

ARTÍCULO

VARIACIÓN: EL UNIVERSO INFINITO DE LAS ENTIDADES BIOLÓGICAS

*Ricardo Noguera Solano
Académico Invitado (Estancia de Investigación),
Departamento de Filosofía, Universidad de Leeds, Inglaterra
rns@ciencias.unam.mx*

*Víctor R. Hernández Marroquín
Estudiante de biología, Facultad de Ciencias, UNAM
correo electrónico: victor_venom@hotmail.com*

Variación: el universo infinito de las entidades biológicas

RESUMEN

La idea de variación heredable fue para Darwin un elemento fundamental para explicar el proceso evolutivo. En este escrito reflexionamos brevemente sobre tres particularidades del concepto de variación: su naturaleza y su relación con la selección natural; su relación con el azar, y su papel en la construcción de la teoría darwiniana. Son tres aspectos importantes que nos permiten comprender el papel fundamental de la variación en el proceso evolutivo, además de reconocer a éste como uno de los grandes legados del pensamiento de Darwin, que como idea aún no impacta profundamente en nuestra vida cotidiana.

Palabras clave: Darwin, variación, azar, evolución, población

ABSTRACT

In order to explain the evolutionary process, a fundamental element for Darwin was the idea of heritable variation. In this paper we are going to reflect briefly on three details of Darwin's concept of variation: its nature and its relationship to natural selection, its relation to chance, and its role in Darwinian Theory construction. These three fundamental crucial aspects which help us to understand the fundamental role of variation in evolutionary processes, and to recognize biological variation as one of Darwin's main legacies of thought; which currently does not make a deep impact on our daily life, but must become a part of our way of thinking.

Inicio

Para que ocurra la evolución en términos darwinistas, es indispensable que haya variación heredable y selección natural, relación de causas y consecuencias que Darwin veía con gran claridad. Sustentar el proceso de selección natural significaba sustentar el hecho de la variación, por lo que dedicó muchos años de su vida a tratar de conocer su naturaleza, causas, formas de transmisión y significado evolutivo. Parte de esas investigaciones fueron publicadas en su libro *La variación de plantas y animales en estado doméstico* (1868), no tan conocido como *El origen de la especie* (1859). Pero a pesar de que sea la variación la que da sustento fáctico al proceso evolutivo, ha sido un concepto que se ha quedado relegado en las explicaciones biológicas y evolutivas. Cuando preguntamos, por ejemplo, cuál es la idea más importante ligada a la imagen de Darwin, la respuesta casi siempre es la “selección natural”, hecho que la confirma como el elemento darwiniano más conocido, difundido, discutido e investigado. Teniendo como pretexto el marco de las celebraciones del pensamiento darwinista, queremos revisar y reflexionar algunas particularidades del concepto de variación biológica, que guarda una riqueza conceptual sobre la cual aún hay mucho que explorar y proponer en diversos espacios en los que el concepto sigue todavía ausente. Basta, por ejemplo, con acercarse a los diccionarios de las lenguas modernas y ver que el término adolece de su significación biológica: la diferencia entre los organismos de una población de una misma especie, una diferencia individual que se da en varios sentidos (Cuadro 1).

A primera vista, “variación” es un concepto que se antoja demasiado intuitivo. Variación significa desde el punto de vista biológico, como hemos dicho, un conjunto de diferencias. La variación en una población biológica son las diferencias que hacen único a cada individuo. No es necesario resaltar que este significado no es un tecnicismo elaborado. De alguna manera u otra, la palabra “variación” remite a conceptos de diferencias específicas o de reproducciones distintas de un tema..

El problema con la acepción tradicional de variación biológica en el marco explicativo de la selección natural, es que suele considerarse apenas como el universo de la dualidad entre el bien y el mal, al reducirla tan sólo a una elección entre dos posibilidades: dominante o recesivo, alto o chaparro, perjudicial o favorable, apto o no apto. Con ello se olvida que en el mundo natural predomina la infinitud de la variabilidad, la particularidad de cada ser; que cada entidad biológica es diferente una de otra y además, por si no bastara, que cada entidad biológica es una entidad irrepetible.

