

# Creencias bioetiológicas posdiluvianas.

Este artículo pretende contestar lo más satisfactoriamente posible la siguiente pregunta, basada en las Santas Escrituras: ¿Cómo mermó, en la antigüedad posdiluviana, la creencia de que el origen de la vida sobre la Tierra se produjo durante el llamado "Tercer día creativo" del Génesis?

## La antigüedad pre y posdiluviana.

La obra PERSPICACIA PARA COMPRENDER LAS ESCRITURAS, edición de 1991, tomo 1, página 691, publicado por la Sociedad Watchtower de Biblias y Tratados, define DILUVIO de la siguiente manera: «Recibe este nombre la destrucción catastrófica de hombres y animales producida por una inundación total en los días de Noé (2370 antes de la Era Común). Jehová [Dios, el Creador Todopoderoso,] envió este cataclismo, el mayor en toda la historia humana, debido a que los hombres inicuos habían llenado la Tierra de violencia. El justo Noé y su familia, ocho almas en total, junto con una selección de animales, sobrevivieron gracias a una enorme arca o caja [que les sirvió de refugio flotante]».



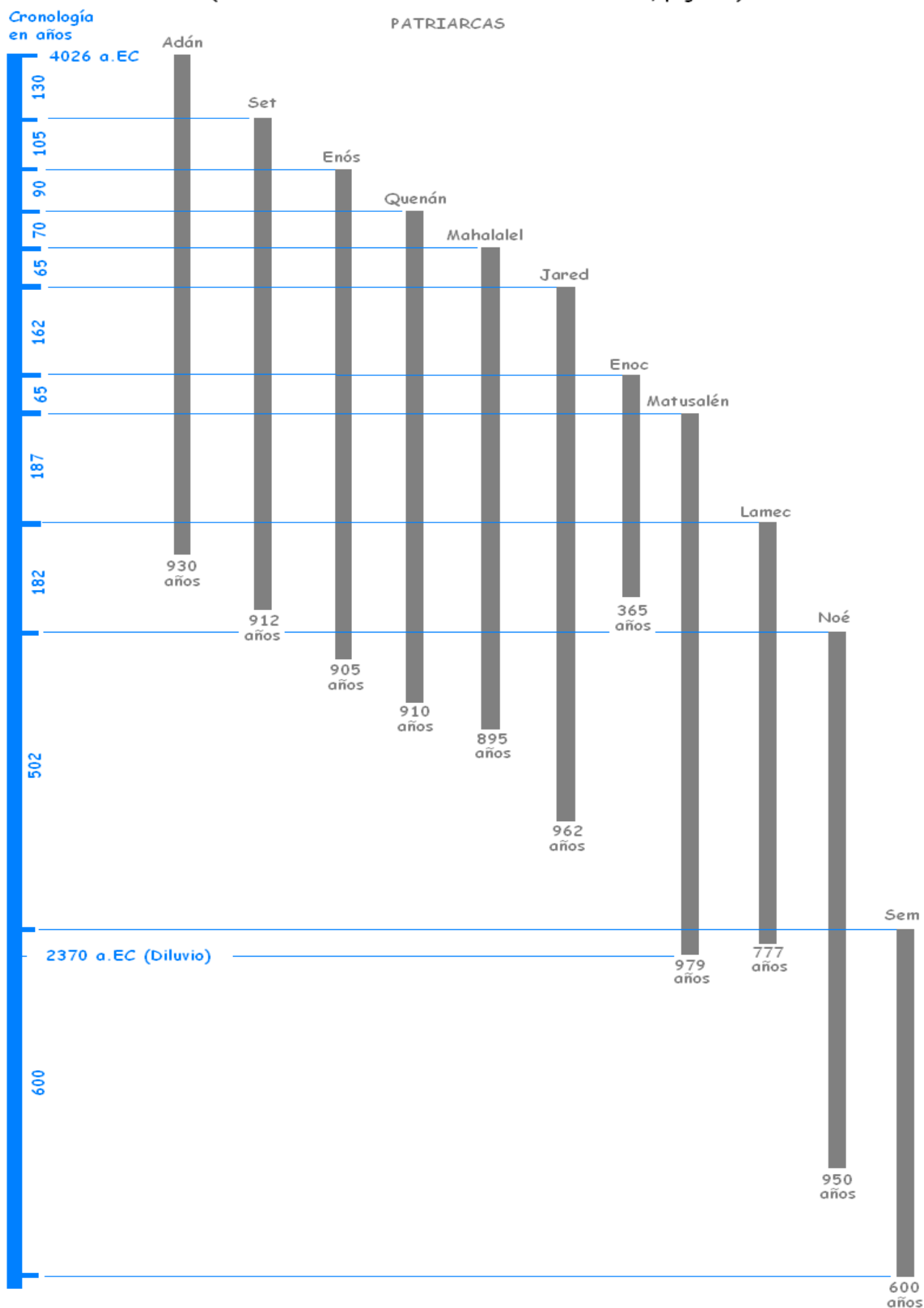
Desde el punto de vista secular tradicional, moderando su enfoque con las Sagradas Escrituras, la historia humana quedaría dividida en 4 edades o periodos:

1. Edad antigua (o Antigüedad), un periodo de tiempo que abarca desde la creación de Adán (año 4026 antes de la EC) hasta la caída del Imperio Romano (año 476 de la EC).
2. Edad media (o Medievo), un periodo de tiempo que abarca desde la caída del Imperio Romano (año 476 de la EC) hasta la llegada del Renacimiento (año 1453 de la EC).
3. Edad moderna, un periodo de tiempo que abarca desde el inicio del Renacimiento (año 1453 de la EC) hasta la Revolución Francesa (año 1789 de la EC).
4. Edad contemporánea, un periodo de tiempo que abarca desde la Revolución Francesa (año 1789 de la EC) hasta nuestros días (año 2011, al presente).

A su vez, la Edad antigua quedaría dividida en 2 épocas o periodos, a saber: La **antigüedad o época prediluviana**, desde la creación de Adán (año 4026 antes de la EC) hasta el Diluvio (año 2370 antes de la EC), y la **antigüedad o época posdiluviana**, desde el Diluvio (año 2370 antes de la EC) hasta la caída del Imperio Romano (año 476 de la EC).

## Cronología de los patriarcas, según el Génesis:

(Basada en la revista LA ATALAYA del 1-10-2005, página 8)



## Creencias bioetiológicas posdiluvianas.

Según el artículo G023 (Creencias bioetiológicas prediluvianas), páginas 12 y 13, la mayor parte de la sociedad prediluviana se desarrolló en la presencia viva de Adán, Set, Enós, Cainán, Mahalaleel, Jared, Enoc, Matusalén, Lamec y Noé, y en dicho orden de sucesión por nacimiento. Adán conoció a Matusalén, y éste a Noé y a su hijo Sem. Por consiguiente, es fácil comprender que el legado de Adán recibido del Creador, en cuanto al origen de la vida (entrado ya el Tercer Día Creativo), se mantuviera nítidamente vigente durante tal periodo, previo al Diluvio.

El aumento de la población y el desarrollo de las artes y la tecnología, como la metalurgia y la forja industrial por Tubal-caín y otros, no debió mermar o distorsionar semejantes informes creativos tan bien atestiguados. Si acaso en la etapa final de la era prediluviana, con el aumento exponencial de la maldad y el apolillamiento social, pudiera haber habido alguna clase de erosión al legado, pero desde luego sólo entre las personas absolutamente cínicas y carentes de sentido común, empantanadas en el error y el vicio. En realidad, fue sólo en la época posdiluviana cuando, a medida que la población crecía y disminuía su promedio de vida (además de sobrevenir la aparición de las diferentes lenguas), se dieron las condiciones óptimas para el progresivo y rápido deterioro del legado creativo procedente de Adán.

Por lo tanto, la pregunta "¿Quiénes, en la antigüedad prediluviana, creían que el origen de la vida sobre la Tierra se produjo durante el llamado TERCER DÍA CREATIVO del Génesis?" tiene, al parecer, una respuesta no muy difícil: "Explícita o implícitamente, la mayoría de las personas que vivieron en la época prediluviana estaban de acuerdo con la narración del Génesis concerniente al actualmente denominado Tercer Día Creativo".

Ahora bien, después del Diluvio se dieron al menos 6 condiciones que facilitaron grandemente el deterioro y ofuscamiento del relato creativo del Génesis en la memoria colectiva: Disminución del promedio de la vida humana, confusión de las lenguas en Babel, dispersión de la población humana, aumento de las taras psicofísicas por el avance de la imperfección humana, florecimiento de la religión falsa e influencia demoníaca.

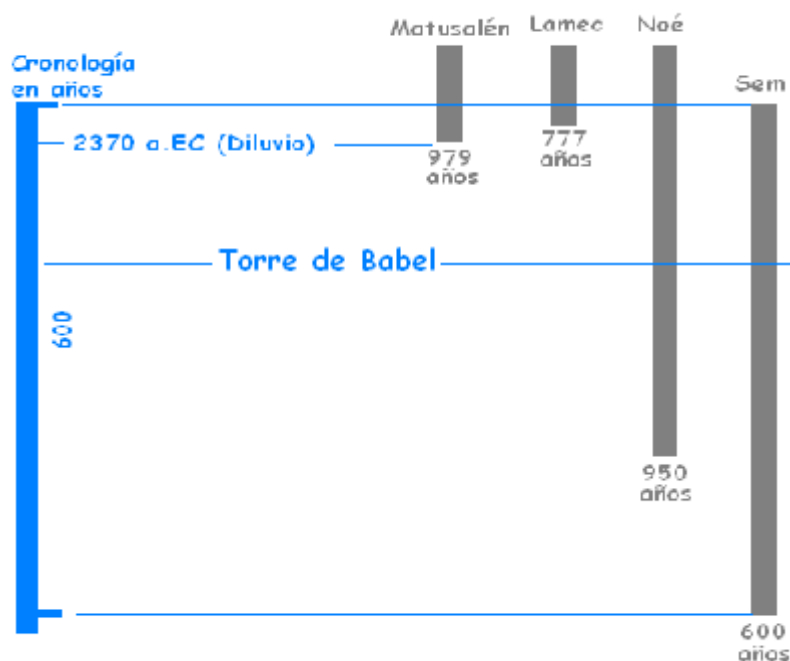
Un formidable punto de viraje hacia el error debió tener lugar en las inmediaciones espaciotemporales de la construcción de la denominada "Torre de Babel". La

revista LA ATALAYA del 15-3-1998, páginas 24 y 25, publicada por la Sociedad Watchtower, explica:

"La Biblia no da el nombre de los constructores de la tristemente famosa torre de Babel. El relato dice: "Entonces dijeron: '¡Vamos! Edifiquémonos una ciudad y también una torre con su cúspide en los cielos, y hagámonos un nombre célebre, por temor de que seamos esparcidos por toda la superficie de la tierra'" (Génesis 11: 4).

