

CRONOLOGIAS

Los estudios históricos son, en primer lugar, una determinación de hechos, y de seguido el orden en que se produjeron, para luego conceptualizarlos y, finalmente, interpretarlos.

Al interpretar los hechos, debemos evitar caer en el error causalista; la historia es el reino de lo contingente, nada es en ella necesario, ni predecible. La pretensión de aherrojarla con "cientifismos" es necesariamente estéril, y perjudicial. Recuérdese, por ejemplo, a Kelvin pretendiendo que el escenario de la evolución, por razones pretendidamente científicas, no podía pasar de 50 Ma., o al Obispo Usher, quien fijó la duración de la historia en 6.000 años, estableciendo como fecha de la creación el 4.004 antes de Cristo. O, todavía más impresionante, la desaparición, enteramente accidental, del reinado de los dinosaurios, probablemente erradicados, junto con tantas formas de vida de entonces, por la colisión con un asteroide, la que, de no haberse producido, habría permitido la evolución de aquellas formas vitales, que habrían hecho imposibles las que las sustituyeron, con lo que la futurible civilización quizás nunca se habría producido. No solo las distintas fases de nuestra civilización, sino ella misma, son contingentes.

Los procedimientos de datación disponibles hoy (1988) son muy precisos, y su existencia provoca, de suyo, una revolución intelectual; porque es casi imposible dejar de opinar sobre orígenes, cuando se discurre de cronologías. Recordemos la transformación intelectual provocada por la teína heliocéntrica de Copérnico: al desplazar al hombre como centro del universo, modificó la concepción antropomórfica anterior. Al percatarnos de que no éramos el centro del Universo, todo fue distinto.

Algo semejante sucede con muchos otros postulados que informan nuestro pensamiento, uno de ellos el de que todo reloj implica la existencia del relojero que lo construyó y que consecuentemente el complejísimo reloj que es el Universo necesariamente requeriría un arquitecto que lo hubiera

disertado. Evidentemente que de la existencia de un orden no se sigue la de un ordenador, pues los órdenes, incluso los complejísimos que caracterizan la vida, pueden explicarse de otras maneras. Con esto no quiero decir que la superfluidad de un arquitecto para explicar el orden universal implique que, por no ser lógicamente necesario, no exista. Este sería un error de inferencia tan grave como el de quienes pretenden, debido al orden, deducir su existencia: la ciencia no es teología, y en cuanto pueda explicar los fenómenos dentro del orden puramente natural y empírico, está obligada a hacerlo, sin buscar razones trascendentes, más allá de su quehacer. Un experimento casero hipotético, nos mostraría que la inmensa complejidad universal es en gran parte un fenómeno de perspectiva, una ilusión de nuestra mente.

En efecto, podemos tomar cualquier fenómeno físico y fotografiarlo con una cámara capaz de captar millonésimas de segundo, y luego pasarlo en cámara lenta, de manera que lo que tomó un segundo en acaecer, emplee -digamos- un millón de segundos en desarrollarse ante nuestra mirada, es decir casi 12 días con sus noches. Si observamos detenidamente la proyección, constataremos que lo que en la realidad fue un evento desordenado, se desarrolla, porque ahora acaece en 12 días, con muestras de gran orden y que aparecerán "leyes" de causación, donde antes solo hubo caos.

Esto pone de manifiesto que mucho de lo que llamamos causalidad es, en gran medida, producto de la lentitud de nuestro acaecer vital. Si en cada segundo sucediera lo que ahora se toma un millón de años, no captaríamos orden alguno en el universo, porque CARECERIAMOS DE TIEMPO PARA DISTINGUIR LAS REGULARIDADES, que se muestran solo a un observador que las pueda captar DETENIDAMENTE, que pueda prestarles atención, pero no a quien necesariamente las observaría sin ton ni son, por la rapidez con que se sucederían ante él.

La teoría de la evolución es otro ejemplo ilustrativo. Una teoría evolucionista era imposible si el universo tenía solo 4.004 años de duración: en estas circunstancias el orden existente necesariamente exigía un relojero que hubiera construido tan preciso instrumento. Del espacio temporal tan reducido, necesariamente deba concluirse que alguna mente poderosa estaba ordenando, con providencia e inteligencia, las cosas; cualquier otra conclusión habría sido sumamente improbable, es más, impensable.

* Ma. significa "millones de años" y ma., "miles de años."

** Cofundador, Canciller y Catedrático de la Universidad Autónoma de Centro América, Maestría del Stdivm Generale costarricense, antiguo profesor de la Universidad de Costa Rica. Ministro de Planificación (1966-1968), director del Banco Central (1968-1970). Ex presidente de la Asociación Nacional de Fomento Económico y de la Academia de Centro América. Miembro de la Sociedad Montpelerin.

