

---

## EL ORIGEN DE LAS ESPECIES Y SU RELACIÓN CON EL INICIO DE LA ACTUAL TEORÍA DE LA HERENCIA

### The Origin of Species and its Relation with the Birth of Present Genetic Theory

WILLIAM USAQUÉN MARTÍNEZ<sup>1</sup>, M.Sc.

<sup>1</sup> Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia.  
Bogotá D.C., Colombia. wusaquenm@unal.edu.co

Presentado 18 de noviembre de 2009, aceptado 25 febrero de 2010, correcciones 29 de abril de 2010.

#### RESUMEN

En la primera parte se mostrarán algunos elementos históricos relacionados con la “*Philosophie Zoologique*” de Jean-Baptiste Lamarck, obra fundamental de la biología moderna merecedora de una mención especial en su aniversario número 200. Esta obra contiene algunos conceptos importantes para “*The Origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*” el trabajo fundamental de Charles Darwin. Posteriormente se revisará la idea general de la pangénesis y sus diferentes contradicciones en la explicación de la variabilidad necesaria para la acción de la selección natural que culminarían con el nacimiento de la genética. Es importante mostrar la posición particular de los experimentos mendelianos en relación con el paradigma evolutivo causado por el origen de las especies.

**Palabras clave:** pangénesis, herencia, lamarckismo, experimentos mendelianos, evolución.

#### ABSTRACT

In the first part I present some historical elements related to the “*Philosophie Zoologique*” by Jean-Baptiste Lamarck, a fundamental work of modern biology. This work deserves a special mention in its 200th anniversary, since it contains some important concepts for “*The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of favored races in the struggle for life*” the principal work of Charles Darwin. Subsequently we review the pangenesis and various contradictions in the explanation of the variability required for the action of natural selection that culminate with the birth of genetics. In this paper is important show the particular position of Mendelian experiments in relation with the evolutionary paradigm caused by the origin of species.

**Key words:** pangenesis, heredity, Lamarckism, Mendelian experiments, evolution.

#### EL CONCEPTO DE HERENCIA

La herencia genética formalmente definida es el proceso por el cual la descendencia de un organismo adquiere las características de su célula u organismo progenitor. Esta herencia genética intervendrá en la regulación de un organismo en cuatro aspectos esenciales: morfología, fisiología, lineamientos generales de desarrollo, y por último, algunos aspectos del comportamiento.

La preocupación por la herencia nace con la humanidad misma, asociado a los fenómenos de similitud y continuidad de la forma en una especie biológica. Posteriormente, se incorporó la noción de variabilidad para conformar lo que hoy en día denominamos genética (Jacob, 1988).

Actualmente la genética se constituye en una de las principales disciplinas de las ciencias biológicas, por la amplia gama de explicaciones y predicciones en la expresión genotípica final de los seres vivos a diferentes niveles orgánicos, desde el molecular hasta el poblacional. Otro aspecto a resaltar de la genética es la definición de las fuerzas de cambio evolutivo que tratan de explicar la continuidad de las especies a lo largo del tiempo, manteniendo una alta reproducibilidad en la replicación del material genético, generación tras generación, pero a la vez con modelos que explican la variabilidad como elemento de respuesta a los procesos evolutivos.

#### ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Jean-Baptiste Lamarck, en la "*Philosophie Zoologique*" plantea por primera vez y de manera formal el concepto de Biología como disciplina científica. Como antecedente a esta obra se encuentra "*Histoire naturelle, générale et particulière*", escrita entre 1745 a 1788 por Georges Louis Leclerc conde de Buffon, una enciclopedia completa en 37 volúmenes, como producto de un esfuerzo individual. En esta obra Buffon da una primera organización a la embriología, desarrollando principios integradores para la definición de los vertebrados, haciendo énfasis en la anatomía comparada y la importancia de estudiar el medio ambiente de los organismos. Para 1735 Carl von Linné había publicado "*Systema Naturae*", obra duramente criticada por el conde de Buffon quien sostenía que dicho sistema en lugar de aclarar la clasificación de los organismos servía para conducir a confusiones debido a la extrema complejidad de sus normas. A pesar de los reparos de Buffon, Lamarck utilizó el sistema binomial para realizar la primera clasificación de la flora y fauna francesa, mostrando la versatilidad del mismo, lo que le permite obtener una plaza en el museo nacional de historia natural de Francia.