¿Quiénes dijeron esas palabras? Este suceso ocurrió unos doscientos años después del Diluvio. Para entonces, Noé, de unos 800 años de edad, vivía entre miles de sus descendientes. Todos hablaban el mismo idioma y vivían juntos en las proximidades del lugar donde él y sus hijos se habían establecido tras el Diluvio (Génesis 11: 1). En un determinado momento, parte de esta crecida población se trasladó hacia el este y "[descubrió] una llanura-valle en la tierra de Sinar" (Génesis 11: 2).

Fue en ese valle donde el grupo decidió rebelarse contra Dios. ¿Qué ocurrió? Pues bien, Jehová





Dios había expresado cuál era su propósito cuando ordenó a la primera pareja humana que "[fueran] fructíferos y [se hicieran] muchos y [llenaran] la tierra" (Génesis 1: 28). Este mandato se repitió a Noé y a sus hijos una vez acabado el Diluvio. Dios les ordenó: "En cuanto a ustedes, sean fructíferos y lleguen a ser muchos, hagan que la tierra enjambre de ustedes y lleguen a ser muchos en ella" (Génesis 9: 7). En contraposición a la orden de Jehová, los hombres construyeron una ciudad para no "[ser] esparcidos por toda la superficie de la tierra".

Estas personas también se pusieron a edificar una torre con la intención de hacerse "un nombre célebre". Pero contrario a lo que esperaban, no finalizaron su construcción. El relato bíblico indica que Jehová confundió su lenguaje para que no se entendieran entre sí. "Por consiguiente —dice la historia inspirada—, Jehová los esparció desde allí sobre toda la superficie de la tierra, y poco a poco dejaron de edificar la ciudad" (Génesis 11: 7, 8).

El absoluto fracaso de aquella empresa se destaca por el hecho de que los nombres de los constructores nunca se hicieron 'célebres', o famosos. En realidad, se desconocen sus nombres, que desaparecieron de la historia de la humanidad. Ahora bien, ¿qué puede decirse de Nemrod, el bisnieto de Noé? ¿No fue él quien encabezó esta rebelión contra Dios? ¿No es famoso su nombre?

Todo parece indicar que Nemrod fue el cabecilla. El capítulo 10 de Génesis lo presenta como "un poderoso cazador en oposición a Jehová" (Génesis 10: 9). Las Escrituras dicen también que "él dio comienzo a lo de hacerse un poderoso en la tierra" (Génesis 10: 8). Nemrod fue un guerrero, un hombre violento. Llegó a ser el primer gobernante humano después del Diluvio, y se nombró a sí mismo rey. También fue constructor. La Biblia le atribuye la fundación de ocho ciudades, incluida Babel (Génesis 10: 10-12).

Por tanto, Nemrod, un opositor de Dios, rey de Babel y constructor de ciudades, sin duda participó en la construcción de la torre de Babel. ¿Acaso no se hizo un nombre célebre? El orientalista E.F. C. Rosenmüller escribió con relación al nombre Nemrod: "Se le llamó Nemrod como derivado de [marádh], vocablo hebreo que significa 'él se rebeló', 'él desertó'". Luego Rosenmüller explica que "no suele ser infrecuente que los orientales llamen a sus nobles por nombres dados después de muertos; de ahí la coincidencia, sorprendente en ocasiones, entre los nombres y los hechos realizados".

Varias autoridades comparten la opinión de que Nemrod no es como se llamó a este personaje al nacer. En lugar de eso, creen que se trata de un apelativo que se le dio más tarde de



**Grabado de Nemrod (o Nimrod) sujetando un ciervo.**

modo que encajara con el carácter rebelde que después manifestó. Por ejemplo, C.F. Keil dice: "El nombre mismo, Nemrod, de [ma-rádh], 'nos rebelaremos', señala a una resistencia violenta a Dios. Caracteriza tan bien su personalidad que sólo pueden habérselo dado sus contemporáneos, y así llegó a ser un nombre propio". En una nota, Keil cita lo que escribió el historiador Jacob Perizonius: "Creo que este hombre [Nemrod], un feroz cazador que iba acompañado de una banda de secuaces armados, con el fin de incitar a las demás personas a la rebelión, siempre tenía en la boca y repetía la expresión 'nemrod, nemrod', esto es: 'rebelémonos, rebelémonos'. Por consiguiente, en tiempos posteriores, otras personas, incluso Moisés mismo, lo designaron mediante esa palabra como si se tratara del nombre propio".

Está claro que Nemrod no se hizo un nombre célebre. Según parece, se desconoce el nombre que se le dio cuando nació. Ha desaparecido de la historia, como los nombres de los que le siguieron. Ni siquiera dejó descendientes que perpetuaran su nombre. En lugar de alcanzar gloria y fama, se le ha cubierto de infamia. El nombre Nemrod lo distingue para siempre como un rebelde insolente que con insensatez desafió a Jehová Dios».

#### NOTA:

La enciclopedia WIKIPEDIA, dice que varias ruinas arqueológicas preservan el nombre de Nemrod, y también aparece en la "midrash". La tradición lo presenta como un tirano impío que construyó la Torre de Babel.

Es descrito como hijo de Cush, nieto de Cam, bisnieto de Noé; y como "el primero que llegó a ser poderoso en la tierra" y un "un osado cazador ante los ojos de Jehová". También se menciona en I Crónicas y en el libro del profeta Miqueas, capítulo 5, versículo 6. Nemrod se dice que fue el fundador



del primer reino formado después del Diluvio, y por ende el primer Rey que existió. El Génesis señala que edificó Babel, Urhuk, Akkad y Calneh en la región sur de Mesopotamia, y Nínive, Resen, Rehoboth-Ir y Calach en el Norte.

Josefo escribió: «...fue Nemrod quien los incitó a tal afrenta y menosprecio hacia Dios. El era un nieto de Cam, el hijo de Noé, un hombre atrevido y de gran fortaleza de manos. Los persuadió de que no le atribuyeran a Dios, como si fuera por medio de él que habían obtenido felicidad, sino a creer que fue su propio esfuerzo lo que les alcanzó esa felicidad. Fue cambiando gradualmente su gobierno en una tiranía, al no hallar otra manera de apartar la gente del temor de Dios, sino induciéndolo a una tonta dependencia de su poder... Ahora la multitud estaba más que lista para seguir la determinación de Nemrod, y a considerar una muestra de cobardía el someterse a Dios; y construyeron una torre, sin reparar en dolor, ni siendo en lo más mínimo negligente con el trabajo: y, a causa de la multitud empleada en ello, creció muy alta, más rápido de lo que ninguno hubiera esperado; pero su anchura era tal, y estaba tan fuertemente construida, que a pesar de su gran altura parecía, a la vista, ser menor de lo que realmente era. Fue construida con ladrillos cocidos, pegados con mezcla hecha con brea, de manera que no permitiera el paso del agua. Cuando Dios vio que actuaron tontamente, Él no quiso destruirlos completamente, puesto que no crecieron más sabios por la destrucción de los pecadores anteriores; pero Él causó un tumulto entre ellos, produciendo en ellos idiomas diversos, y causando con esa multiplicidad de idiomas, el no poder entender uno con otro. El lugar en donde construyeron la torre ahora se llama Babilonia, debido a la confusión de esa lengua, la que entendían fácilmente antes; y para los hebreos por la palabra Babel, confusión...».

Una antigua obra árabe, conocida como "Kitab al-Magall" o el "Libro de los Rollos" (que forman parte de la Literatura Clementina), señala que Nemrod edificó los poblados de Hadâniûn, Ellasar, Seleucia, Ctesiphon, Rûhîn, Atropatene y Telalôn, entre otros; y que inició su reinado sobre la tierra cuando Reu tenía 163 años, reinando por 69 años, edificando Nísibis, Raha (Edessa) y Harrán cuando Peleg tenía 50 años. Incluso dice que Nemrod vio en el cielo un manto negro y una corona, y de inmediato llamó a Sasan y le ordenó que le hiciera una corona como la que había visto. Según es-



te relato, Nemrod fue también el primer rey en usar corona. También dice que se hizo correr el rumor de que la corona que Nemrod empleaba había descendido del cielo, y que Nemrod estableció un culto al fuego, y promovió la idolatría. Dice además que por tres años recibió instrucción de Bouniter, un supuesto cuarto hijo de Noé.

En la "Historia de los Profetas y los Reyes" del historiador musulmán del siglo IX Al-Tabari, Nemrod construye la torre en Babil, Allah la destruye, y el lenguaje de la humanidad, que según este escrito era el siríaco, es confundido en otras 72 lenguas. Otro historiador musulmán del siglo XIII, Abu Al-Fida, cuenta la misma historia, añadiendo que a Eber (un ancestro de Abraham) se le permitió mantener la lengua original, que en este caso es el hebreo, y esto debido a que él no tomó parte en la construcción de la torre.

Nemrod permanece en la tradición judía e islámica como un personaje malvado emblemático, y un arquetipo de idolatría. En los escritos rabínicos, incluso los de hoy en día, se hace referencia a él casi invariablemente como "el malvado Nemrod" (en hebreo: נמרוד הרשע), y para los musulmanes es "Nimrod Al-Jabbar" (Nimrod el tirano).

Judíos y "cristianos" han interpretado las palabras "delante del Señor" en la frase "osado cazador delante del Señor", como indicativo de rebelión. Por otro lado, la mayoría de los expertos aseveran que las palabras "delante del Señor" significan sólo eso, "delante del Señor", y que no son de ninguna manera un indicativo del carácter o actitud de Nemrod. Sin embargo, esas mismas palabras se usan con frecuencia en la Biblia para referirse al carácter y el proceder de los individuos: "Y Asa hizo lo recto ante los ojos del Señor, como David su padre." (1 Reyes 15: 11) "Y Nadab, hijo de Jeroboam, comenzó a reinar sobre Israel... E hizo lo malo ante los ojos del Señor..." (1 Reyes 15: 25, 26).

Otro dato que crea conflicto es que Nemrod, siendo descendiente de Cam, reinara sobre territorio de Sem. Pero esa aparente contradicción desaparece si se toma en cuenta que no es hasta que Dios confunde las lenguas de la gente que ocurre la división territorial mencionada.