Pero cuando de 4.004 años se pasó a 13.500 Millones de años, cuando el lapso fue 3 millones de veces mayor, la existencia del orden universal no pareció requerir, de modo inexorable, al relojero que hubiera construido el reloj y hasta podrá hablarse, como lo hace Richard Dawkins, de un relojero ciego (*The Blind Watchmaker*, W.W. Norton & Co., New York, 1986. ISBN 0-393-02216-1) y hasta añadir una sugestiva precisión, *Why the evidence of evolution reveals a universe without design*. Esto no por librepensamiento, ni por sagacidad o audacia filosófica, sino como natural consecuencia de un ámbito temporal tan amplio que nos libera de explicar, como obra del designio, los fenómenos que observamos, porque con igual o muy aproximadamente igual eficacia los explica el puro caso: pasamos así de la causalidad a la casualidad, de la ley al azar, sin que nuestra explicación, nuestra comprensión de las cosas, sufra menoscabo. En modo alguno esto debe interpretarse como una fundamentación del ateísmo, ni tan siquiera del agnosticismo, sino como una superación de una fundamentación irrelevante de la divinidad, que pretendió hacer del conocimiento de Dios una ciencia fundada en evidencias positivas. Dios sigue invisible e inasible y las huellas tuyas que pretendemos encontrar en lo creado, son solo el punto de vista de quien observa, no algo objetivo, como en algún momento se pretendió.

*

¿Cómo se determina la secuencia de los hechos en las épocas anteriores a la documentación de ellos, es decir antes de la escritura, en la denominada prehistoria? Los métodos para datar los acontecimientos prehistóricos son, obviamente, utilizados también para el acaecer histórico, pero en el primer caso son cruciales, pues solo de ellos se dispone. Gracias a las modernas técnicas de datación, somos los primeros hombres que realmente tenemos una visión correcta del desarrollo de los eventos anteriores a la documentación escrita.

*

Los métodos usualmente utilizados contemporáneamente son los siguientes:

1. Entropía (1850):

La primera ley de la termodinámica asevera que la energía se conserva, ni se crea ni se destruye, y la segunda ley que, a pesar de ser la cantidad de energía siempre la misma, modifica su "calidad", conforme transcurre el tiempo, al perder su capacidad de transformarse en trabajo, la que requiere la existencia de diferenciales térmicos, que son eliminados por la tendencia a una temperatura uniforme. Conforme disminuye la capacidad de transformarse el calor en trabajo decimos que la entropía del sistema aumenta,

como dice Clausius: "la energía del universo es constante, su entropía creciente".^{1/}

Así que la entropía es un concepto termodinámico, un número que se asocia con el estado térmico de un sistema; corresponde a la cantidad de energía disponible para transformarse en trabajo. Cuando es cero, toda la energía del sistema es transformable en trabajo, pero cuando alcanza el valor máximo, nada de la energía del sistema puede transformarse en trabajo.^{2/}

Repito, existe una dirección única, en un único sentido, de estos procesos, que permite determinar cuáles etapas son antecedentes y cuales consecuentes y establecer una cronología precisa del desarrollo del mundo físico: las etapas con menor dispersión de temperaturas, mas homogéneas, son más antiguas y recientes las que presenten mayor dispersión. Es, pues, lícito interpretar la entropía como una medida de la evolución de un sistema, partiendo del hecho de que todo sistema cerrado tiende hacia un equilibrio térmico, el cual una vez alcanzado no puede variar (segunda ley de la termodinámica), con lo que disponemos de un "reloj cósmico" con que determinar qué estado es anterior y cual es consiguiente y así establecer una cronología del universo:

1/ Las condiciones térmicas de un sistema, en cada momento, pueden representarse mediante una tasa, un número, definido como la cantidad total de calor del sistema dividido por su temperatura absoluta. A este número lo llamamos entropía: si designamos por S la entropía, por Q el contenido total de calor del sistema y por T la temperatura absoluta, resulta: $S=Q/T$.

Este número, en un sistema cerrado, es decir uno que no pierde ni recibe calor del exterior, no puede disminuir al transcurrir del tiempo, pues a energía de un sistema cerrado no puede aumentar, por no haber transferencia térmica del exterior.

En términos analíticos $dS/dt \geq 0$, donde t es el tiempo, es decir que la derivada respecto al tiempo es positiva o cero, por cuanto la entropía sólo puede crecer o mantenerse: por ello la entropía de un estado posterior será siempre mayor (o igual) a la anterior, lo que la convierte en un excelente recurso de datación.