En el pensamiento de Jean-Baptiste Lamarck confluyen tres elementos esenciales: las ideas políticas revolucionarias que le permiten una mayor libertad de pensamiento lejos del poder monárquico y clerical de la época, un vigoroso proceso de actualización en los diferentes hallazgos de los naturalistas contemporáneos, y finalmente un profundo conocimiento de las obras clásicas griegas, que le llevaron a adoptar diferentes elementos teóricos tales como el sistema atómico planteado por Demócrito y a relacionarlo con el origen de la vida por generación espontánea. En sus trabajos, Jean-Baptiste Lamarck, plantea el estudio de una química diferente basada en las propiedades emergentes de las sustancias producidas por los seres vivos, particularmente de los ácidos, que una vez sintetizados cambiaban su capacidad de corrosión determinando compuestos completamente nuevos. Según Ernest Haeckel, la Filosofía zoológica reúne el primer cuerpo de conocimientos organizados que enlaza el concepto de evolución con el concepto de herencia (Lamarck, 1986).

Los dos postulados referentes a la herencia, en el trabajo de Jean-Baptiste Lamarck fueron:

1. La herencia de caracteres adquiridos.
2. El principio del uso y desuso de órganos.

En la primera de ellas, Lamarck da importancia al hábito como una característica heredable. Este principio fue fácilmente aceptado por Darwin, 1859, en el origen de las especies como parte de su interpretación de la continuidad de las formas vivientes. Por otra parte, Lamarck plantea dentro de su modelo evolutivo una tendencia lineal, un modelo de causas finales hacia el desarrollo y mejoría de los organismos. La linealidad evolutiva, en el pensamiento de Lamarck, no hace referencia a un diseñador preexistente, no existe en la mente de Lamarck un dios que actuase como fundador de las directrices para el desarrollo orgánico, pero si plantea un concepto teleológico en la evolución natural, asumiendo una posición de vitalista científico, similar al concepto aristotélico. En este punto se da un rompimiento conceptual entre Darwin y Lamarck. Para Darwin el proceso evolutivo no sigue una dirección final determinada. A pesar de estas diferencias, los modelos darwinianos de herencia y evolución están notablemente influenciados

por el trabajo de Lamarck, a quien también debemos reconocer, como uno de los principales fundadores de la estructura epistemológica y filosófica de la Biología para llegar a constituirse en disciplina científica. En este punto es prudente recordar la siguiente cita:

“Nadie ignora que toda ciencia debe tener su filosofía, y que solo por este camino puede hacer progresos reales. En vano consumirán los naturalistas todo su tiempo describiendo nuevas especies y en marcar todos los matices de sus variaciones para aumentar la lista inmensa de las especies inscritas, porque si la filosofía es olvidada sus progresos resultarán sin realidad y la obra entera quedará imperfecta”.

*Philosophie Zoologique*: 48.

#### **EL ORIGEN DE LAS ESPECIES**

Para 1859 la obra ya había pasado por un largo proceso de maduración y muchas de las ideas planteadas por Darwin eran esperadas. Según las referencias históricas, cuando la obra es publicada, en pocos días logra agotarse la primera edición causando diferentes reacciones y una polaridad casi inmediata, desde muchos sectores de la sociedad diferentes a las ciencias naturales. Se dio inicio a múltiples interpretaciones convirtiéndola en obra multipropósito, no solo científica sino incluso filosófica y religiosa, que rápidamente fue cayendo en la confusión debido a las diferencias en interpretación por parte de diferentes autores.