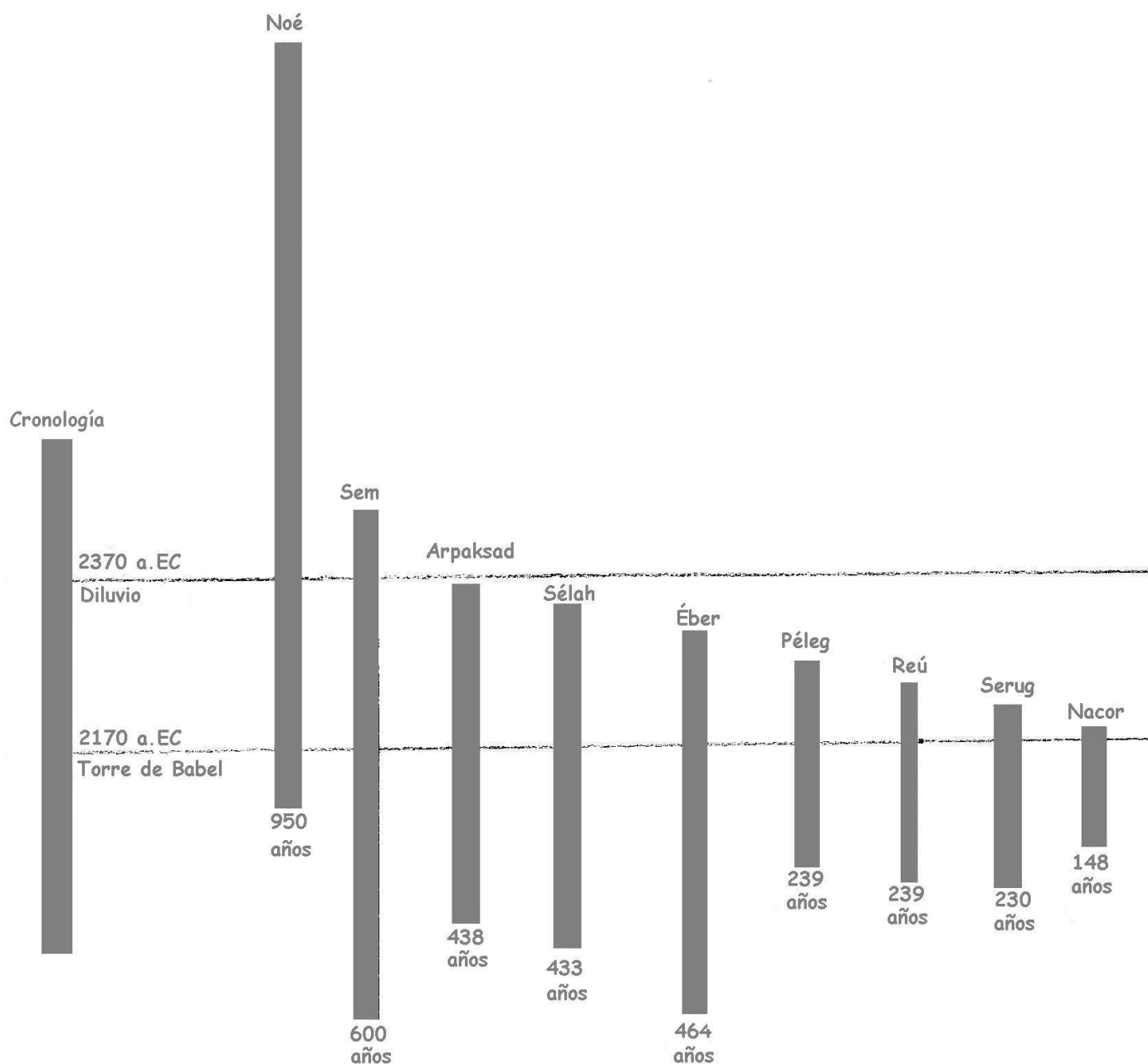
Las historias sobre Nemrod son abundantes y contradictorias entre sí. En lo que sí concuerdan todas las tradiciones es en que fue el primer monarca de la historia de la humanidad. Esto pudiera ser una evidencia de que la frase "delante del Señor" en el libro del Génesis identifica a Nemrod como un opositor a Dios, dado que en la Biblia se deja ver que los gobiernos monárquicos no son los favoritos de Dios, quien muestra preferencia por un orden social sencillo, de estilo patriarcal, que sólo lo reconozca a Él como rey. A Nemrod también se le adjudica la construcción de las primeras metrópolis que existieron en el mundo después del Diluvio, lo que pudiera tomarse como algo opuesto a la voluntad de Dios, quien pareciera preferir que los seres humanos vivieran en el campo en contacto con la naturaleza, y no apiñados en ciudades. Esto sin olvidar que a Caín (personaje negativo por excelencia) se le atribuye la creación de la primera ciudad después de la expulsión del jardín de Edén (Génesis 4: 17).



### La franja temporal prebabeliana.

Denominaremos FRANJA TEMPORAL PREBABELIANA al periodo de tiempo, de aproximada-

mente 200 años, que se extiende desde el final del Diluvio hasta la construcción de la Torre de Babel.



Según se puede observar en la tabla inmediata superior, donde la línea temporal se traza en vertical (de arriba abajo: de mayor a menor antigüedad) y la línea genealógica en horizontal (de izquierda a derecha: de padres a hijos), el promedio de la duración de la vida humana desciende abruptamente tras el Diluvio. Posiblemente esta drástica reducción se debió en gran parte al cambio en las condiciones planetarias posdiluvianas relativas a la atmósfera, clima, suelo y suministro de alimentos. Se ha sugerido que tales factores debieron incidir enormemente en el genoma, especialmente en la dotación epigenética, acarreando severas consecuencias para la prole.

#### NOTA:

El hecho de que casi todos los afectados por la reducción del promedio de vida pertenezcan a la prole que nació tras el Diluvio y no a los patriarcas que sobrevivieron al mismo (ver tabla de arriba) parece indicar que el acortamiento vital era algo transmitido a la descendencia a través del material genético, por afectación de las células germinales; es decir, algo que incidía y modificaba fundamentalmente el genotipo germinal del patriarca y no su fenotipo. En este sentido, quizás la emergente ciencia de la Epigenética podría contribuir un poco a esclarecer el fenómeno.

En febrero de 2001, prácticamente todos los medios informativos, sea noticiero de TV, diario,

radio, servicio de noticias de Internet, o revista de noticias, estaban excitados por el anuncio de la finalización del Proyecto Genoma Humano. El objetivo del Proyecto era, en parte, poner al alcance del hombre la posibilidad de conocer su ADN con la expectativa de que ello le permitiera saber las enfermedades de que es portador y las que va a desarrollar en el futuro.

A principios de la década de 1980 mapear y secuenciar el genoma humano en su totalidad era una meta prácticamente inabordable. Sin embargo, estas ideas se formalizaron en 1990 en uno de los proyectos más grandes de cooperación internacional de la historia, el "proyecto genoma humano", el cual ha forzado a los intelectuales a reflexionar no sólo en problemas técnicos y científicos, sino también en problemas éticos y morales.

El Proyecto buscaba seleccionar un modelo de arquitectura del organismo humano por medio del mapeo de la secuencia del ADN. Se inició oficialmente en 1990, como un programa de 15 años de duración, con el que se pretendía registrar los supuestos 80 a 100 mil genes que codifican la información necesaria para construir y mantener la vida. Sin embargo, el avance de los medios tecnológicos permitió finalizar los trabajos en 2001 y publicar los resultados en 2003.

En 1953, el biólogo estadounidense James Watson (de 24 años), y el físico inglés Francis Crick (de 37), describieron la molécula de ADN como una doble hélice. El logro de estos científicos, como la mayoría de los logros científicos, fue cimentado por los trabajos de sus predecesores, a saber, Gregor Mendel (1869), Friedrich Miescher (1869), Carrens, Tchermark y De Vries (1900). Estos jóvenes fueron laureados por el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1962, y sentaron las bases para el desarrollo de la Biología Molecular y sus tecnologías, como la Ingeniería Genética. Cerca de 40 años más tarde de aquel logro, el Dr. James Watson, fue nombrado inicialmente para liderar el Proyecto del Genoma Humano, del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos de América.

Un artículo tomado de la fuente Human Genome "Infinitely More Complex" Than Expected (El genoma humano "infinitamente más complejo" de lo que se esperaba), del 5 de abril de 2010, redactado por David Coppedge, traducido y adaptado por Santiago Escuin de SEDIN, muestra lo que algunos ya imaginaban que iba a suceder, a saber, que el simplismo que solía afectar a los teóricos de la Biología tenía que quebrarse a medida que nuevos hallazgos científicos se sucedieran. El artículo explica, en parte lo siguiente:

«Diez años después de completarse el Proyecto del Genoma Humano, ahora lo sabemos: la biología es más complicada en "órdenes de magnitud" de lo que esperaban los científicos. Así escribía Erika Check Hayden en Nature News el 31 de marzo y en el número de 1 de abril de Nature.

La inesperada complejidad de funciones e interacciones en red de la p53 (que puede ser representada formando un complejo con el ADN) es un ejemplo particular de la inesperada y extraordinaria complejidad de la estructura y funciones del genoma humano. Según van aumentando nuestros conocimientos, queda tanto más confirmada la resistencia de las estructuras biológicas a todo intento de explicación puramente materialista.

Un aire de amedrentadora complejidad impregna todo el artículo. El Proyecto del Genoma Humano fue una de las grandes investigaciones científicas del final del siglo XX. Algunos la compararon con el Proyecto Manhattan o con el programa Apollo. El trabajo de leer la secuencia de las letras del ADN había sido una tarea tediosa y dificultosa. Ahora, el descifrado de genomas es cosa rutinaria. Pero con la acumulación de datos procedentes de genomas de todo, desde la levadura hasta los Neandertales, hay una cosa que ha quedado clara: "al irse acumulando datos mediante el secuenciado y otras nuevas tecnologías, la complejidad de la biología ha parecido crecer en diver-

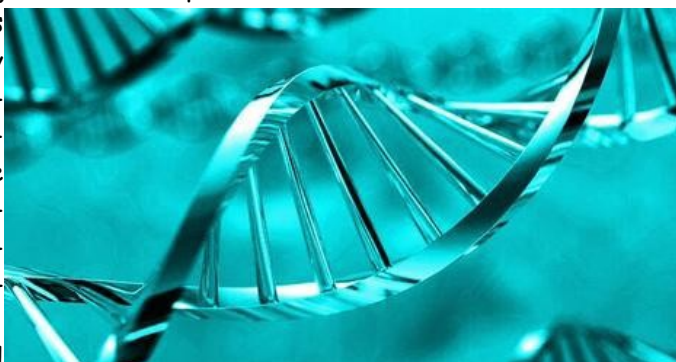




dos órdenes de magnitud", escribía Hayden.