Para algunos biólogos evolutivos, la idea de variación fue el aporte más significativo de Darwin a la explicación del mundo orgánico (Lewontin, 1974, pp. 4-6, Gould, 2002, pp. 137-46), y es en muchos sentidos el elemento tangible del proceso evolutivo que se puede cuantificar, observar y percibir en el mundo natural.

La idea de variación ha sido importante en investigaciones y discusiones en el ámbito de la genética, la medicina, la biología molecular, la ecología o la paleontología. Sin embargo, ha sido un tema de poco interés en las discusiones históricas, filosóficas e incluso teóricas dentro del mismo campo de la biología. Desde hace 150 años, ha prevalecido una delirante expresión de la aplicación del “paradigma de la selección”, en el cual, desde la biología, se ha investigado, escrito y debatido sobre diversos aspectos de la transformación del mundo natural bajo “los ojos de la selección natural” y de una simplificación de la dualidad entre elementos contrarios. En todo ello se ha olvidado la parte sustancial que es la variación. Actualmente, con la aparición de algunos trabajos que tratan explícitamente el tema (Hallgrímsson & Hall, 2005, Jablonka, 2005), se ha comenzado a abandonar esta tendencia. Incluso se ha llegado al punto de reconocer la importancia que reviste enfocar los esfuerzos de investigación, en comprender la naturaleza de la variación biológica. En este escrito queremos poner de manifiesto la importancia de la variación como aportación central de Darwin a la biología evolutiva. Creemos que una buena forma de honrar el pensamiento de Darwin es reflexionar sobre ese legado, que ha sido opacado por la práctica histórica y teórica de brillantar la idea de la “selección natural”.

La variación y la evolución

Al mismo tiempo que los organismos vivos presentan unidad, presentan también diversidad. La diversidad presente en absolutamente todas las entidades vivas, en todas las diferencias individuales, es lo que llamamos variación.

El fenómeno responsable de esta omnipresente variación es la mutación, un proceso ubicuo en la naturaleza. La recombinación y la transferencia horizontal son también fuentes de variación (mas las características que se sortean durante la primera, o que se adquieren durante la segunda, han surgido en primer lugar por mutación). Así, por la omnipresencia de la mutación y las otras fuentes de variación, todas las poblaciones biológicas tienen individuos que presentan diferencias entre sí. La variación es un fenómeno inherente a los seres vivos y fue lo que permitió que las primeras entidades vivas pudieran evolucionar: el efecto histórico de esa singularidad en interacción con la selección natural, es la inmensa diversidad que hoy conocemos. Para ponerlo en términos sencillos: sin variación no hay diversidad, sin variación no hay evolución.

Pero no obstante el papel esencial de la variación en la historia de la vida, suele asumirse que su sola ocurrencia dentro de una población no explica la diversidad -es decir, la variación interpoblacional. En la actualidad se acepta la idea de que las meras fuentes de variación no son suficientes para generar especiación ni diversificación. Y contamos con algunas explicaciones para dar cuenta de la conversión de variación en diversidad. Entre las más reconocidas de ellas, como es bien sabido, están la selección natural y la deriva génica.

Pese a que se insiste en ver a la selección natural como una fuerza, o, en el peor de los casos, como una agencia, se ha propuesto que lo mejor es interpretarla como una consecuencia (Brunnander, 2005) o como una inferencia de hechos y causas que también interactúan aleatoriamente. La selección natural se ha definido como la supervivencia y la reproducción diferenciales en una población, debido a diferencias en la eficacia de sus individuos. De acuerdo con esta definición y con el argumento precedente, la selección natural sería, entonces, una consecuencia de la interacción entre la variación heredable intrapoblacional en eficacia y las condiciones ambientales. En ese sentido, la visión de la selección natural como una consecuencia, resalta la verdadera importancia de la variación en este fenómeno. La selección natural, evidentemente, sólo puede ocurrir en poblaciones con variación. Y si bien es cierto que no hay poblaciones sin variación, esto no significa que la selección natural tenga presencia en todas ellas. Donde haya selección natural hubo variación; mas no necesariamente habrá selección natural donde hubiere variación (Imágen I).