2/ Podemos excogitar otros significados para la entropía, usando el concepto metafóricamente: si un estado físico posee una entropía elevada es porque su temperatura es homogénea, es decir que admite muchas formas de ordenación de sus diversas partes, porque cada partícula puede estar en cualquier posición, siendo todas equivalentes, por ser el sistema amorfo, homogéneo; pero si la entropía fuera baja, existirían menos formas en que podrían distribuirse las partículas, pues al existir diferenciales térmicos entre las diversas partes, una partícula no podría ocupar una posición cualquiera, sino sólo las "que le correspondieran", que son menos. Consecuentemente la entropía podría conceptuarse como la medida del desorden interno de un sistema.

Las partículas de un sistema con alta entropía están desordenadas, distribuidas al azar, en cualquier lugar, por ser equivalentes, pero cuando la entropía es alta, las partículas no podrán estar distribuidas al azar, sino conforme a una ordenación, siguiendo una ley, un patrón.

Esta es la llamada interpretación estadística de la entropía, que se expresa como $S=k \ln W$, donde k es un constante (constante de Boltzmann) y W podría interpretarse como todas las combinaciones posibles de las partículas del sistema, compatibles con el estado macroscópico en que se halle.

todo proceso posterior aumenta la homogeneidad térmica, es de temperatura más uniforme, amorfo, - para restituir el orden preexistente habrá que introducir calor adicional, del que no se dispone, por ser el universo el todo-.

Estos conceptos son polémicos, pues entran en conflicto con otros métodos de datación, específicamente con la bioestratigrafía, la cual determina cuales capas geológicas son anteriores y cuales posteriores, con base en los fósiles que en ellas se encuentran, cuya cronología se conoce y por la que se infiere la edad del medio en que se encuentra el fósil.

El problema consiste en que la evolución de la vida, contrariamente a la del universo, es de complejidad creciente, es decir que -en lenguaje entrópico- la coplilla de Clausius dirá: "La energía del universo es constante y su organización menguante; contrariamente, la vida es de complejidad creciente".

Desde el punto de vista de la física este fenómeno se presta a variadas interpretaciones: usualmente se salvan las apariencias, constatando que la Tierra no es un sistema cerrado, sino abierto, y que la transferencia de energía de otros sistemas permite una reversión del proceso de degradación de la energía, el cual continuará siendo un proceso global, aunque lo contradiga nuestra biosfera: podemos, pues, conservar tanto los métodos de datación derivados de la entropía, como los de la bioestratigrafía.

2. Estratigrafía y bioestratigrafía (1790):

Por estos métodos se estudian los estratos o capas de la corteza terrestre, para determinar la secuencia de su formación y el lapso requerido para que se hayan formado, logrando así un mapa geológico. El orden temporal de los estratos se obtiene por un mapeo de los fósiles que se encuentran en ellos, cuya edad se conoce por paleontología (la unión de paleontología y estratigrafía es conocida como bioestratigrafía).

W. Smith y G. Cuvier son los padres de la estratigrafía, y fueron sus trabajos los que determinaron que las edades geológicas eran muchísimo mayor de lo que en el siglo XIX se suponía, que se trataba de millones de años y no de milenios. Lord Kelvin había "demostrado" la imposibilidad de que la Tierra tuviera más de 50 millones de años, pero Smith, observando el lento proceso de la erosión, concluyó que las edades geológicas no eran de milenios ni millones de años, sino de eones. Con esto el programa científico de las ciencias naturales adquirió un horizonte temporal prácticamente infinito, lo que modificó desde sus fundamentos todos los puntos de vista de la investigación científica.

Los arqueólogos para determinar qué escombros y desechos son contemporáneos, practican una "micro estratigrafía", estudiando los diversos estratos en que se hallan y suponiendo que los menos profundos son los más recientes. Muchos de nuestros conocimientos cronológicos sobre el desarrollo de la tecnología y las artes los hemos logrado por este procedimiento.

3. Dendrocronología (1900):

Esta técnica determina la edad de los árboles por la observación de los anillos de crecimiento anual; se aplica en los bosques de regiones templadas, donde se forman claramente estos anillos, por el sucederse de las estaciones. Las comunidades vegetales sujetas a las mismas condiciones formaran estos anillos siguiendo patrones semejantes y de su estudio pueden derivarse las condiciones climáticas y generales en que se desarrollaron. Del análisis del *Pinus longaeva* se han podido determinar las condiciones climáticas de 9.000 años en la zona noroeste de los Estados Unidos de Norte América.