Se le atribuye al origen de las especies haber causado una división en relación con la Iglesia Católica. Sin embargo, una lectura cuidadosa de la obra deja ver a un Charles Darwin profundamente religioso, desinteresado en primera instancia por entrar en conflicto con la Iglesia. No en vano en el último párrafo de su obra en la tercera edición atribuye el origen mismo de la vida y la grandeza de la naturaleza al Creador.

Como una de las primeras grandes novedades introducidas en el Origen de las especies, está la proposición de población biológica como unidad de cambio evolutivo, a este nivel orgánico actuaría el recién propuesto principio de selección natural, por tanto, se hace indispensable proponer un mecanismo de herencia, por el cual la variabilidad pueda generarse y mantenerse a lo largo del tiempo geológico para dar origen a nuevas especies. En la edición de 1859 aún no se ha planteado un modelo de herencia, sin embargo para 1868 de una forma provisional, Darwin propone el modelo pangenético. Hoy en día, dicho modelo podría parecer superfluo, sin embargo, se examinarán algunos elementos para demostrar cómo Darwin no tomó a la ligera el problema de la herencia.

#### **EL MODELO PANGENÉTICO**

La pangénesis en términos generales, describe la migración de partículas provenientes de las diferentes partes del cuerpo y que mantendrían las características estructurales y funcionales de cada órgano, para mezclarse en la simiente y dar origen a un nuevo organismo. Es un modelo antiguo descrito en una forma preeliminar por Demócrito quien habló de partículas mecánicas. Ya en la versión del siglo XVI, con una marcada influencia de los árabes, a quienes debemos la preservación de una buena parte de las obras de la antigüedad griega, la pangénesis se había reformulado según la teoría de los humores que habla del Atrabilis o bilis negra, la bilis, las flemas y la sangre como las sustancias básicas constitutivas del cuerpo, concordantes con los cuatro elementos clásicos del mundo griego. Del balance de estas cuatro sustancias dentro del organismo dependía la buena salud y el equilibrio orgánico del ser, también del equilibrio en las características de la personalidad. Por el contrario, los procesos patológicos estarían asociados con el déficit o exceso de alguna de estas sustancias. Por muy errada que parezca la pangénesis, le proporcionaba a Darwin un modelo de continuidad en el tiempo con una constante relación entre organismo, ambiente y

desarrollo individual, lo que inicialmente es suficientemente coherente para ser aceptado dentro del mecanismo de selección natural como modelo de herencia.

La teoría pangenética también había sido importante para otros pensadores en biología, lo que le da confianza al mismo Darwin. Un ejemplo fue Carl von Linné, quien al proponer el sistema natural, inicialmente no encuentra la manera de clasificar al hombre (Boorstin, 1997). Nueve años después de la primera edición del sistema natural, establece diferentes razas del hombre basado en los tipos de carácter y personalidades humanas descritos por la teoría de los humores cuya herencia a lo largo del tiempo se mantenía por partículas (que posteriormente Darwin denominó pangenes).

En siglo XVIII y XIX, con el desarrollo de la microscopía se introduce un mayor número de observaciones relacionadas con el funcionamiento del organismo, llevando a una mayor elaboración del modelo pangenético. Se pasa de cuatro elementos esenciales a la interpretación de cinco “tejidos”: sangre, huesos, vísceras, nervios y bilis; tejidos básicos generadores de pangenes, constituyentes de la simiente, que se asocian en una “mezcla” homogénea de las características provenientes por línea materna y paterna, para dar origen a un nuevo organismo. De esta época datan diagramas y atlas histológicos encargados de sustentar la formación de dicha simiente.

Finalmente, el modelo pangenético, conduce a tres problemas biológicos básicos para la articulación entre selección natural y herencia:

1. La selección natural, a partir del cual una especie, puede dar origen a otra, exige un modelo que explique como se mantiene la continuidad de las características hereditarias propias de un organismo a lo largo del tiempo, pero a la vez capaz de mantener la “plasticidad” para cambiar la naturaleza de la simiente en el tiempo y constituir una nueva especie.