La variación y el azar

En términos generales se acepta que la transformación de las especies resulta de la acumulación lenta y gradual de "variación aleatoria". Darwin usaba en sus escritos la idea de variación azarosa o accidental (Darwin, 1859, 1868 y 1862); los biólogos modernos utilizan la idea de variación aleatoria o variación al azar. Darwin indicaba que decir variación accidental era incorrecto, porque en la generación de las variaciones hay causas involucradas. Por ello, usaba el término en dos sentidos diferentes: como ignorancia y como posibilidad probabilística; ésta última bajo la consideración de que la variación podía en algún ambiente determinado tener un valor adaptativo. En este sentido, tanto para Darwin como para los biólogos modernos, el azar queda restringido al universo de la variación, y ésta queda subordinada, a su vez, al proceso de la selección natural, un proceso que en el fondo es factible de convertirse en regularidades matemáticas.

Darwin insistía en las diferencias entre estos dos tipos de accidentalidad (Darwin, 1868, pp. 430-432); una

que no era tal porque había causas que producían la variación, y la otra referida al papel de la variación en la adaptación. Para explicar esa diferencia usaba la "metáfora del constructor", la cual sugería en términos generales lo siguiente: supóngase que pedimos a un constructor que construya un edificio usando piedras, colectadas en el lecho de un río, de diversas formas: redondas, planas ovoides, etcétera. La forma de las piedras no es accidental. Su forma resulta de muchos eventos físicos: la naturaleza de la roca, el tiempo de arrastre, la fuerza de los golpes durante el arrastre, etcétera. Pero el lugar, de acuerdo a su forma, en que se coloca cada una de esas rocas dentro del edificio que se construye, será accidental (Darwin 1868, pp. 430-432), es decir, no hay ninguna conexión causal entre la producción y la utilidad de las rocas. De la misma manera, afirmaba Darwin, las variaciones se generan por diversas causas, pero el papel que juega la variación en el diseño adaptativo es accidental, porque no hay relación entre la producción de las variaciones y su papel en la adaptación, la cual es determinada por la selección natural. De esta manera, Darwin subordina el papel de la variación, y en consecuencia el papel del azar, a la direccionalidad de la selección natural. La biología moderna ha rescatado, en esencia, esta misma combinación de azar probabilístico (variación aleatoria) y necesidad (selección natural). Esa es una interpretación, en términos generales, sistematizada por Jaques Monod en 1971 (Imagen II).

Desde esta perspectiva darwinista, se tiene que aclarar que en el proceso evolutivo hay tres elementos importantes que considerar cuando se hace la explicación evolutiva: la variación, la selección natural y el azar o las contingencias que se pueden ubicar a nivel molecular en cuanto a la posibilidad de que una variación sea o no adaptativa, y las contingencias ambientales. En ese sentido "variación al azar o aleatoria" es un término mal utilizado, pues no remite a que una variación pueda tener propiedades adaptativas o no, por el contrario es una idea que remite a que el azar es una causa de variación. Estos son dos aspectos profundamente diferentes. En esta situación, por un lado se pone un adjetivo a un concepto que no lo necesita, y por el otro, se hace la personificación de un proceso. Bastaría con explicar que en el proceso evolutivo están involucrados tres elementos: dos conjuntos de eventos causales (los que producen variación y los que determinan su papel adaptativo), y un tercer elemento que denominamos azar, o el encuentro casual o accidental de los dos conjuntos causales mencionados. En otras palabras, la producción de variación se da en un universo de relaciones mecanicistas, relaciones de causa-efecto. Las condiciones ambientales, identificadas como las presiones de selección, también responden a una mecánica de relaciones causa-efecto. Sin embargo, a pesar de que los dos componentes esenciales de la evolución son procesos mecanicistas, la evolución es un proceso histórico, es decir, resultado de las contingencias en la interacción entre esos dos componentes. Bajo esta lógica, una variación es adaptativa sólo en cierto contexto ambiental y es precisamente esa coincidencia entre el contexto ambiental y la variación lo que no está sujeto a una causalidad mecanicista, sino a una eventualidad histórica, que podemos identificar como contingencia o azar.