4. Radiactividad (Rutherford y Soddy, 1902):

Los átomos radioactivos, se transforman espontáneamente, por su radiación, en algún otro elemento químico, en un lapso específico, típico de cada elemento. Se denomina media-vida (*half-life*) de un elemento, el tiempo que emplea en transformar la mitad de sus núcleos, por radiación espontánea. Este es un número típico de cada elemento químico. Calculando cuanto de un elemento radioactivo específico se ha transformado, en una muestra dada, puede aproximarse la fecha en que ella estaba enteramente constituida por ese elemento original, lo que nos permite un sistema de datación mediante este "reloj radioactivo".

5. Radiocarbono, carbón radioactivo (1949):

Esta técnica transformó la arqueología, pues por ella se puede obtener la edad absoluta de cualquier material orgánico, midiendo el nivel del radioisótopo de carbono 14 que contenga. Ella permite determinar más exactamente la edad de los artefactos hallados en yacimientos arqueológicos y comparar los diversos estadios culturales contemporáneos en distintas zonas. Gracias a este instrumento el arqueólogo dejó de ser un individuo interesado en determinar el CUANDO de los acontecimientos, que pasó a ser cosa de rutina, para concentrarse en lo realmente importante el POR QUÉ.

6. Estratigrafía magnética:

Las rocas ricas en hierro actúan como brújulas y retienen la dirección del magnetismo predominante durante su

formación, igualmente acaece con el suelo de los océanos, que muestran la dirección del magnetismo imperante cuando se formaron, en franjas sucesivas de polaridad norte y sur.

No se conoce la razón, ni las consecuencias, pero en los últimos 85 millones de años, la Tierra ha cambiado su polaridad (el polo norte magnético ha pasado a ser polo sur y el sur a polo norte magnético), por lo menos 177 veces, quedando cada vez la huella en las rocas en formación, en la corteza terrestre y el fondo oceánico.

7. Plataformas tectónicas:

La tectónica estudia el movimiento y las de formaciones de la corteza terrestre (litosfera), su concepto principal es el de las plataformas tectónicas, elaborado en los 1960s por geólogos norteamericanos (Dan McKenzie y otros) como ampliación y síntesis de la teoría de la deriva continental y separación de los lechos oceánicos.

Según este punto de vista la litosfera está dividida en 12 plataformas rígidas, a la deriva, navegando sobre roca parcialmente fundida (astenosfera). Muchas de las plataformas comprenden zonas oceánicas y continentales: de su movimiento e interacción resultan zonas de actividad tectónica, en los márgenes de las plataformas, que modifican la superficie de la Tierra.

Las zonas tectónicas son de tres tipos: de divergencia, en las que las plataformas se separan y permiten aflorar el magma y desparramarse en el lecho oceánico; de convergencia, en las cuales la frontera de una plataforma se repliega sobre otra, a menudo consumiéndola en la astenosfera, de donde resultan las montañas, volcanes y las fosas oceánicas; y las zonas de fractura, en las que una plataforma se sobrepone a otra, con rompimiento de la corteza, dando origen a fallas, volcánicamente activas y en las que usualmente se origina la mayor parte de los terremotos.

Este aparato teórico ha permitido barruntar el origen de las montañas y los volcanes, las transformaciones de la litosfera y sus cronologías.

8. Edades glaciares (Oxígeno 18, Emiliani y Shackleton, 1955):

Otro hito en la datación fue la determinación de la edad y cronología de los hielos: midiendo el contenido de oxígeno-18 de los fósiles marinos contenidos en cada capa de hielo pudo determinarse la época en que se había formado; esto por cuanto al disminuir la cantidad de agua en los océanos (por la glaciación) se altera la proporción de oxígeno-18 en el mar y consecuentemente en los animales que lo habitan.

9. Evolución molecular (Motoo Kumura, 1968):

Octubre 1988

A partir de 1953, por el desarrollo de la biología molecular consiguiente al descubrimiento de la naturaleza del material genético (el DNA), comenzó a estudiarse la historia de los organismos vivientes sin necesidad de restos fósiles, comparando las moléculas en los diferentes organismos. Esto es posible porque entre organismos vivos cercanos, las diferencias moleculares son pocas, mientras que aumentan conforme es más lejano el parentesco.

Esto permite construir árboles genealógicos mediante los cuales puede determinarse cuál es el ancestro común más cercano de cualquier PAR de especies.