Unas pocas cosas resultaron ser sorprendentemente simples. Los genetistas esperaban encontrar 100.000 genes en el genoma humano; el cómputo se acerca más a los 21.000. Pero con ello vino una enorme sorpresa en las moléculas accesorias —factores de transcripción, ARNs pequeños, reguladores—, todo ello dispuesto en redes interactivas dinámicas que dejan la mente abrumada de estupor. Hayden comparaba todo esto con un conjunto de Mandelbrot en geometría fractal, que va desvelando niveles más profundos de complejidad al irse amplificando la observación.

"Cuando empezamos, la idea era que las vías de señalización eran bastante simples y lineales", dice Tony Pawson, un biólogo veterano en la Universidad de Toronto en Ontario. "En la actualidad somos conscientes de que la información de señalización en las células se organiza mediante redes de información, no mediante unas simples vías concretas. Es infinitamente más complejo".



Hayden reconocía que el paradigma del "ADN basura" se ha desmoronado totalmente. "Una sola década de biología postgenómica ha reventado este punto de vista", decía, refiriéndose al concepto de que la regulación genética era un proceso directo, lineal, en el que los genes codificaban proteínas reguladoras que controlan la transcripción. "El nuevo atisbo que la biología nos permite del universo de ADN no codificante —lo que solía conocerse como ADN basura— ha resultado fascinante y desconcertante". Si es basura, ¿Por qué el organismo humano iba a decodificar del 74% al 93% del mismo? La plétora de pequeños ARNs producidos por estas regiones no codificantes, y cómo interaccionan entre sí y con el ADN, era algo totalmente inesperado cuando comenzó el proyecto.

Todo este nuevo conocimiento está disipando algo de la primera ingenuidad del Proyecto del Genoma Humano. Los planificadores del mismo predijeron que "desentrañaría los misterios subyacentes a todo, desde la evolución hasta el origen de las enfermedades". Se anticiparon curas para el cáncer. Íbamos a seguir la ruta de la evolución a través del código genético. Esto era lo que se creía en la década de 1990. Joshua Plotkin, un biólogo matemático en la Universidad de Pennsylvania en Philadelphia, dice: "Simplemente la mera existencia de estos exóticos reguladores sugiere que nuestra comprensión acerca de las cuestiones más básicas —por ejemplo cómo una célula se activa y se desactiva— es increíblemente superficial". Leonid Kruglyak, genetista en la Universidad de Princeton en Nueva Jersey, comentaba acerca del sentimiento prematuro de que los datos hablarían por sí mismos: "Hay una cierta cantidad de ingenuidad en la idea de que para cualquier proceso —sea en biología o en la predicción del estado del tiempo, o lo que sea— uno puede simplemente acumular grandes cantidades de datos y hacer correr un programa de minado de datos y comprender qué es lo que está sucediendo de una manera genérica".

Algunos siguen buscando patrones simples en la complejidad. Los enfoques de arriba abajo intentan erigir modelos en los que los puntos de los datos caen en su sitio: Se suponía que una nueva disciplina —biología de sistemas— iba a ayudar a los científicos a sacar sentido de la complejidad. La esperanza residía en que al catalogar todas las interacciones en la red p53 (véase NOTA-BIS, siguiente), o en una célula, o entre un grupo de células, y luego introduciéndolos en un modelo computacional, los biólogos recogerían nuevas percepciones acerca de cómo se comportaban los sistemas biológicos.

En los apasionantes años post-genoma, los biólogos de sistemas iniciaron una larga lista de proyectos contruidos sobre esta estrategia, tratando de modelar partes de la biología, como la célula de la levadura, la *E. coli*, el hígado, e incluso el "humano virtual". Hasta el presente, todos estos intentos han chocado con la misma barrera: no hay forma de reunir todos los datos relevantes sobre cada interacción incluida en el modelo.

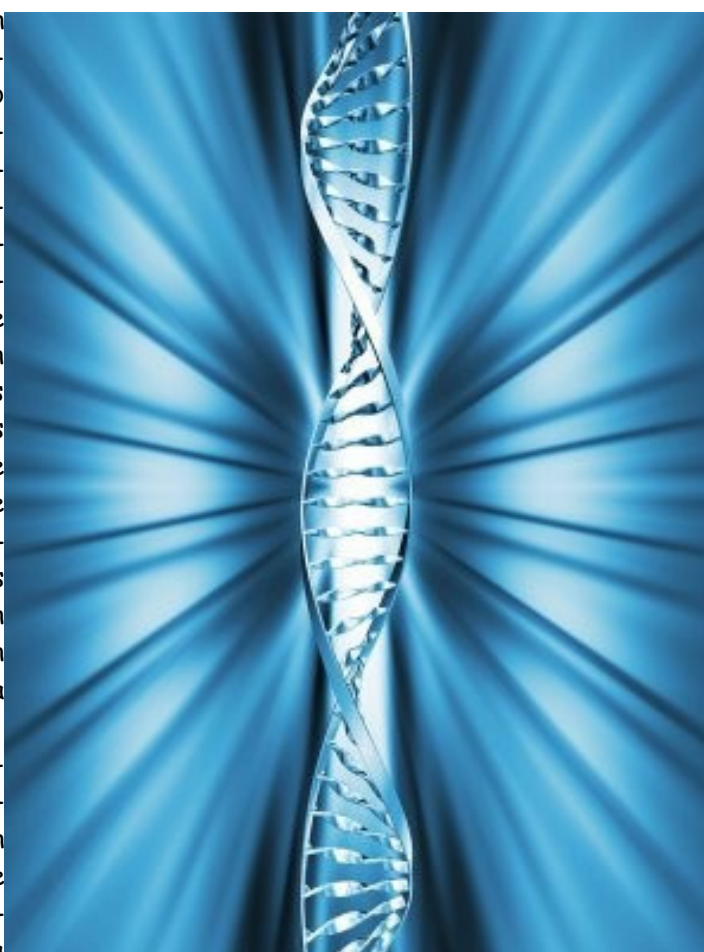
La red p53 a la que se refiere es un buen ejemplo de una complejidad inesperada. Descubierta en el año 1979, se pensó al principio que la proteína p53 era un promotor de cáncer, luego un supresor de cáncer. "Pocas proteínas han sido objeto de tantos estudios como la p53", decía. "Sin embar-

go, el tema de la p53 ha resultado ser inmensamente más complejo de lo que parecía al principio". Y daba algunos detalles:

Los investigadores saben ahora que p53 enlaza con miles de sitios en el ADN, y algunos de estos sitios están a una distancia de miles de pares de bases de cualquier gen. Influye en el crecimiento, la muerte y la estructura de las células, y en la reparación del ADN. También enlaza con un gran número de otras proteínas, que pueden modificar su actividad, y estas interacciones proteína-proteína pueden ajustarse por adición de modificadores químicos, como los grupos fosfato y metilo. Mediante un proceso conocido como empalme alternativo, o "splicing" alternativo, la p53 puede adoptar nueve formas diferentes, cada una de las cuales con sus propias actividades y modificadores químicos. Los biólogos están ahora dándose cuenta de que el p53 está también involucrado en procesos más allá del cáncer, como en la fertilidad y en el desarrollo embrionario muy temprano. De hecho, parece una ignorancia voluntaria tratar de comprender la p53 por sí misma. En lugar de ello, los biólogos han pasado a estudiar la red de la p53, como se expresa en carteles que contienen cajas, círculos y flechas que tratan de simbolizar su laberinto de interacciones.

La teoría de las redes es ahora un nuevo paradigma que ha sustituido al diagrama lineal. Esto se solía designar como el "dogma central" de la genética. Actualmente, todo es contemplado como dinámico, con promotores y bloqueadores e interacciones, bucles de realimentación, procesos de proalimentación, y desconcertantes rutas de complejas transducciones de señales. "La historia de la p53 es sólo un ejemplo de cómo el entendimiento de los biólogos ha sido remodelado, gracias a las tecnologías de la era de la genómica", dice Hayden. "Esto ha expandido el universo de las interacciones conocidas entre las proteínas — y ha hecho desmoronar las viejas ideas acerca de rutas de señalización, en las que proteínas como la p53 activarían un conjunto definido de consecuencias ruta abajo".

Los biólogos comenten un error común al suponer que más datos comportarían más entendimiento. Algunos siguen trabajando de abajo arriba, creyendo que existe una simplicidad subyacente que finalmente saldrá a la luz. "Es la gente la



que complica las cosas", comentaba un investigador de Berkeley. Pero un científico que predijo que el genoma de la levadura y sus interacciones quedarían resueltos para 2007 ha tenido que aplazar su fecha objetivo en algunas décadas. Está claro que nuestra comprensión permanece muy rudimentaria. Hayden decía, para concluir: "hay pocas señales de resolución de la complejidad de los hermosos patrones de estilo Mandelbrot de la biología" (ver NOTA-TRIS, siguiente).

Hay un lado luminoso en la complejidad que se está desvelando. Mina Bissell, una investigadora oncóloga en el Laboratorio Nacional Lawrence de Berkeley en California, confiesa que se sintió "impulsada a la desesperanza ante predicciones de que todos los misterios quedarían resueltos" por el Proyecto del Genoma Humano. "Se levantaban personas famosas y decían: Después de esto lo comprenderemos todo", la citaba Hayden. Pero ha resultado para bien en cierta manera: "La biología es compleja, y esto es parte de su belleza".

Las estructuras de la vida van revelando niveles de complejidad tras niveles de complejidad según se van examinando con mayor capacidad de resolución. Sin embargo, la analogía de Mandel-

brot es, si bien superficialmente ilustrativa, sumamente incompleta. Los conjuntos de Mandelbrot se basan en una ecuación, que genera toda la complejidad al proceder a su desarrollo. La información que se contiene en el código genético y en los códigos complementarios y sistemas de regulación no es una simple ecuación, sino todo un complejo y extenso conjunto de instrucciones específicas para la elaboración de materiales, subsistemas y sistemas, así como las instrucciones y regulación para su ensamblaje y operación, y de los aportes de energía y material para cada función. Hay una enorme diferencia cuantitativa y cualitativa entre una ecuación generadora de un conjunto de Mandelbrot y todo el conjunto de instrucciones y códigos que se incluye en los sistemas y subsistemas celulares, junto con todos los mecanismos de tratamiento y aplicación de dichas instrucciones y códigos.