La variación y la teoría darwiniana de evolución

La variación como concepto epistémico ha jugado un papel relevante, aunque inconspicuo, en la historia de la biología evolutiva. El primero y principal cambio epistemológico sucedido alrededor de la variación, es el que trajo Darwin en la publicación de *El origen de las especies*, el cual consistió en proponer el uso del pensamiento poblacional por sobre el pensamiento tipológico (Mayr, 1975). Este cambio supone, en palabras de Mayr: "el reconocimiento de que en las poblaciones biológicas de organismos con reproducción sexual, cada individuo es único" (Mayr, 2004, p. 223), y también que los tipos naturales no existen de hecho, sino que son abstracciones útiles para la clasificación de los organismos.

Según Mayr, el pensamiento tipológico, o esencialismo, fue uno de los principales obstáculos para la aceptación de la evolución biológica, obstáculo que el trabajo de Darwin consiguió salvar. Con su propuesta evolutiva, Darwin cimbró los fundamentos del esencialismo al postular un mecanismo natural y gradual para la evolución. Y tal como Mayr lo menciona, esta ruptura es uno de los principales aportes de

Darwin, al mismo tiempo que una frontera clara entre dos visiones biológicas: el pensamiento esencialista y el pensamiento poblacional (Mayr, 1975). Darwin puso las primeras ideas variacionistas sobre la mesa, pero fue más allá del mero reconocimiento de la variabilidad de las poblaciones. La importancia de las ideas de variación en la propuesta de Darwin, es que las premisas con las que defiende la preponderancia de la selección natural son, primera y básicamente, características de la variación, las cuales fortalecen desde el inicio la interpretación de un pensamiento poblacional.

“De hecho, yo abogaría porque la más brillante -y aventurada- genialidad en toda la teoría de Darwin, yace en su disposición a afirmar un conjunto de estrictos y precisos requisitos para la variación”, afirma Stephen Jay Gould en *La estructura de la teoría de la evolución* (Gould (2002), p. 141). En efecto, las que Darwin establece como características necesarias de la variación, son en realidad una condición *sine qua non* para que la selección natural pueda ocurrir de la manera en que él defiende. La crucial importancia de la caracterización fáctica de la variación heredable, es su función como respaldo empírico de la teoría de la evolución por selección natural.

1. *La variación heredable no se circunscribe a esencia alguna.*
 2. *La variación heredable no está dirigida.*
 3. *La variación heredable es continua y gradual.*
- (Imágenes III, IV y V)

Estas tres características están íntimamente ligadas y cada una respalda una premisa de la teoría darwiniana. Desde el punto de vista de la biología moderna, la tercera característica no es una generalidad, porque hay muchos casos, como los polimorfismos, que son ejemplos de variación heredable discontinua.

Contra las constricciones del esencialismo, la primera característica asegura que la evolución puede ocurrir. Para que la selección tenga un papel activo en el proceso evolutivo, es precisa la segunda característica. Y para que ese papel sea el más importante, se requiere de la gradualidad de la tercera. Con las tres características se crean las condiciones para que “la selección natural” pueda ser considerada como la principal fuerza evolutiva. De tal suerte, por tratarse de las bases sobre las que la teoría de la evolución por selección natural se asienta lógicamente, desde los tiempos de Darwin se sabía que la comprobación empírica de estas características trascendería el mero descubrimiento y comprobaría la existencia fáctica de la selección natural, como parte del proceso evolutivo.

Recordemos el mencionado debate de principios del siglo XX entre darwinistas, mendeliana y biometristas. Más que una objeción a la selección natural como proceso evolutivo relevante, fue una polémica sobre las características fácticas de la variación. Con ello vino el resurgimiento de la teoría darwiniana que finalmente dio como resultado la síntesis moderna. Sin embargo, es de resaltar que lo que hubo de comprobarse para respaldar la teoría darwiniana, fueron los rasgos de la variación que existen de hecho en la realidad, pues son ellos los que dan como consecuencia lo que denominamos como selección natural.