ANTECESORES DEL HOMO SAPIENS SAPIENS

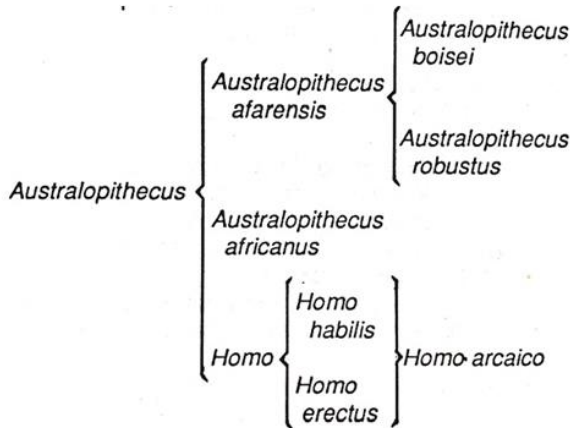
Somos recién llegados al teatro universal, pues escasamente hace 250 mil años apareció el *Homo sapiens*, y mucho más tarde el hombre moderno, *Homo sapiens sapiens*. Los pájaros y los mamíferos están aquí desde hace 130 Ma. Los primeros homínidos (humanoides) aparecieron en África ecuatorial, entre 8 Ma. a 5 Ma. atrás, fueron monos que abandonaron los árboles y adoptaron la posición erecta, liberando las manos para utilizar instrumentos; no es claro cuales hayan sido los primeros, pero probablemente se trate del denominado *Australopithecus africanus* (mono austral africano), del cual derivará el *Homo erectus*, que perdurará por casi 1,5 Ma. con idéntica estructura esquelética que la del hombre moderno, excepto su cerebro, de menor capacidad (1.000 cc. en lugar de los 1.500 cc. nuestros).

Los homínidos australopitecinos se desarrollan todos en África, su morfología difiere de la de los monos en la pelvis, columna vertebral, rodillas, caderas, dedos del pie y de la mano; especialmente importante el pulgar, de gran movilidad y oponible, que permite utilizar más eficazmente los instrumentos. Las otras modificaciones le permitirán la posición erecta, con la que libere raras las manos, para emplear instrumentos. En latoli (Tanzania), hace 3,75 Ma. han quedado las huellas fosilizadas de un grupo humanoide (hombre, mujer y niño). Los australopitecos desaparecen hace 1 Ma. y alcanzan un desarrollo cerebral de hasta 700 cc. de capacidad craneal, semejante a la del mono contemporáneo. El *Australopithecus afarensis* habitó en África desde 3,75 Ma. hasta 2,8 Ma., de él descenderán el *Australopithecus boisei* (desde 2,5 Ma. hasta 1 Ma. atrás) y el *Australopithecus robustus*, por idéntico lapso. En África del Sur se desarrolla separadamente, hasta 3,5 Ma., el llamado *Australopithecus africanus*, que desaparece hace 2 Ma.

La especie *Homo*, proveniente del tronco común de los Australopithecini, aparece hace unos 2,5 Ma., da origen al *Homo habilis* (de 2 Ma. a 1 Ma. atrás), primero que utiliza instrumentos de pedernal y cuya capacidad craneal es de 800 cc. y al *Homo erectus*, con 1.000 cc. de cráneo y con un área

facial más reducida que la de los australopitecinos. El *Homo erectus* emigra de África, hará unos 500 ma. y se asienta en Europa y Asia, hace aproximadamente 1 Ma. aparece el hombre arcaico.

El siguiente diagrama resume los antecesores de nuestra especie:



LAS MIGRACIONES

El *Homo erectus* empleará el mismo tipo de herramientas (hachas de mano de pedernal) durante casi un millón de años, indicio de la lenta evolución de esa especie, pero se expande por la Tierra, durante los periodos cálidos interglaciares, en forma relativamente rápida.

Hace 400 ma. todavía vivía a la intemperie, pero ya empleaba el fuego, se alimentaba por la recolección de raíces y frutas y era cazador, pero carecía de armas proyectiles que le permitieran matar a las bestias, por lo que usualmente se alimentaba de carroña, despeñando o haciendo caer en trampas a los animales, a los cuales luego desollaba y destazaba con sus hachas de pedernal. Estos métodos de caza son indicio del desarrollo de algún tipo de comunicación relativamente eficiente, lo que fue estimulado por la supervivencia de una conformación bucal más adaptada a la articulación de sonidos complejos, desde cerca de 300 ma. atrás.

Poco antes (hace 120 ma.) de la falsa edad glacial de hace 115 ma., en un periodo excepcionalmente cálido (los hipopótamos y los leones habitaban entonces las cercanías del Londres de hoy), aparece en Europa y Asia el hombre de Neanderthal, con nuestra capacidad craneana, pero de diversa fisiónoma, su área facial es mucho mayor que la nuestra, -su rostro es más simiesco-, quien campará indiscutido en Eurasia durante los 80 ma. siguientes; con él aparecen las primeras manifestaciones de la espiritualidad humana: culto de los muertos, asistencia a los ancianos y los débiles, medicina, amuletos, adornos, etc.