2. Al aparecer el nivel orgánico denominado población, como la unidad de cambio evolutivo, requiere de un mecanismo generador de variabilidad constante sobre el cual pueda actuar la selección natural.

3. Los pangenes provenientes de cada uno de los tejidos corporales que realizarían una mezcla tendiente a la homogeneidad de la simiente, al cabo de pocas generaciones de apareamiento se llegaría a la uniformidad de las características hereditarias dentro de una población, lo cual limitaría el supuesto de variabilidad requerido para la acción del principio de selección natural. Fenómeno congruente con un esquema lamarckiano de evolución que Darwin adopta en ese momento para explicar la influencia directa con resultados definidos, del medio ambiente sobre los organismos.

Darwin adoptó la pangénesis dentro de su teoría, sin embargo, cabe recordar que para ese momento Matthias Schleiden, Friedrich Theodor Schwann y Rudolf Virchow, habían formulado las bases de la teoría celular con tres principios básicos y generales que permitían interpretar el mundo vegetal y el mundo animal desde una visión unificadora de los seres vivos. Darwin no aceptó completamente la teoría celular, en especial, el segundo principio referente a la preexistencia de cada célula (Ruiz y Ayala, 2002). Para 1864 (un año antes de la aparición de la última edición del origen de las especies), Louis Pasteur, realizó las demostraciones que ponen fin al principio de generación espontánea y que de inmediato apoyan la generalización de la teoría celular.

Al terminar de escribir el origen de las especies Darwin se encuentra enfrentado a una teoría celular cada vez más aceptada y a la abolición por completo del principio de generación espontánea, causando serias inconsistencias para explicar el origen inicial de los seres vivos en su obra. Darwin nos ofrece un mecanismo por el cual una especie se origina a partir de una especie preexistente, pero el inicio mismo de las formas vivas es fundamentalmente una creación divina.

En las notas originales se muestra como Darwin inició una serie de experimentos de acuerdo con los métodos propios de su época: cruzando híbridos de plantas. Se da a la tarea de buscar un mecanismo de herencia para explicar la variabilidad en las poblaciones, pero uno de los pro-

blemas fundamentales de sus experimentos, es que fueron desarrollados sobre la observación completa del organismo, enfrentándose de lleno a la herencia de caracteres complejos, que incluso hoy en día es de difícil abordaje.

Esta serie de contradicciones dentro del pensamiento darwiniano de ninguna manera tienden a opacar la calidad conceptual de su obra, simplemente nos permiten interpretar a un autor dentro de su contexto histórico, puede verse como las contradicciones propias de su teoría fueron planteadas por él mismo. Estas observaciones nos permiten poner en su justa dimensión al origen de las especies y a Charles Darwin como un pensador de una alta capacidad crítica sobre sí mismo.

La contradicción entre un principio que nos explica el proceso de cambio en las especies, fundamentado en la variabilidad de la población, y por otra parte, en un mecanismo de herencia tendiente a disminuir dicha variabilidad, será el caldo de cultivo para generar un nuevo paradigma científico que será el objeto de estudio de las primeras generaciones de biólogos evolutivos a partir de 1868 y que derivará en lo que hoy conocemos como teoría genética.

#### EL EXTRAÑO CASO DE GREGOR MENDEL

Hoy en día se considera a Gregor Mendel como el padre de la genética debido a su trabajo de 1865, titulado “experimentos en híbridos de plantas”, en el cual se describen los principios básicos para la transmisión de caracteres hereditarios, principios ampliamente demostrados en muchas especies. Sin embargo, el mismo Mendel no vislumbró la capacidad de generalización de sus trabajos. Su trabajo, una vez publicado y leído, cayó en el completo olvido hasta 1900 cuando Carl Correns, Erich Von Tschermak y Hugo de Vries, formulan los mismos principios planteados 35 años antes. La pregunta es: ¿por qué después de la publicación del origen de las especies en el cual era clara la necesidad de buscar dichos principios, el trabajo de Mendel no tuvo ninguna relevancia?