Conclusión

En el ámbito de la biología hay diversos puntos de la variación que se pueden analizar y sobre los que se puede reflexionar desde enfoques históricos, filosóficos o teóricos. En este escrito sólo se han señalado tres de esos puntos, los cuales se intersectan de manera central en la explicación evolutiva: la variación y la evolución de las especies, la variación y el azar y la variación y la teoría darwiniana.

Muchas veces se ha considerado a la biología como la ciencia de nuestros tiempos modernos o como la ciencia del siglo, por sus impresionantes avances en los terrenos médicos, biotecnológicos o agrícolas. Nosotros creemos que en terrenos teóricos, filosóficos o sociales, la biología todavía tiene mucho que

aportar. De esta manera, hemos intentado llamar la atención sobre la importancia y la riqueza que aún falta por explorar de la idea de variación y los profundos beneficios que podría generar en el terreno conceptual en forma de un cambio en la cosmovisión del mundo orgánico y, ¿por qué no?, en la cosmovisión del mismo ser humano que ha estado marcada en diversos momentos de la historia por intensas visiones de discriminación moduladas por fuertes implicaciones racistas que opacan y adjetivan de manera irracional las diferencias individuales o de grupo. En este escrito hemos insistido que en el mundo orgánico predominan la multiplicidad y la infinidad de las diferencias individuales, y, en consecuencia, la particularidad de las entidades biológicas, incluido en ellas, como entidad biológica por igual, el ser humano.

Consideramos que el concepto de variación, como categoría epistémica, todavía tiene un largo camino por recorrer en el mundo de la biología, la filosofía y la historia (incluida la historia humana, insistimos), todavía impregnada de visiones esencialistas y de escasa consideración y respeto por la diversidad y la diferencia del otro. Creemos que una revolución profunda, regida por un pensamiento poblacional, que tenga como centro la idea de variación y que impacte en la comprensión de la naturaleza orgánica, incluida la naturaleza humana, aún está por llegar. Aún falta que se convierta, como señala Mayr, en una idea que impacte profundamente en nuestra vida cotidiana (Mayr, 2004, pp. 88-89). Cuando eso ocurra, estaremos en la antesala de un cambio conceptual todavía más radical sobre el mundo biológico, conceptualidad que aún se mantiene impregnada de los tonos grisáceos del esencialismo. Cuando eso suceda, estaremos ante una transición que Darwin tenía más o menos clara y que la modernidad no termina por aquilatar.

Bibliografía

DARWIN, C. (1859), *On the Origin of Species: A facsimile of the first edition*, Harvard University Press.

DARWIN, C. (1979) *El Origen de las Especies*. Ilustrado. Versión abreviada e introducida por R. E. Leakey.
Conacyt, México.

DARWIN, C. (1868), *The variation of plants and animals under domestication*, John Murray.

GOULD, S.J. (2002), *The structure of evolutionary theory*, Harvard, University Press.

HALLGRÏMSSON, B. & B. K. HALL. (2005) *Variation: A central concept in Biology*. Elsevier.

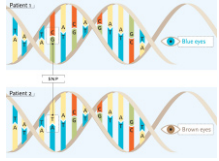
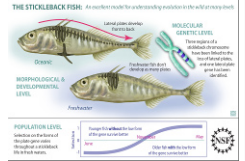



JABLONKA, E. (2005), *Evolution in four dimensions: genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life*, MIT.

MAYR, E. (1975), 'Typological versus Populational Thinking', en MAYR, E, *Evolution and the Diversity of Life*. Selected Essays, Harvard University Press, pp. 26-29.

MAYR, E. (2004), *What Makes Biology Unique?*, Cambridge University Press.

MONOD, J. (1971), *Chance and Necessity: An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology*. Austryn Wainhouse. (Trad.), New York, Alfred A. Knopf.