Hace 40 ma. a 50 ma. aparece el *Homo sapiens sapiens*, nuestra especie, quien coloniza el orbe en los 30 ma. siguientes y da las primeras muestras de creatividad artística, confeccionando, figurillas (venus) probablemente con finalidades mágicas, bellos murales en las cavernas, construyendo herramientas más complejas para la caza y la pesca, para iluminación, calefacción y cocina, desarrollando tejidos y vestimenta, proyectiles capaces de matar las bestias, y logrando los rudimentos de la aritmética y la contabilidad. También domina tecnologías que le permitieron navegar y colonizar Australia, Japón y América del Norte hace unos 30 ma. y llegar, hace 10 ma., hasta la Tierra del Fuego. Si para determinar la evolución de nuestra especie, nos guiamos por la evolución craneana y maxilar, suponiendo que la capacidad de hablar, de crear un lenguaje articulado y la de pensar, son nuestros distintivos, nuestro primer claro antecesor es este de 45 ma. atrás, en la región situada entre el Este del Mediterráneo y las montañas interiores del Asia, al Sur del Mar Negro.

Por su formación bucal estaba capacitado para un lenguaje articulado y ello le dio preeminencia sobre el Hombre de Neanderthal, por entonces rey y sector, con el que inicialmente debe de haberse cruzado, (¿serían estos los neofilim, gigantes, de que nos habla el Génesis, 6,4, "Los neofilim existían en la Tierra por aquel entonces (y también después), cuando los hijos de Dios se unían a las hijas de los hombres y ellas les daban hijos: estos fueron los héroes de la antigüedad, hombres famosos"?); fuera como fuese nuestro antecesor suplantó totalmente al hombre de Neanderthal y comenzó a expandirse en todas direcciones, como antes de él lo habían hecho el *Australopithecus*, el *Homo erectus*, y el hombre de Neanderthal.

EL HOMO SAPIENS SAPIENS CAZADOR (de 40.000 a 10.000 años atrás)

El lapso que llamamos prehistoria tiene una duración de 35 ma. a 40 ma. Durante este periodo el hombre se extiende por todo el orbe y acumula las tecnologías y costumbres propias de la civilización, hasta culminar con las ciudades y la escritura, por medio de la cual cada época podrá hablar a las sucesivas en su propia lengua. Hace 40 ma. arribamos a Europa central, Borneo y Australia del Sur, 5 ma. después a Europa del Norte (por esta época, hará unos 34 ma., tenemos noticias del último Neanderthalense), hará 32 ma. nos encontramos en África central y en Siberia, 5 ma. después en Nueva Guinea, Sur África y América del Norte, a donde llegamos por el estrecho de Bering. El pastoreo, la domesticación de animales y la agricultura de huerta aparentemente ya existieron hace 18 ma.: el pastoreo en Norte América y Mesopotamia y el cultivo de cereales en Egipto.

Esta amplia difusión fue posible porque hará 40 ma. aprendimos los rudimentos de la navegación y la fabricación de instrumentos de piedra (navajas) mucho más eficaces, iniciando la nueva edad de piedra (el neolítico, 10.600 años atrás), que permitió desarrollar con mayor eficiencia la caza. La capacidad de observación y síntesis se pone de manifiesto desde hace 35 ma., cuando se conciben los primeros calendarios. Hace 30 ma. se produce una revolución característica de nuestra humanidad, el comercio, pues somos el único animal que comercia y produce excedentes para luego cambiarlos por los de otros individuos o grupos. Como se haya originado esta característica y hayamos logrado relaciones pacíficas y racionales, mediante el comercio, que sustituyeron a la ferocidad y la autosuficiencia animal original, es asunto no bien explicado ni claro de fundamentar, a pesar de ser la base de toda civilización posterior. Las primeras técnicas alfareras y las primitivas comunidades aparecen hace 29 ma. Por esta época se presenta un periodo de fríos intensos: 25 ma. atrás aparecen las primeras vestimentas, en Rusia. Hará 28 ma. producimos pinturas notables, tanto abstractas como realistas.

Hace 20 ma. inventamos el arco y la flecha.

Mil años después se inicia la colonización de América por nuestros antecesores, notables cazadores que extinguen prácticamente toda la fauna domesticable y de caza, excepto el bisonte, la llama, el perro, el conejillo de Indias, el guajolote y unos pocos animales domésticos. Esto tendrá nefastas consecuencias, por cuanto las razas americanas, desarrolladas sin contacto con los animales domésticos, no poseerán anticuerpos con que defenderse de las innumerables enfermedades contraídas por el hombre europeo en su convivencia permanente con especies animales domésticas, males que son en el endémicos, pero no mortales, y que serán letales al hombre americano, cuando se ponga en contacto con los conquistadores en el siglo XV. Hace 18 ma. termina el último periodo glacial y empieza la época cálida que vivimos desde entonces, que hará posible la agricultura y el pastoreo. En los mil años siguientes el hombre desarrolla la caza con armas proyectiles, inventa las lámparas y las cuerdas.