Mendel había optado por la carrera eclesiástica como vía para acceder a un mayor nivel de formación académica. Luego de su ordenación, fue enviado a la Universidad de Viena durante 1851 a 1853 donde, entre otros, fue discípulo del botánico Franz Andreas Nicolaus Unger y del físico Andreas Christian Doppler. Este último había sido un destacado científico quien introdujo a Mendel en los rudimentos matemáticos de la experimentación.

A su regreso a la abadía Agustina de Brunn, Mendel por su formación en ciencias naturales, fue encargado de resolver varios problemas de horticultura relacionados con la depuración de cepas para la producción de semillas. Luego de 10 años de rigurosa investigación, culminó su trabajo con la formulación de los principios de segregación y segregación independiente, sin embargo, sus experimentos se encontraban lejos del paradigma genético y evolutivo de ese momento. El problema de Mendel era un problema eminentemente práctico, en el que utilizó un detallado análisis matemático, llegando a la resolución y generalización de un problema biológico, incluso propuso un modelamiento teórico para el principio de segregación. Muy a pesar de la suficiencia de sus experimentos, estos carecen por completo de una perspectiva evolutiva, y por tanto fue imposible vincularlos con el origen de las especies.

Sea o no Mendel el padre de la genética, en cualquier caso sus experimentos han sido cuestionados. Por un lado, no llega a comprender que a partir de sus trabajos en híbridos de plantas se deriva una disciplina nueva, diferente de la fisiología y que entraría a encargarse de la herencia y sus mecanismos como tema principal, por otro lado, sus procedimientos, definiciones de cruces, metodologías planteadas, una vez redescubiertas, influenciaron a varias generaciones de investigadores, incluido Thomas Hunt Morgan, posteriormente ganador del premio Nobel por sus descubrimientos que llevaron a la constitución de la teoría cromosómica de la herencia, en la que además, utilizó un modelo como *Drosophila melanogaster*, con el que verificó los principios mendelianos para el mundo animal.

Por el rigor de sus experimentos, por el alcance de los mismos y por su capacidad de plantear modelos matemáticos, Gregor Mendel debería ser también estudiado y reconocido como uno de los precursores del análisis matemático en biología.

#### **SIGLO XX**

Después del origen de las especies toda una generación de biólogos empieza a adoptar el principio de selección natural dentro de la explicación de diferentes modelos biológicos, uno de los biólogos más entusiastas de esta época es William Bateson, que se convierte en un darwinista acérrimo, para después encontrar una serie de dificultades dentro del principio de selección natural, llevando incluso al estudio de mecanismos alternativos (Sturtevant, 1965).

Hasta ese momento, la herencia era estudiada como una parte de la fisiología de los órganos reproductores. Los estudios de Bateson, junto con los descubrimientos de Mendel crearon el marco conceptual para estudiar la herencia como una disciplina aparte, con una serie de preguntas independientes. Una disciplina que poco a poco fue reafirmando el principio de selección natural, encargada de estudiar en cada ser vivo sus características hereditarias e interpretando la naturaleza de la población en función de unidades estructurales constantes a lo largo del tiempo, a las que ya en el siglo XX se llamó genes (Fox, 2002). Por tanto, la constitución de la disciplina llamada genética viene a ser una derivación del principio de selección natural. El origen de las especies generó la crisis conceptual y la necesidad de buscar los principios y mecanismos que dieran cuenta de la variabilidad en las poblaciones biológicas, dejando la puerta abierta para la búsqueda de la estructura del gen.

Una vez constituida la disciplina, se inicia un proceso de adaptación de los principios mendelianos a la selección natural terminando hacia 1930 con la formulación del neodarwinismo o la nueva síntesis que es la interpretación numérica y matemática del principio de selección natural (Fisher, 1958).