IMÁGENES

La variación biológica: diferencias individuales en distintos niveles					
	Variación genotípica	Variación fenotípica			Variación geográfica
Causas	* Mutación * Recombinación * Transferencia horizontal de genes	INTERACCION entre la constitución genética y el ambiente			INTERACCION entre la constitución genética y el ambiente
Nivel	Diferencias en las secuencia de DNA	Fisiológica	Morfológica	Conductual	Diferencias entre poblaciones de una misma especie
Ejemplo					

Cuadro 1



Imagen 1

La variación en una población biológica es el paso precedente a la selección natural o a la deriva genética. En la foto, una población de zebras (*Equus zebra*). Tomado de: http://nhs.needham.k12.ma.us/cur/bio96_97/P5/Biome-Grasslands/Biome-Grasslands.html

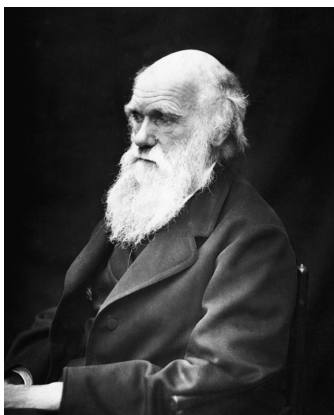


Imagen 2

Darwin usaba la expresión “variación al azar” reconociendo que ese azar significaba ignorancia; tenía muy claro, sin embargo, que la naturaleza de la variación es un elemento crucial en el proceso evolutivo. Tomado de: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Charles_Darwin_01.jpg