¿Quién predijo la complejidad: los darwinistas o los proponentes del diseño inteligente? Ya conocemos la respuesta. Los darwinistas han estado en un error en esta cuestión, una y otra vez. El origen de la vida iba a ser algo simple (el pequeño estanque cálido de los sueños de Darwin). El protoplasma iba a ser algo simple. Las proteínas iban a ser simples. La genética iba a ser simple (¿recordamos los pangenos de Darwin?). El



portador de la información genética sería simple. La transcripción del ADN iba a ser algo simple (el Dogma Central). El origen del código genético iba a ser simple (el mundo del ARN o el "accidente congelado" de Crick). La Genómica Comparada iba a ser simple, e íbamos a poder seguir la evolución de la vida en los genes. La vida estaría repleta de la basura de las mutaciones y de la selección natural (órganos vestigiales, ADN basura). Todo simple, simple, simple. Simplemente equivocados».

La desalentadora y obligada cura de humildad que ha resultado ser el Proyecto del Genoma Humano debería imprimir en la mente de la comunidad científica un sello de prudencia para el futuro; sí, un recelo académico contra todo aquello que suene a cacareo reduccionista o simplista en materia de investigación. Sin embargo, no hay indicios de que esto vaya a suceder en general, al menos en el seno de la actual generación de teóricos. Poco antes del Proyecto del Genoma ha habido otros contratiempos similares, como el del rotundo fracaso de las expectativas informáticas triunfalistas concernientes a la creación de inteligencia artificial. Esta especie de miopía simplista parece estar adherida a la piel del científico promedio tal como un percebe se adhiere al casco de un barco, y no hay forma humana de evitar el defecto.

Por otro lado, el encomiable espíritu investigador de la humanidad no se ha detenido, aunque bien es verdad que le iría mucho mejor si adoptara un punto de vista prudencial de tipo complejista (antónimo de simplista). El revés ocasionado por la falsa expectativa del Proyecto Genoma no ha conseguido, pues, minar por completo el entusiasmo investigador. Más bien, ha desembocado en un replanteo de la situación y en un nuevo enfoque teórico de la cuestión. Si bien el Genoma no ofrece la respuesta, entonces... entonces hay que indagar en el Epigenoma.

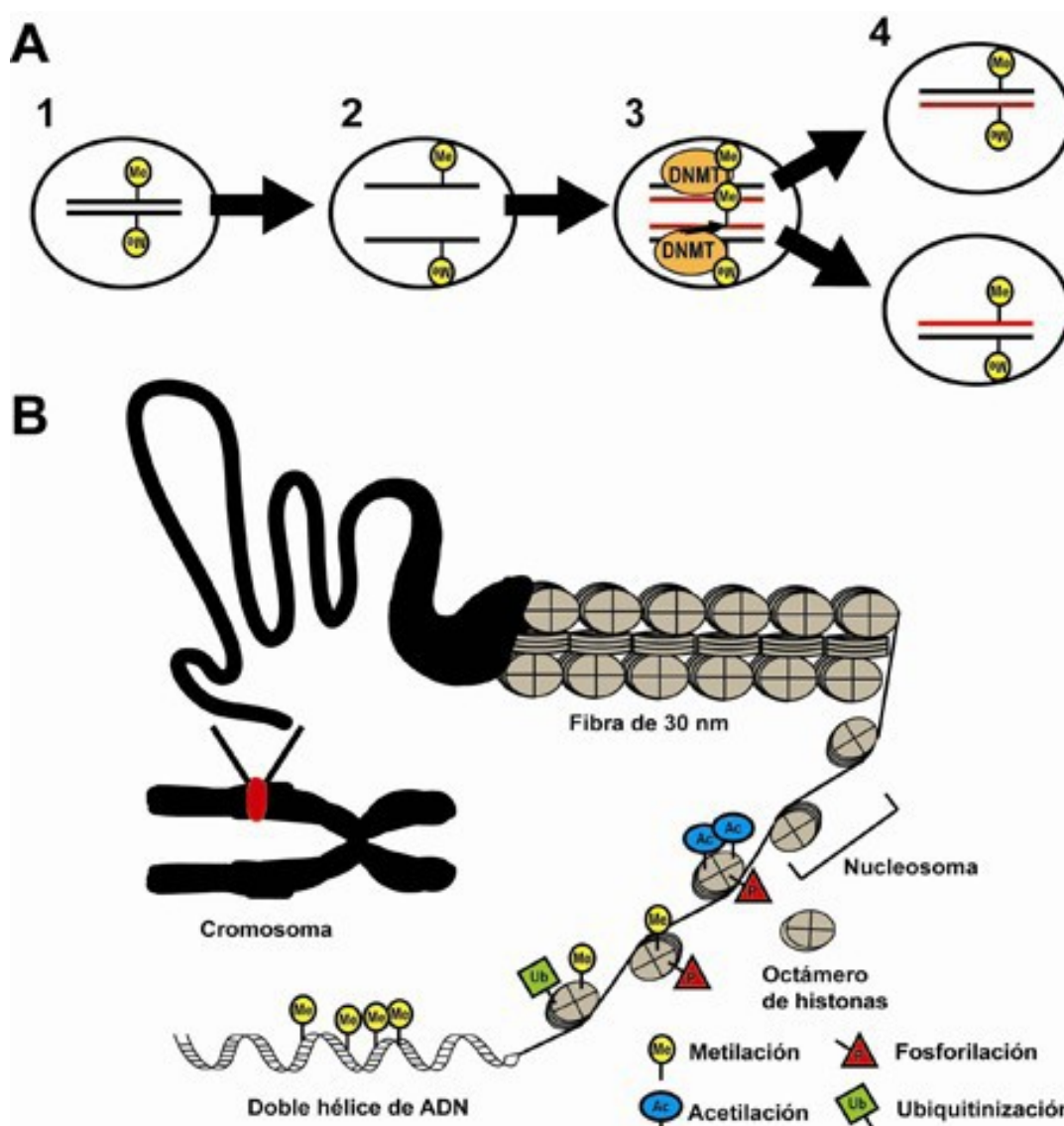
Se ha desempolvado una macilenta y vieja hipótesis, se ha maquillado y se le ha dado un papel preponderante en la película, librándola de algunas trazas de imperfección procedentes de una época de obligada ignorancia, y ha surgido una estrella renovada: la Epigenética. El artículo "Epigenética, no todo está en los genes", publicado en mayo de 2011 por Emilio Lecona, del Laboratory of Doctor Danny Reinberg, New York University School of Medicine, comenta lo siguiente:

«Si la información genética contenida en el ADN se transmite fielmente en cada división celular, ¿cómo se consigue que una célula muscular sea distinta de una neurona? ¿Qué diferencia a gemelos con el mismo ADN? La Epigenética es la disciplina que estudia cómo se puede alterar el com-



portamiento de las células sin alterar su ADN.

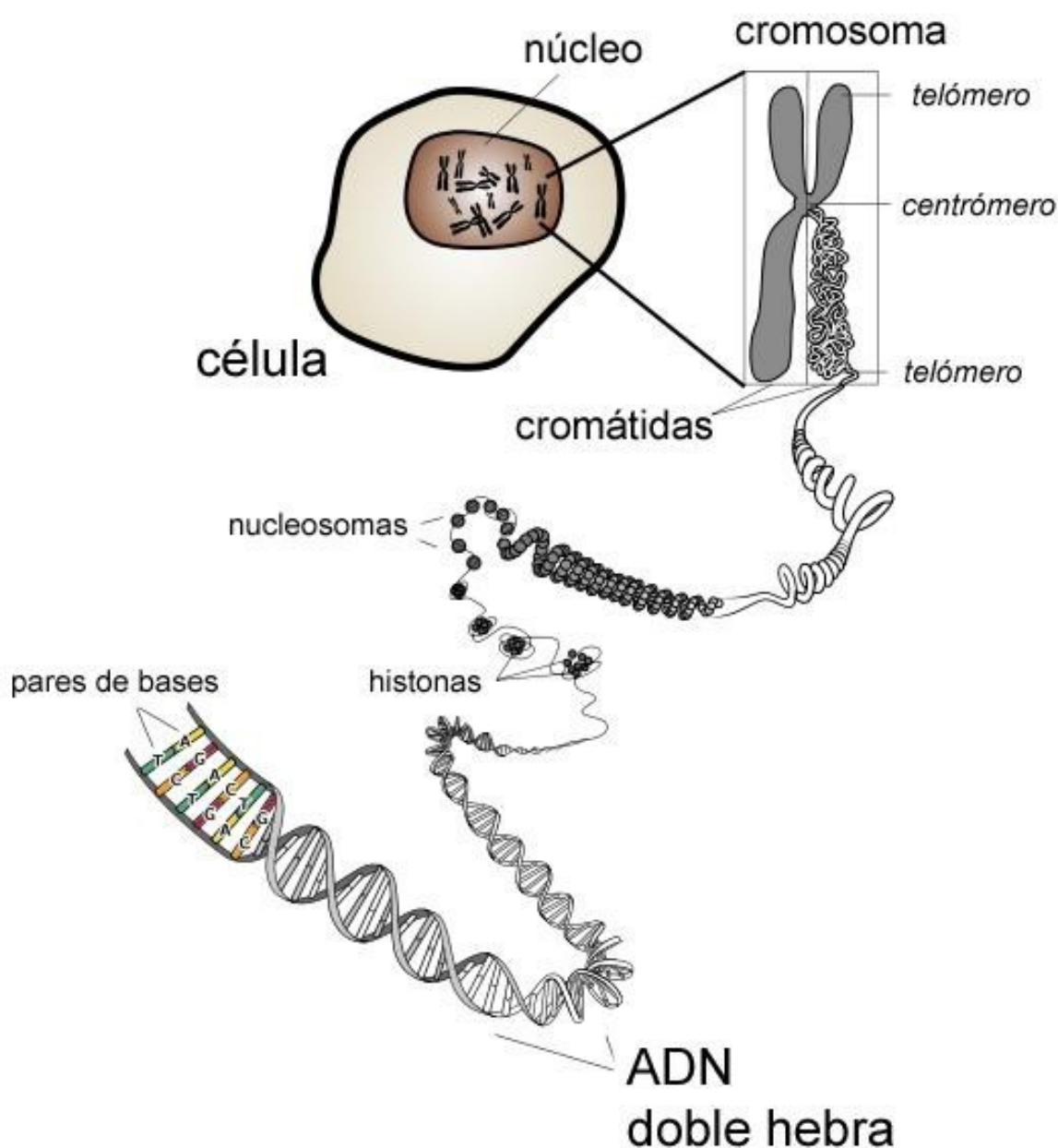
El descubrimiento de la estructura del ADN por Watson y Crick revolucionó la biología en el siglo XX, ya que permitió comprender cómo se transmite la información de una célula madre a las células hijas. La información del ADN se organiza en forma de genes, unidades funcionales que permiten la síntesis de ARN, que a su vez son leídos en el ribosoma para generar las proteínas celulares. Antes de cada mitosis, el ADN ha de ser duplicado, para lo cual la doble hélice de ADN es separada, y cada hebra es replicada. Así, cada célula hija recibe una copia de la información genética de la célula madre. Dentro de la célula, el ADN no se encuentra aislado sino que se asocia con diversas proteínas para formar la cromatina. La estructura básica de la cromatina consiste en octámeros de proteínas llamadas Histonas alrededor de los cuales se enrolla el ADN dando lugar a un nucleosoma. El empaquetamiento de los nucleosomas en estructuras de orden superior dan lugar a los cromosomas visibles durante la mitosis:



La figura de arriba se explica así: (A) Esquema de la replicación del ADN. La doble hebra de ADN (1, negro) se separa (2) y la nueva copia es sintetizada (3, rojo). Las DNMT reconocen la metilación en una de las hebras y metilan la cadena recién sintetizada. Las células hijas heredan la misma información que la célula madre (4). (B) Esquema de la estructura de la cromatina. La doble cadena de ADN se enrolla alrededor de los octámeros de histonas. Estos octámeros se empaquetan en la fibra de 30 nm, que a su vez se condensa en estructuras más complejas para formar los cromosomas. Se muestra la metilación en el ADN y las modificaciones que pueden sufrir las histonas.

Estos avances han permitido explicar cómo se heredan los rasgos de padres a hijos (como el color de ojos), de acuerdo a los principios de la genética mendeliana. Sin embargo, diferentes observaciones en otros sistemas no siguen estas reglas básicas, lo que llevó a pensar que no toda la

información está recogida en los genes. Estas reglas tampoco explican el proceso de desarrollo de los organismos multicelulares. ¿Cómo una célula es capaz de dar lugar a diferentes tipos de células si todas contienen el mismo ADN? Tras la fecundación, una única célula, denominada precisamente como Totipotente, origina células de diferentes tipos, y aunque todas ellas comparten el mismo genotipo, sus características fenotípicas son distintas. Por lo tanto, durante el desarrollo han de existir señales que permiten el establecimiento de estas diferencias. Adicionalmente, esta identidad celular ha de mantenerse y ser transmitida a las células hijas, de forma que una célula muscular sólo dé lugar a células musculares y no pueda generar neuronas. Un fenómeno similar se observa cuando comparamos gemelos que, a pesar de compartir el mismo ADN, presentan diferencias fenotípicas. En conjunto, estas observaciones llevaron a definir el término de Epigenética como el estudio de las variaciones fenotípicas heredables que no implican una alteración de la secuencia de ADN de las células.

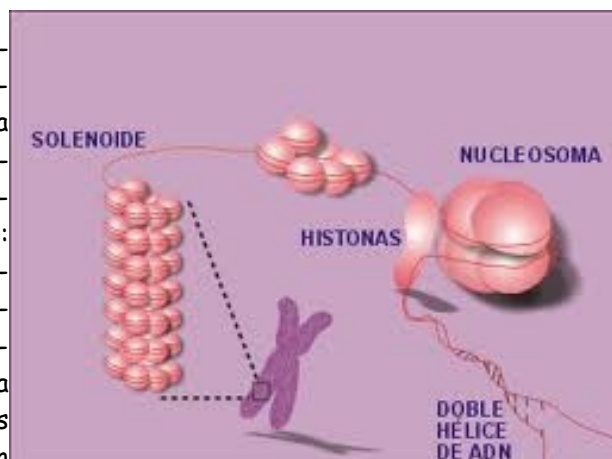


En principio, sólo las alteraciones heredables de una generación a otra se consideraban como verdaderos fenómenos epigenéticos. Esta definición excluiría todas las modificaciones que se heredan de una célula a otra, pero que no necesariamente se transmiten de generación en generación a través de la línea germinal, lo que se conoce como "memoria celular". Recientemente, se ha propuesto la distinción de dos tipos de fenómenos epigenéticos: fenómenos meióticos, que se transmi-

ten por la línea germinal a la siguiente generación como, por ejemplo, los efectos de la dieta del padre sobre el metabolismo de los hijos; y fenómenos mitóticos, que se transmiten de una célula a las células hijas (memoria celular), lo que explica por qué una célula muscular puede dar lugar a células musculares pero no a neuronas.

Dos ejemplos de mecanismos epigenéticos son la metilación en el ADN en residuos de citosina y las modificaciones post-traduccionales de las histonas (Figura, B, página 12). La metilación establecida en una región de ADN se relaciona con bajos niveles de expresión y se transmite a las células hijas gracias a ADN metiltransferasas (DNMT). Después de la replicación del ADN, las DNMT reconocen las regiones de ADN en las que sólo una de las cadenas está modificada y metilan la otra hebra, recién sintetizada (Figura, A, página 12).

En cuanto a las modificaciones post-traduccionales de las histonas, se ha propuesto la existencia de un código de histonas, de manera que la combinación de diferentes modificaciones "codifica" diferentes funciones. Dos mecanismos permiten explicar cómo funcionan estas modificaciones: por un lado pueden alterar directamente la estructura de la cromatina; por otro lado, las modificaciones pueden servir de señal para reclutar otras proteínas. Entre estas proteínas, la familia Polycomb es esencial para la represión de genes específicos durante el desarrollo embrionario. En



*Drosophila* (mosca del vinagre), los embriones se dividen en segmentos en el eje antero-posterior (desde la cabeza al abdomen) que darán lugar a las diferentes partes del organismo. En ausencia de las proteínas Polycomb, los segmentos anteriores se transforman en segmentos más posteriores, y el embrión no se puede desarrollar. El mecanismo de establecimiento y transmisión de estas modificaciones es objeto de un intenso debate en la actualidad.

La metilación del ADN y la modificación post-traduccionales de las histonas son sólo dos ejemplos de los fenómenos epigenéticos que, junto con otros mecanismos (ARN de interferencia, factores de transcripción...), contribuyen a generar un sistema muy versátil que permite, a partir de un mismo genoma, establecer diferentes identidades celulares».

En esta página, al comienzo, se habla de la transmisión hereditaria de características epigenéticas por la vía germinal o de padres a hijos, "como, por ejemplo, los efectos de la dieta del padre sobre el metabolismo de los hijos". Esto, unido al hecho de que las investigaciones también apuntan hacia influjos ambientales de casi cualquier tipo (climatología, estilo de vida, etc.) capaces de modificar el epigenoma germinal, permite hipotizar, con las debidas prevenciones (es decir, evitando caer en el simplismo), que existe la posibilidad de que los patriarcas que sobrevivieron al Diluvio (Noé, Sem), y sus respectivas esposas, fueran afectados en sus células germinales por los estímulos medioambientales del medio posdiluviano, con la consiguiente transmisión a la prole: una transmisión perjudicial, al menos en lo que a longevidad se refiere.

#### NOTA-BIS:

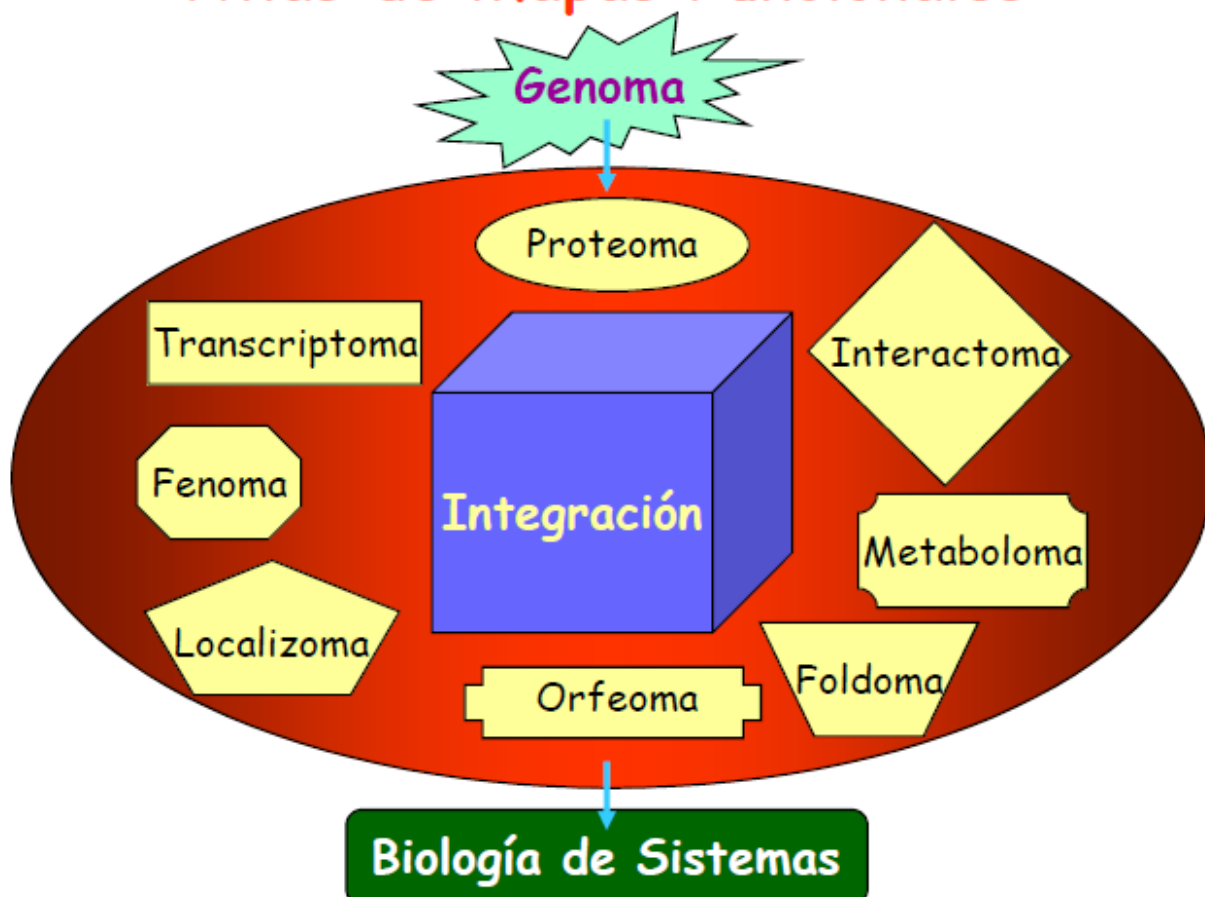
La Red p23, citada en la página 9, se refiere a una proteína denominada "p23" que es capaz de inhibir el desarrollo de tumores, por lo que es objeto de intenso estudio en oncología. Debido a que actúa dentro de una red de interacciones macromoleculares compleja, la Biología de Sistemas ha tratado de conceptualizar todo el mapa de actividad bioquímica que la envuelve.

