterior (4)



73

La confirmación posterior (5)

Esta proporción, advirtió Mendel, en realidad es de 1 : 2 : 1, pues el carácter dominante tenía la doble naturaleza de carácter parental o de carácter híbrido.

En el siglo XX esta distinción dio lugar a las denominaciones de “genotipo” (constitución genética del individuo) y “fenotipo” (manifestación física del genotipo).

74 La confirmación posterior (6)

La esencia de la teoría evolucionista es la transformación de las especies con el transcurso del tiempo, de modo que la transmisión hereditaria a largo plazo ya no aseguraba la preservación de las características que definen la especie.

El origen de las variaciones y su transmisión hereditaria a las futuras generaciones pasó a un primer plano.

Francis Galton, primo de Darwin, formuló una “ley de la herencia ancestral”, según la cual la herencia recibida por un individuo procedía no sólo de sus progenitores, sino también de toda la sucesión de sus antepasados.

75 La confirmación posterior (7)

Denominó *linaje* a la suma total del material genético transmitido al individuo, una herencia fija e independiente de los caracteres adquiridos por los progenitores.

Sería la naturaleza y no el ambiente o la educación la que determinaría las características de los individuos.

Pensaba Galton que existían unas partículas que representaban a los caracteres individuales en las células germinales, partículas que resultaban indefinidamente divisibles y que no perdían su individualidad en la herencia mezclada, combinándose en distintas proporciones en cada reproducción sexual.

76 La confirmación posterior (8)

Estos caracteres darían cuenta de las características de cada individuo y de la aparición de caracteres que habían permanecido ocultos durante cierto número de generaciones.

La variabilidad reside en la población y no en el individuo.

No elaboró ningún mecanismo fisiológico para respaldar sus ideas.

En su lugar aplicó la estadística a la evaluación de los caracteres en amplias muestras de la población.

La teoría celular

Los avances en la identificación de la existencia y estructura de las células dependieron de la disponibilidad y calidad de los microscopios.

Los microscopios habían sido usados desde el siglo XVII en la exploración del mundo biológico, pero no tenían calidad suficiente.

A finales de la década de 1830 Theodor Schwann y Jacob Mathias Schleiden formularon la primera teoría celular.

Sostenían la existencia de una unidad elemental, una “célula”, en la estructura y formación de todos los seres vivos.

Se descubrió el papel del núcleo celular en la formación de nuevas células

En las dos décadas siguientes se profundizó en el conocimiento de la estructura celular.

78 La confirmación posterior (10)

Los primeros estudios se realizaron con células vegetales, debido a que la membrana de éstas se distingue mucho más fácilmente.

Las células vegetales (y por extensión las animales) estaban formadas por:

1. un contenido (un líquido de aspecto gelatinoso y granulento),
2. un núcleo y
3. por una pared (o membrana), que en el caso de las células animales no siempre se observaba.

El interior de las células tenía un papel estructural y funcional.

La estructura fundamental de la célula se consideró como un protoplasma que rodeaba a un núcleo, que gracias a nuevas técnicas de tinción, fue constatada en todos los tipos de células.

79 La confirmación posterior (11)

El patólogo alemán Rudolph Virchow afirmó en 1852 que todas las células procedían exclusivamente de otras células a partir de un proceso de división.

Los organismos pasaban a verse como el resultado de repetidas y sucesivas divisiones celulares: ninguna célula podía surgir espontáneamente, sino que debía generarse siempre a partir de otra célula.

Se negaba así la creencia de que la formación celular era un proceso similar al de la cristalización.

80

La confirmación posterior (12)

A partir de 1860 y gracias a microscopios con mayor capacidad de resolución, a mejoras en las técnicas para la realización de cortes en esos tejidos y a métodos de tinción más refinados, se pudo distinguir entre:

- > La pared,
- > El protoplasma, y
- > La membrana, que permitía pasar de manera selectiva ciertas sustancias.

En 1871 Vladimir O. Kovalevsky describió y caracterizó los cromosomas. A continuación fueron descritos como corpúsculos en forma de gusano.

Se notó que en la división la mitad de los cromosomas migraba a un polo de la célula, y la otra mitad, al otro. A continuación se describieron las fases de la división (o meiosis): las metafase y la anafase.

Se describirían esas fases y se defendía la meiosis como el **proceso universal** de multiplicación celular.

81

La confirmación posterior (13)

El siguiente paso se dio en la descripción de la *meiosis*.

La primera investigación se llevó a cabo sobre el *Ascaris megalocephala* (un nemátodo parásito del caballo).

Sus células cuentan con sólo cuatro cromosomas.

En la meiosis el número de cromosomas que quedan en los gametos (o células sexuales) es la mitad del número normal.

De esta manera, cuando se unen dos gametos se crea una célula con la dotación completa de cromosomas: cada una de las mitades aportadas por cada uno de los progenitores.

Cuando se divide en lugar de dar lugar a dos células, se originan cuatro.