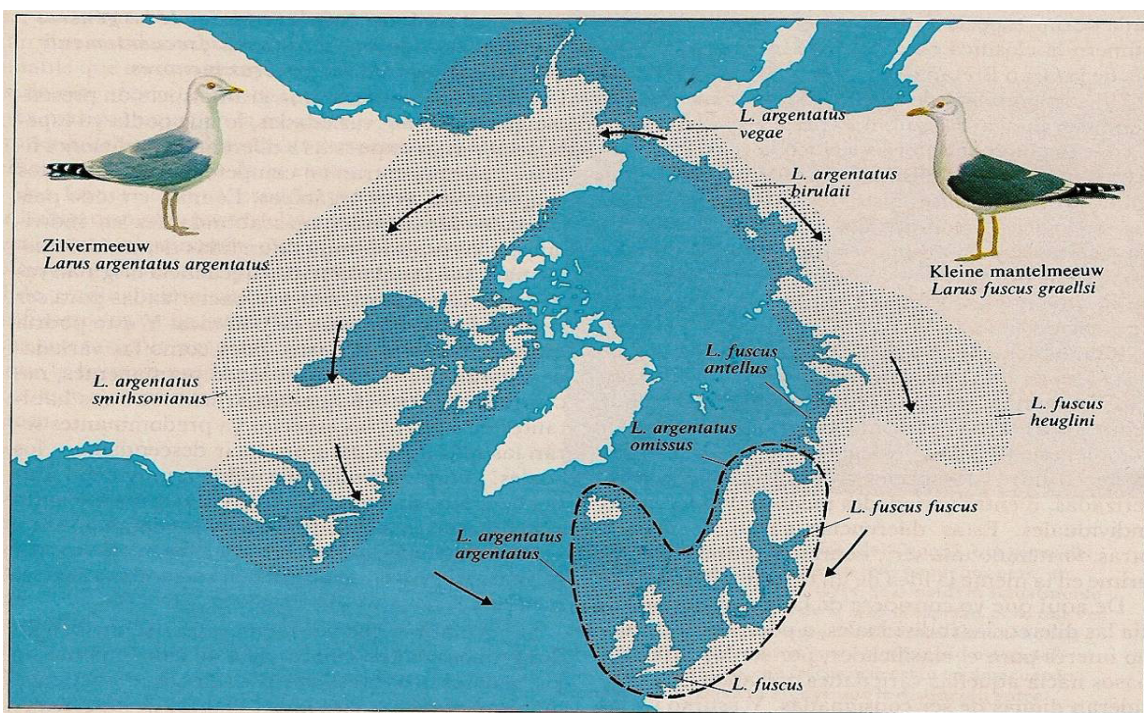


Imagen 3

Un ejemplo claro de la conversión natural de variación a diversidad lo tenemos en el caso de las especies-anillo o especies en aro. Aquí se ilustra el caso de un grupo de gaviotas en el Ártico, asignadas a dos especies: *Larus argentatus* y *Larus fuscus*. La evidencia sugiere que todas las subespecies de ambas especies se originaron a partir de una población ancestral en Siberia. Por migraciones subsecuentes en dos direcciones distintas, han evolucionado en diferentes subespecies, formando una cadena identificable. En el área sombreada en el mapa se muestra la zona donde los extremos de la cadena se traslapan. Las subespecies de esa zona, pese a provenir de la misma población ancestral, han variado tanto que ya no les es tan sencillo reproducirse entre sí; es decir, están a un paso, si no es que ya han especiado. Ejemplo e ilustración tomada de: (Darwin, 1979).



Imagen 4

La fenilcetonuria es una enfermedad metabólica causada por una mutación en un gen. Los individuos que la padecen no pueden metabolizar la fenilalanina, y por ello deben atenerse a una dieta baja en ese aminoácido esencial. Si la variación fuese dirigida a las necesidades impuestas por el ambiente, ¿cómo podrían existir enfermedades genéticas, como la fenilcetonuria, que claramente se oponen a las condiciones ambientales? Tomado de: <http://www.dshs.state.tx.us/newborn/pku.shtm>

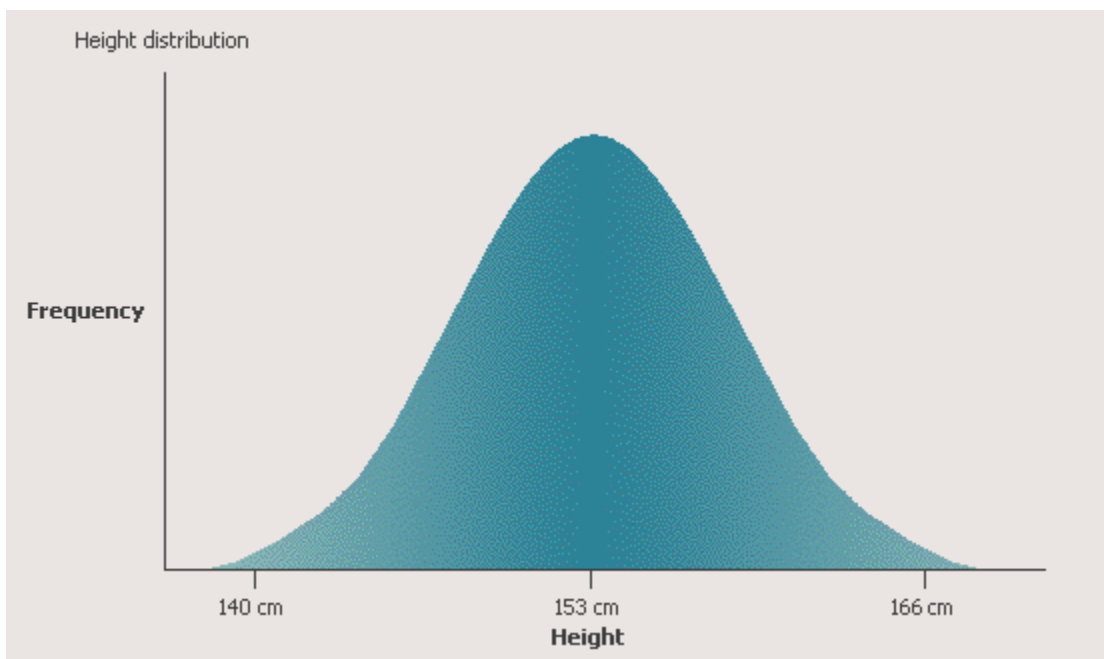


Imagen 5

La distribución de la altura de una población de niños de 12 años asemeja una campana porque es un carácter continuo. La gran mayoría de los caracteres fenotípicos, sobre los que actúa la selección natural, tienen la misma distribución. Tomado de: http://au.encarta.msn.com/media_1481503483/continuous_variation_distribution_of_heights.html