Más allá de los propios conceptos y teorías biológicas, desde el principio, las teorías genética y evolutiva, han tenido diversas interpretaciones llevando a la justificación de variadas posiciones políticas, científicas y religiosas. Por ejemplo, la sociobiología, que fundamentada en el neodarwinismo ha gozado de gran credibilidad científica, tratando de explicar el funcionamiento y comportamiento de los seres vivos desde un conjunto de reglas rígidas, en buena parte, sustentadas teóricamente por la construcción de modelos matemáticos, llegando a reducir lo viviente solo a su base genética. En respuesta al reduccionismo genético y de los modelos químicos, pero igualmente nociva, se construyen interpretaciones religiosas, esotéricas y místicas de la evolución, derivando en corrientes como el diseño inteligente que trata de dar un sustento científico al modelo creacionista clásico de la religión católica.

Indiscutiblemente nuestra comprensión del mundo se ha enriquecido notablemente con todo el desarrollo de la teoría biológica, pero muy por encima de todo nuestro desarrollo técnico y científico, seguimos enfrentados a las viejas preguntas planteadas desde los inicios de la humanidad, relacionadas con nuestro origen y con nuestras diferencias como especie.

#### **CONCLUSIÓN**

En la segunda mitad del siglo XX, se dio un cambio radical con el advenimiento de la tecnología del ADN, cambiando la interpretación de la variabilidad poblacional y las relaciones evolutivas entre las especies. Igualmente, se dio un crecimiento exponencial en informática, la capacidad de almacenamiento de información, el diseño de nuevas estructuras en sistemas de información y una mayor velocidad de análisis. Los nuevos datos, y la nueva forma de manejarlos, ha impulsado

el desarrollo teórico en técnicas estadísticas, especialmente en el mundo del análisis multivariado y en el desarrollo de pruebas no paramétricas que dejan la puerta abierta a nuevos tipos de análisis de datos.

Una de las primeras implicaciones que tiene el desarrollo tecnológico y teórico sobre la biología, es un cambio sustancial en los procedimientos experimentales. Clásicamente los seres vivos fueron analizados desde disciplinas y procedimientos separados; por ejemplo, las técnicas de campo en ecología, los análisis de ADN en laboratorio, la taxonomía clásica. Esta individualidad está cambiando a un modelo experimental transversal para las disciplinas tradicionales del saber biológico. La unificación implica la reinterpretación de los fundamentos teóricos y determina nuevos alcances en las teorías evolutiva y genética. Quizás estamos entrando a una época en la cual veremos un nuevo principio de selección natural, más articulado con la biología del desarrollo, interpretado desde una genética más amplia, entendida no solo desde el gen, sino que considere la ecología y la fisiología. Quizás estamos frente a una nueva teoría biológica en cuyo centro no este en el gen, sino el organismo en sí.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BOORSTIN D. Los descubridores. 1.<sup>a</sup> edición. Barcelona: Editorial Grijalbo Mondadori; 1997.
- DARWIN C. El origen de las especies. España: Editorial Los grandes pensadores; 1983.
- FISHER R. The genetical theory of natural selection. 2.<sup>a</sup> edición. New York; 1958.
- FOX E. El siglo del gen cien años de pensamiento genético. 1.<sup>a</sup> edición. Barcelona: Ediciones Península; 2002.
- JACOB F. La lógica de lo viviente. 1.<sup>a</sup> edición. Barcelona: Salvat Editores; 1988.
- LAMARCK J. Filosofía zoológica. Barcelona: Editorial Ata Fulla; 1986.
- RUIZ R, AYALA F. De Darwin al DNA y el origen de la humanidad: la evolución y sus polémicas. 1.<sup>a</sup> edición. México: Ediciones Científicas Universitarias; 2002.
- STURTEVANT A. A History of genetics. 1.<sup>a</sup> edition. London - Tokyo: A Harper international edition; 1965.