Biología de Sistemas (BS) es un término ampliamente utilizado, particularmente con posterioridad al año 2000, para referirse a la biología de la era postgenómica. Algunas fuentes consideran a la BS como un campo centrado en el estudio de las interacciones entre los componentes de sistemas biológicos y del modo en el cual esas interacciones dan origen a la función y comportamiento del sistema (v.g. enzimas y metabolitos en una determinada vía metabólica). Otras, la consideran un paradigma, definido usualmente como la antítesis del reduccionismo.



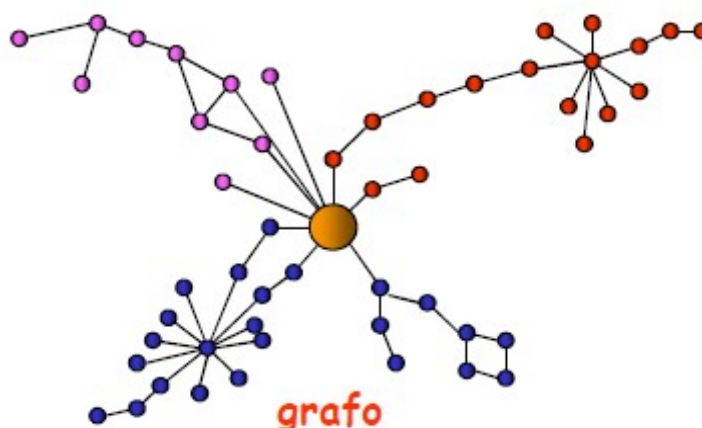
Conocer la estructura del genoma y poseer un mapa de él no basta para comprender cómo se construye un organismo, cosa que quedó claramente manifiesta cuando concluyó el Proyecto del Genoma Humano y casi todas las expectativas depositadas en él fueron frustradas. De ahí la necesidad de abordar el tema desde otra perspectiva, la cual se presentaba a la vista como una tarea sumamente abrumadora. Nació entonces la BS, como una respuesta inicial que pretendía comprender lo que el Proyecto Genoma no pudo esclarecer.

## Atlas de Mapas Funcionales

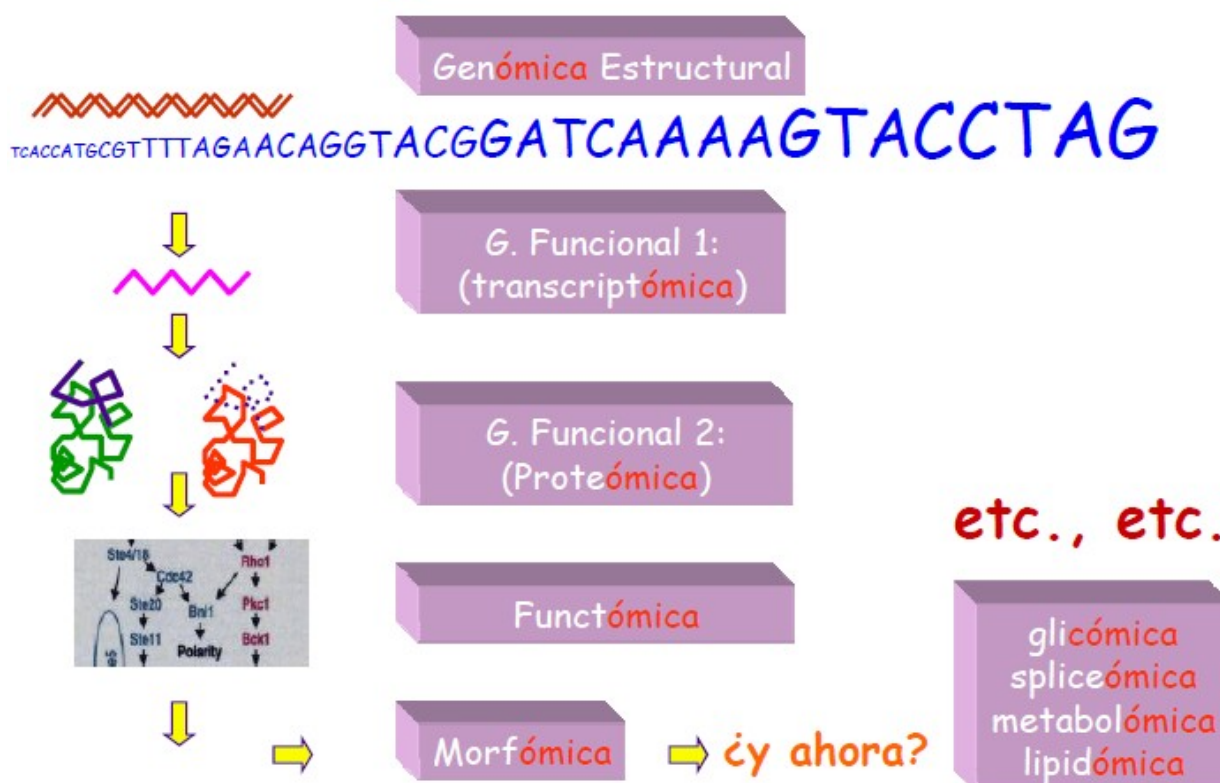


Cada mapa funcional (OMA) constituye un nuevo campo de estudio (ÓMICA). Todos los "oma" identificados comparten una misma característica: Son Redes o forman parte de ellas. ¿Qué es una Red?

Una Red es un conjunto conformado por un número variable pero finito de elementos y por la totalidad de los vínculos existentes entre ellos. Cada red se caracteriza por presentar una determinada estructura, topología y patrón de crecimiento. Se representan mediante grafos:



# La Saga de las «Ómicas»



Dentro del genoma humano se encuentra el gen p53, al igual que el gen Rb (Rb de Retinoblastoma), y es un gen que bloquea el desarrollo tumoral de las células. Si una persona es heterocigota para ese gen (hereda solamente una copia funcional o un alelo del gen p53), su predisposición a que se desencadenen tumores es elevada y, muy probablemente desarrollará diferentes tumores de modo simultáneo en varios tejidos cuando alcance la edad adulta. Esta patología genética es afortunadamente rara y se conoce como "síndrome de Li-Fraumeni".

Las mutaciones del gen p53 están en la base de muchos tipos de tumores. Muchas de estas mutaciones constituyen el primer paso de una compleja red de sucesos moleculares que culminan en la formación de los tumores. Por lo tanto, dada la importancia médica de este gen, la BS se esfuerza intensamente por encontrar un grafo satisfactorio para esta Red.

El gen p53 forma parte del cromosoma 17. En las células, la proteína p53 (codificada por el gen p53) se une molecularmente al ADN. El complejo así formado estimula otro gen, llamado p21, que interacciona con la proteína cdk2. Esta proteína (cdk2) interviene en el complejo proceso que desencadena la mitosis. Cuando el gen p21 forma un complejo con la proteína cdk2, la célula no puede iniciar la mitosis.

Las mutaciones sobre el gen p53 dan lugar a la síntesis de una proteína p53 que no puede unirse de forma efectiva al ADN y, por consiguiente, el gen p21 no adquiere la conformación adecuada para unirse a la proteína cdk2. La imposibilidad de formar el complejo entre las proteínas p21 y cdk2 no puede así frenar la señal que pone en marcha la división celular. En consecuencia, la célula comienza una división incontrolada y se desencadena el tumor.

Aun cuando algo se ha desentrañado, parece obvio que el gen p53 (y la proteína p53 codificada por él) es sólo un componente de una compleja red de acontecimientos que culminan en el desarrollo del tumor. La Red p53 es demasiado compleja y escurridiza ante los ojos de los investigadores, a pesar de que es una de las más estudiadas. Existen otras innumerables redes que la BS no ha abordado todavía, muchas de las cuales ni siquiera sabe que existen.

Es evidente que el trabajo de la BS se perfila harto complejo, difícil y prácticamente interminable. Quizás algún día las matemáticas sean capaces de encontrar algún teorema, similar al de Gödel, que, aplicado a la BS, pueda mostrar claramente los límites de su trayectoria, en el interés de

ahorrar esfuerzos vanos.

#### NOTA-TRIS:

En la página 10 se habla del "estilo de Mandelbrot" y en la página 11 del "Conjunto de Mandelbrot". ¿A qué se refiere esto y quién es este Mandelbrot? Veamos.

Benoit Mandelbrot nació el 20 de noviembre de 1924 en Varsovia, Polonia dentro de una culta familia judía de origen lituano. Fue introducido al mundo de las matemáticas desde pequeño gracias a sus dos tíos. Cuando su familia emigra a Francia en 1936 su tío Szelem Mandelbrot, profesor de matemáticas en el Collège de France y sucesor de Hadamard en este puesto, toma responsabilidad de su educación. Después de realizar sus estudios en la Universidad de Lyon ingresó a la École Polytechnique, a temprana edad, en 1944, bajo la dirección de Paul Lévy, quien también lo influyó fuertemente. Se doctoró en matemáticas por la Universidad de París en 1952. Posteriormente se fue al MIT y luego al Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, donde fue el último estudiante de postdoctorado a cargo de John von Neumann. Después de diversas estancias en Ginebra y París, acabó trabajando en IBM Research.



El profesor Mandelbrot se interesó por cuestiones que nunca antes habían preocupado a los científicos, como los patrones por los que se rigen la rugosidad o las grietas y fracturas en la naturaleza. Sostuvo que los Fractales (del francés FRACTAL, voz inventada por él en 1975, tomada del latín FRACTUS, que significa "fracción o quebrado", para referirse a una figura plana o espacial compuesta de infinitos elementos que tiene la propiedad de que su aspecto y distribución estadística no cambian cualquiera que sea la escala con que se observe), en muchos aspectos, son más naturales, y por tanto mejor comprendidos intuitivamente por el hombre, que los objetos basados en la geometría euclidiana, que han sido suavizados artificialmente.