En los tres mil años siguientes acumula nuevas invenciones y hace 14 ma. disponía de avíos de pesca. Por esta época se inicia el deshielo de los glaciares. Mil años después aparece la rueda del alfarero. En los mil años siguientes aparece el primer animal doméstico, el perro, nuestro compañero desde hace 12 ma. En los trescientos años siguientes domesticaremos las cabras y las ovejas, aparecerán las primeras señales de registros, llevar cuentas, contabilidad, precisamente para saber el tamaño de los hatos, así como la señal definitiva de civilización: las primeras

organizaciones burocráticas y el despuntar de lo que posteriormente será el estado y la organización política, con diferenciación de clases sociales. Un siglo después, -ya progresamos por centurias) no por milenios-, aparecen las primeras comunidades urbanas y se cultiva el trigo. Trescientos años después, hace 10.300 años termina el último periodo glacial. Hace 10 ma. encontramos el apogeo de la pesca con lo que esta forma de alimentación entra a forma parte, definitivamente, de la civilización. Cinco siglos después el hombre ha desarrollado la horticultura y domesticado el arroz, el búfalo de agua y el cerdo.

LA REVOLUCION AGRICOLA (8.000 a.C. a 5.000 a.C.)

La última edad glacial, la 35, tuvo su apogeo hace 18 ma.; las temperaturas de entonces fueron 15 grade centígrados por debajo de las actuales; como consecuencia de ello grandes masas de agua se helaron e i mensas extensiones de tierra, por la escasez de lluvia se convirtieron en desiertos, el nivel de los mares disminuyó y se formaron inmensas montañas de hielo (glaciares). Hará 10 ma. la temperatura aumentó y alcanzó nivel actual, 4 ma. atrás había comenzado el deshielo los glaciares, con lo que aumento el nivel de los mares y la vegetación se extendió a las zonas desérticas: re parecen los bosques y con ellos los animales selváticos. El nivel marítimo actual se alcanzó hace 5 ma.

En estas condiciones climáticas comienza la civilización agrícola, que permitirá una población huma mayor, en lugar de los escasos 5 millones de hace ma., quienes vivían principalmente de la cosecha de tubérculos y frutos silvestres y de la cacería y que, por haber alcanzado su frontera de densidad de población enfrentaron una crisis de supervivencia, superada mediante una adaptación a la vida sedentaria, en la cual dieron domesticar animales y vegetales, produciendo más, para mejor satisfacer sus necesidades alimenticias. 10 ma. atrás se han domesticado las gacelas, ovejas, cabras y el cerdo y los principales vegetales: trigo, avena, arroz, sorgo, maíz, patatas y habas, base de la alimentación hasta nuestros días.

En Palestina, hace 12 ma., se domestica la gacela y en Jericó el trigo silvestre (*emmer*, trigo de dos granos *Triticum dicocum*), 1.500 años después, los cereales de espiga. En Siria se domestica el *einkorn* (trigo de un grano, *Triticum monococum*) desde 11 ma. atrás. Hace 9 ma. los cereales son cultivados en todo el Cercano Oriente, desde Anatolia hasta el monte Zagros (Mesopotamia), extendiéndose posteriormente a Grecia y al valle del Indus. Con la agricultura se desarrolla también la ganadería, las cabras sustituyen 9 ma. atrás a las gacelas y en Zagros se encuentran ovejas hace 11 ma., en el sur de Turquía se domestica el cerdo desde hace 9 ma. y en el Egeo se cría ganado desde hace 8 ma. La humanidad dispone ahora,

gracias a la revolución agropecuaria, de lana, leche y abono animal para los campos.

Por entonces, y a raíz del pastoreo, que era realizado por los varones, estos se percatan de que las hembras sin macho no procrean, con lo que infieren que es la semilla masculina la que origina la vida, mito del que derivara la dominación patriarcal, la supremacía del varan, que caracteriza a la civilización desde entonces: la mujer es relegada a una situación prácticamente de esclavitud y solo el hombre poseerá derechos. Hace 10 ma. años aparecen las primeras comunidades urbanas (Jericó, Catal Hüyük). En América se da un desarrollo semejante, aunque un poco retardado, hace 8,5 ma. encontramos domesticado el chile, el aguacate, y en Tehuacán, el güiro, cuyo fruto es la jícara; mil años después el maíz.