82

La confirmación posterior (14)

En 1892 August Weismann publicó *El plasma germinal: una teoría de la herencia*, en donde recogía las investigaciones que había llevado a cabo en la década anterior.

Consideraba que el “plasma germinal”, el responsable de la transmisión de los caracteres hereditario, era diferente del plasma corporal o “soma”.

El plasma germinal y los gametos por meiosis serían los encargados de la transmisión entre generaciones.

La demostración definitiva de que los cromosomas eran los portadores de la herencia la dio T. Boveri a comienzos del siglo XX.

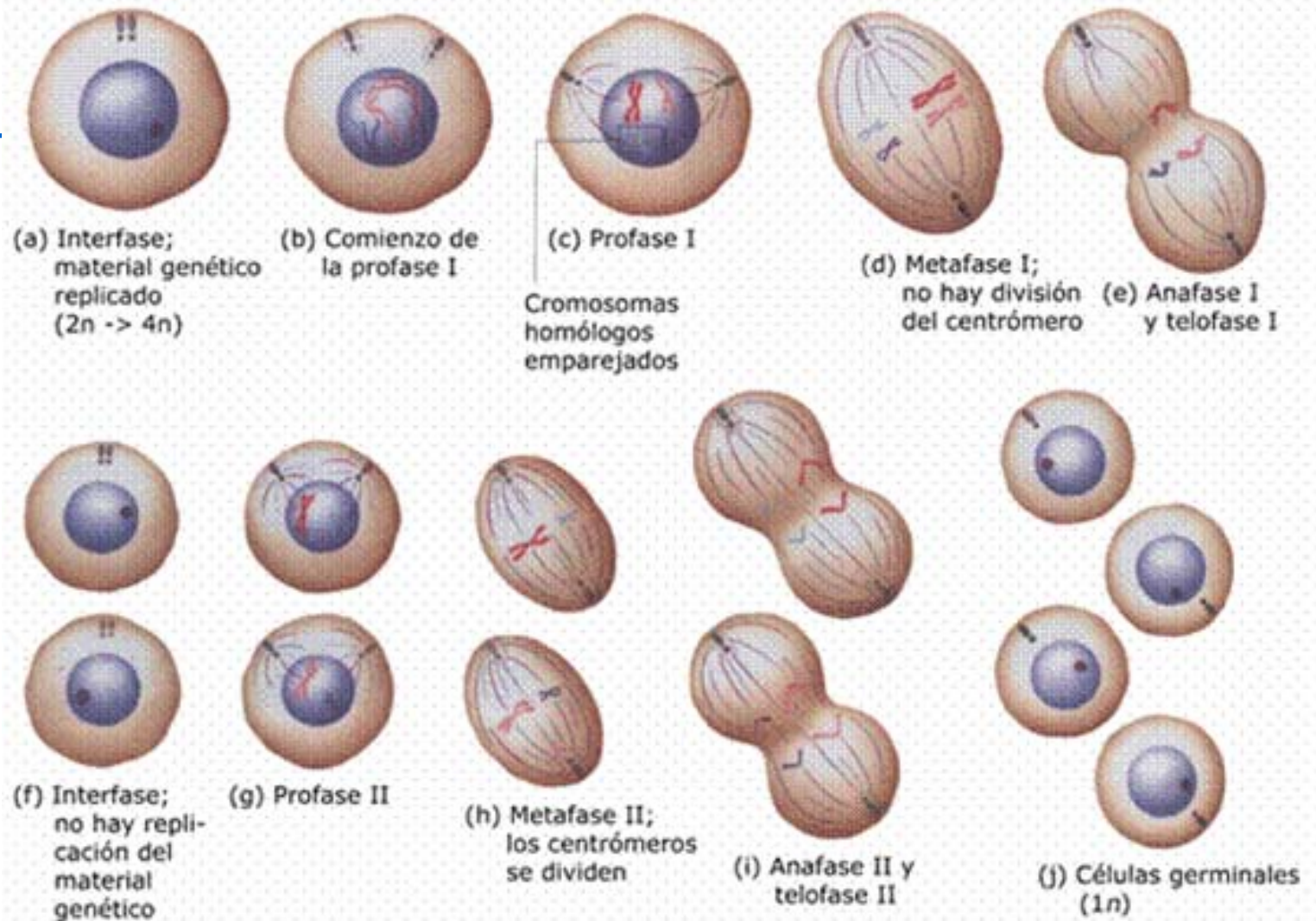


Figura 4. Los pasos de la meiosis. En la Metafase I (d), cada cromosoma morfológico que en realidad son dos cromátides humanos, se alinea en el ecuador de la célula con su compañero homólogo durante la sinapsis, la fase de emparejamiento de los cromosomas en la que se intercambian material de ADN (ver el texto). (Según Lodish et al. Molecular Cell Biology, 3ª Ed. W.H. Freeman and co., New York, 1995)