Intentó describir con la máxima exactitud matemática posible fenómenos tales como la forma geométrica de costas, montañas y nubes, así como la estructura del ruido en redes de comunicaciones, la variación de los precios en los sistemas económicos y el movimiento browniano de las partículas microscópicas en interacción. En 1967 publicó en Science el trabajo "¿Cuánto mide la costa de Gran Bretaña?", donde se exponen sus ideas tempranas sobre los fractales:

Si consideramos el litoral de la isla de Gran Bretaña (aunque cualquier otro litoral valdría exactamente igual) e intentamos hallar su perímetro de la forma más exacta posible, nos encontraríamos con el pequeño problema de que cuando utilizamos mayor precisión para realizar una medida, mayor será la longitud de ésta; así, para una precisión absoluta, la medida será prácticamente infinita.

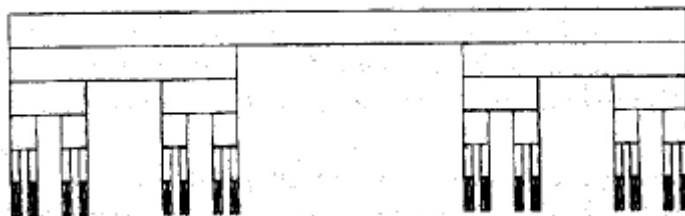
Todo esto tiene una explicación muy simple. Supongamos que vamos a medir una porción del litoral, que en principio nos puede parecer recto, cogemos un metro y medimos, éste nos dice que esta porción recta mide dos metros y medio. Perfecto. Ahora nos agachamos y vemos que esta porción que nos había parecido tan recta en realidad está formada por millones de granitos de arena, cada uno colocado al azar y con una forma y tamaño completamente distinto al de sus semejantes, y así, cada vez que vayamos a intentar medir nuevamente la longitud y nos acerquemos un poco más, descubriremos nuevas partículas, que incrementarán más la longitud inicial. El error que estamos cometiendo es el de medir un cuerpo con "dimensiones euclidianas", cuando se trata claramente de un cuerpo con "dimensión fractal" (esto es, cuya medida es a lo largo de una línea quebrada o fractal, que tiende a poseer infinitos elementos o segmentos). Mandelbrot sugirió que las montañas, nubes, rocas de agregación, galaxias y otros fenómenos naturales son similares a los fractales.



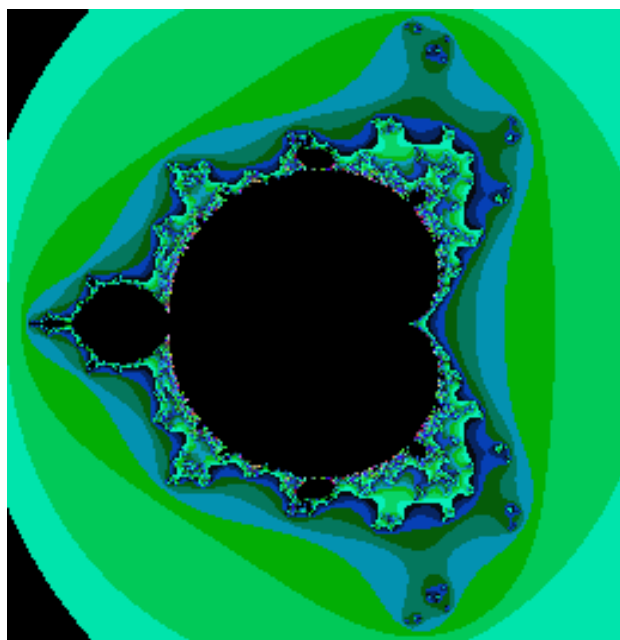


Se relaciona con el Fractal el concepto de Autosimilitud. Así, un objeto fractal tiene autosimilitud en el sentido de que secciones de él son similares al todo de alguna forma. No importa cuán pequeña se tome dicha sección, ésta no tendrá menos detalles que el todo.

El fractal más sencillo de obtener se denomina Conjunto de Cantor. Para formarlo se extrae de una banda sobre el intervalo  $[1,0]$  su tercio central, y a los dos tercios restantes también se les extrae su tercio central, y así sucesivamente. Si juntamos en cascada todas las bandas obtenidas formaremos el denominado Peine de Cantor, el cual, en su quinta iteración adopta la forma:



El llamado Conjunto de Mandelbrot es el más conocido de los conjuntos fractales, y el más estudiado. Se conoce así en honor al científico Benoit Mandelbrot, que investigó sobre él en la década de 1970. La representación matemática del Conjunto de Mandelbrot es un subconjunto del plano complejo. Los puntos del conjunto se muestran en negro:



Este conjunto se define así, en el plano complejo: Sea  $c = x+yi$  un número complejo cualquiera. A partir de  $c$ , se construye un conjunto de funciones por iteración:

$$\begin{cases} z_0 = 0 & \text{término inicial} \\ z_{n+1} = z_n^2 + c \end{cases}$$

Si este conjunto de iteraciones queda acotada, entonces se dice que  $c$  pertenece al conjunto de Mandelbrot, y si no, queda excluido del mismo. Por ejemplo, si  $c = 1+i0$  obtenemos el conjunto:

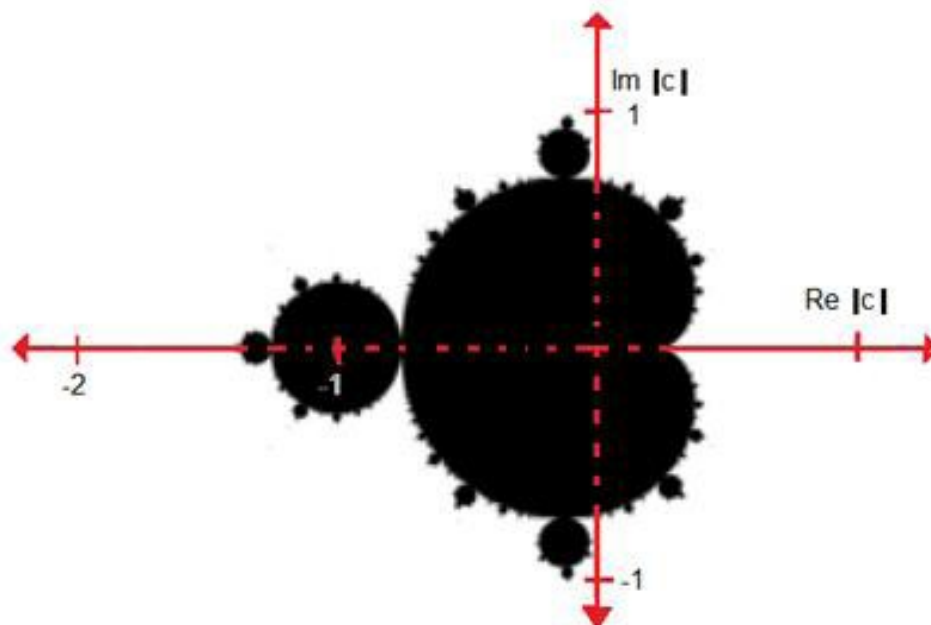
$$z_{n+1} = z_n^2 + 1 \quad \begin{cases} 0 & z_1 = z_0^2 + 1 = 1 \\ 1 & z_2 = z_1^2 + 1 = 2 \\ 2 & z_3 = z_2^2 + 1 = 5 \\ 3 & z_4 = z_3^2 + 1 = 26 \end{cases}$$

Donde  $\{0, 1, 2, 5, 26, \dots\}$  es una sucesión que diverge. Como no está acotada, 1 no es un elemento del conjunto de Mandelbrot.

En cambio, si  $c = -1+i0$ , obtenemos la sucesión  $\{0, -1, 0, -1, 0, \dots\}$  que sí es acotada, y por tanto, -1 sí pertenece al conjunto de Mandelbrot:

$$z_{n+1} = z_n^2 + 1 \quad \begin{cases} 0 & z_1 = z_0^2 - 1 = -1 \\ 1 & z_2 = z_1^2 - 1 = 0 \\ 2 & z_3 = z_2^2 - 1 = -1 \\ 3 & z_4 = z_3^2 - 1 = 0 \end{cases}$$

Obsérvese cómo -1 pertenece al conjunto mientras que 1 no:



En la naturaleza existen multitud de sistemas que pueden ser tratados como fractales. Así, en el medio biótico, se puede pensar en la estructura leñosa de una buena parte de los vegetales, o simplemente en la estructura de un cristal de nieve. En el medio físico también abundan los ejemplos, como son los ya citados perímetros costeros y lacustres, el curso longitudinal de los cauces fluviales, la topología superficial de diferentes regiones geográficas y la textura de algunos materiales porosos.

El orden y el caos: ¿dónde empieza lo uno y termina lo otro? Observando el cosmos como un todo, percibimos un ente completamente organizado, en el que es posible predecir cualquier evento con una precisión casi perfecta. Si lo observamos como un conjunto, veremos que está compuesto de infinidad de partículas que interactúan entre sí de un modo completamente caótico. Entonces podemos preguntarnos si existe realmente el caos o simplemente éste es el nombre que le damos a los sistemas tan complejos que nuestra mente no consigue entender. A veces las esferas, elipses y demás figuras simples son las cosas que están exclusivamente en nuestra mente simplificadora y apartada de la realidad, pero los cuerpos fractales son los que tal vez están ahí, en el exterior.

## Conclusión.

¿Cómo mermó, en la antigüedad posdiluviana, la creencia de que el origen de la vida sobre la Tierra se produjo durante el llamado "Tercer día creativo" del Génesis?

Para esta pregunta, expuesta al principio de este artículo, sólo podemos dar ahora una respuesta parcial, la cual esperamos completar en artículos sucesivos. Hemos mostrado cómo durante la franja prebabiliana cayó bruscamente la longevidad de los patriarcas y hemos sospechado que tal descenso en la expectativa de vida se debió fundamentalmente a la impronta epigenética acaecida en las células germinales de los progenitores humanos y transmitida a su descendencia. Los mecanismos de tal transmisión, si realmente son epigenéticos, poseen tal grado de complejidad que ni las matemáticas fractales ni la biología de sistemas tienen la capacidad de arroparlos teóricamente.

De todas formas, el descenso de la longevidad prebabeliana es muchísimo más acusado en el periodo posbabeliano (después del desastre de la Torre de Babel), según muestra el Génesis. Con ello, la transmisión del relato creativo referente al origen de la vida en el "Tercer Día" se ve sumamente diluido en la memoria colectiva de la humanidad, perviviendo sólo un débil resplandor del mismo en el seno de unas cuantas familias patriarcales que van desde Abrahán hasta Jacob.