Hace 6,5 ma. solo el 10% de la alimentación vegetal americana provenía de cultivos, pero llegara al 30% en los 1.500 años siguientes: este desarrollo es mucho más lento que el del Cercano Oriente. Hace 4 ma. comienza realmente el desarrollo agrícola americano, con el maíz, pero siempre habrá una deficiencia en la ganadería, consecuencia del exterminio inicial de los animales, en la etapa de cacería; los únicos animales domesticados son la llama (desde hace 7 ma.) y el conejillo de indias en Sur América, el pavo (guajolote) y el perro en Meso América. Desde 5 ma. atrás existen grandes poblaciones, tanto en Meso América como en Sur América, alimentadas a base de maíz y habas (en toda América) y patatas (Sur América) o camotes (*Ipomoea batatas*), en Meso América. Hace 6,5 ma. se domestica un tipo americano de algodón, fibra cosechada mil años antes en el valle del Indus.

En China del Este se domestica el arroz hace 7 ma. y mil años después se desarrolla su cultivo en el delta del *Yangtze* (rio Amarillo). En África tropical se domestica el ñame (*Dioscorea batatas*), el sorgo, y en el valle del Nilo, desde hace 6 ma., el millo (*Panicum miliceum*).

Hace 8.500 años se inventa el tejido y 500 años después, en Mesopotamia, el riego. 6.500 años atrás descubrimos la fundición del cobre y la construcción en piedra. Cien años después se domestica el caballo. Hará 6 ma. se domestica el ganado lechero: la vaca lechera originara una de las mayores revoluciones de nuestro desarrollo biológico: los pueblos ganaderos caucásicos sufren una mutación que les permite mantener en la edad adulta características infantiles (paedomorfosis, neotenia), por modo que pueden asimilar la leche no solo en la infancia, sino también en la edad adulta, contrariamente a lo común en las especies animales. Esto les dar£ grandes ventajas en su desarrollo, que a la postre significara un predominio de los humanos con estas características. Por esta época se inventa el arado, que

Octubre 1988

permite el primer aprovechamiento de la energía animal en las labores agrícolas, las cuales además mejoran por la técnica el cultivo que con él se logra. Hace 5.500 años el ganado se utiliza como animales de tiro, además de como fuente alimenticia, gracias al empleo de la rueda, la carreta y el arado.

Con estos adelantos tecnológicos la sociedad se hace más compleja y la división del trabajo aumenta, consiguientemente crecen la productividad y la población, pero también aparecen las diferencias de clases y la organización burocrática. La edad dorada en que todos eran iguales y no había ni lo tuyo ni lo mío, debe ser superada, pues era imposible mantener tantas bocas como con la nueva tecnología. La igualdad, es decir la convención social, cede ante la biología, como será desde entonces el destino glorioso de la humanidad, que pondrá la civilización al servicio de la vida, no del prejuicio. La revolución agrícola requirió de instalaciones de almacenamiento, que significaron el sedentarismo, el desarrollo de la construcción y de la alfarería, así como la aparición de enfermedades nuevas y quizás algunas deficiencias alimenticias, por dependerse ahora en forma principal de unos pocos cultivos; aparecen enfermedades hídricas, sobre todo en las regiones de cultivos anegados (principalmente en las regiones arroceras). Poco a poco se complica la organización social, se introduce una mayor división del trabajo, aumenta la productividad y la riqueza, aparecen profesiones no dedicadas directamente a la producción de alimentos, sino a la creación de civilización, de arte, de ciencia. Con esto nacerá el estatus, los privilegios, las clases sociales, la diferenciación: mucho de lo nuevo será patrimonio solo de algunos, por ser imposible hacer partícipes a todos. Se desarrolla asimismo la economía internacional, por las necesidades de una producción más compleja, que consume materias primas que no se encuentran en la región. El comercio no es solo de materias primas, sino también de objetos de arte y productos terminados, especialmente productos de alfarería. 5.800 años atrás el clima comienza a enfriarse. Por esta época se difunde más la ciudad como forma de vida de las comunidades humanas, podemos empezar a hablar ya de cultura y desarrollo de la humanidad como términos equivalentes: de civilización.

Con las ciudades aparecerá, hace 5.600 años, la recaudación de impuestos y una nítida división en clases sociales, que se añadirá al patriarcado, como tónica de la historia, desde entonces. Por esta época, hace 5.500 años inventamos la rueda y la escritura. Con la escritura cada época podrá hablar en su propio lenguaje a las siguientes y no únicamente por sus restos fósiles: comienza la narración documentada de la vida de las colectividades humanas. Es el fin de la prehistoria y el inicio de la historia.