

Los episodios climáticos y las reorganizaciones culturales. Una mirada al Holoceno

Climatic episodes and cultural reorganizations. A look at the Holocene

Fernando López Aguilar fernando.lopez.aguilar@gmail.com
Escuela Nacional de Antropología e Historia, México

Los episodios climáticos y las reorganizaciones culturales. Una mirada al Holoceno

Cuicuilco. Revista de Ciencias Antropológicas, vol. 28, núm. 80, 2021

Instituto Nacional de Antropología e Historia



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Recepción: 06 Diciembre 2019

Aprobación: 20 Marzo 2021

Resumen:

El clima y el desarrollo de hombre han tenido una historia entrelazada. A veces se le ha visto de forma determinista y otras con un ecologismo ingenuo. Estas reflexiones son importantes para entender el papel que ha jugado la humanidad en las modificaciones climáticas y la forma en que los cambios climáticos han impactado en la evolución humana. La revisión diacrónica del desarrollo del clima en el Holoceno muestra una gran cantidad de variables que inciden en sus alteraciones de corto y largo plazo. Por su parte, el ser humano ha actuado sobre entornos ambientales y ecológicos provocando extinciones masivas de especies. Esto expresa que la interacción entre sociedad y clima es de tipo complejo y no lineal y el impacto mutuo se ha dado en espacios de fragilidad. El Holoceno es un periodo de alta temperatura con abruptos episodios fríos. La tendencia parece indicar que óptimos climáticos han sido cálidos y han permitido el desarrollo y complejización de las sociedades, y que las crisis y colapsos se asocian con los abruptos episodios fríos y se relacionan con las transiciones al feudalismo y al capitalismo.

Palabras clave:

Episodios climáticos, cambio climático, colapso, INTERACCIÓN, Holoceno.

Abstract:

Climate and human development have had a mixed history, sometimes it has been seen in a deterministic way and other times from a naive environmentalism viewpoint. These reflections are important to understand with regard to the role that humanity has played in climate change and, of course, in the way in which climate change has impacted human evolution. The diachronic review of climate development throughout the Holocene period shows a large number of variables that affected both short and long-term alterations. For its part, humanity has acted on the environment and on ecological environments, thus leading to the mass extinctions of species, which testifies to the fact that the interaction between society and climate is both complex and non-linear, and that mutual impact has occurred in areas of fragility. The Holocene was a period of high temperatures mixed with abrupt cold episodes. The long-term trend seems to indicate that the optimum climatic conditions have been warm, thus allowing for the development and complexity of societies, whilst most crises and collapses have been associated with abrupt cold episodes, which have been linked to important transitions, including feudalism and capitalism.

Keywords:

Climate episodes, climate change, collapse, interaction, Holocene.

INTRODUCCIÓN

Hablar de cambio climático y del efecto que tiene en los grupos humanos ha sido problemático y se ha debatido el impacto que generó el hombre en los pequeños y grandes cambios de clima en el ámbito mundial, incluido el cambio del presente, conocido como calentamiento global o Antropoceno. Desde la aparición de la ecología y el desarrollo del pensamiento sistémico en la segunda mitad del siglo xx [Reynoso 2006], las primeras interpretaciones de los colapsos humanos estuvieron asociados con cambios climáticos, enfatizándose la importancia de las crisis ambientales, de las que muchas veces se sospechaba una causa humana. Por ejemplo, para el caso de Teotihuacan, desde mediados del siglo pasado Bernal [1959: 116-117] propuso el cambio climático como motor de un movimiento campesino en contra de la clase sacerdotal; Willey y Phillips [1958: 187-188] sugirieron que el colapso maya pudo haberse debido a una crisis de sobrepoblación, aunque desconocían las cadenas causales que podían relacionar un evento con otro. Años después, desde una perspectiva marxista, Roger Bartra propuso que el colapso de Teotihuacan se debió a una dura temporada de sequías que los sacerdotes no pudieron resolver, así que generó un levantamiento equivalente a la lucha de clases [Bartra 1975: 112-113].

En los años cincuenta y sesenta del siglo pasado, el cambio climático y la ecología eran un pensamiento generador de hipótesis, aunque muchas veces fuera ambiguo el significado de cambio climático o de crisis ecológica y existiera un fuerte rechazo al llamado determinismo ambiental. Las críticas al determinismo se fundamentaban en suponer que las innovaciones, la emergencia y los colapsos fueran causados por cambios climáticos y procesos ecológicos desde una perspectiva mecánica de la relación causa-efecto. La mirada humanista y romántica, propia del desarrollo del capitalismo, suponía en el hombre una bondad innata que le impediría ser un depredador y destructor de los ecosistemas. El hombre sabio, el buen salvaje, sería capaz de detener sus acciones conservando el medio ambiente y el paisaje [Bartra 1992, Berlin 2019].

La otra cara de la moneda era considerar el medio ambiente y el clima con un sesgo uniformitarista, es decir, el presente es la clave del pasado. La cultura, a su vez, era pensada como una estructura homogénea y compartida [Binford 1965: 203], inserta en el marco geográfico estable donde el clima y el paisaje se convertían en un escenario de los procesos humanos sociales.

En la actualidad, con nueva información y nuevas perspectivas teóricas, se ha visto el carácter inestable y muchas veces turbulento del clima y de los sistemas sociales, interactuando alejados del equilibrio y la homeostasis, que superó la idea que la evolución tiene un carácter gradual y progresivo. Hoy se piensa que el azar y las catástrofes sí tienen un papel importante en la extinción de las especies y en el curso de la evolución y que la extinción de grupos humanos, los colapsos culturales y las respuestas evolutivas se encuentran relacionadas con cambios y episodios climáticos de carácter local o de carácter planetario y con los grandes periodos climáticos del Holoceno.

Es importante destacar que al considerar que dos procesos estén vinculados, no se implica una relación de causalidad; también, es difícil establecer correlaciones entre los procesos culturales (hambrunas, guerras, epidemias, migraciones, colapsos) con las observaciones meteorológicas antiguas y modernas. El impacto de un proceso climático difícilmente es homogéneo y global: mientras en una parte del mundo puede haber sequías, en otra se pueden dar inundaciones [Rasool *et al.* 1989: 187].

En la relación hombre-naturaleza, la detección de eventos correlacionados o que aparecen como sincrónicos, deriva en preguntas de investigación para buscar su comprensión y explicación, ya que los tiempos climáticos y los tiempos sociales no tienen ritmos semejantes: las acciones del hombre sobre la naturaleza tienen un impacto que a veces sólo es visible en el largo plazo y lo mismo ocurre con los cambios climáticos en relación con la respuesta humana.

Tanto el sistema humano como el clima son adaptativos complejos y las respuestas no son lineales ni deterministas, es decir, pueden expresarse como un acoplamiento estructural y los cambios en uno de ellos se verán reflejados casi de forma sincrónica con respuestas en el otro o éstos pueden expresarse en cualquier momento durante y después de su ocurrencia y tener un carácter local y amplificarse o, a la inversa, un gran impacto inicial que puede atenuarse rápidamente.

En las interacciones de ambos sistemas se pueden encontrar varios espacios que determinarán el tipo de respuesta: espacios resilientes a las perturbaciones del otro, espacios frágiles, es decir, espacios que pierden funcionalidad con el cambio y en los que un pequeño estímulo puede generar un gran cambio; espacios robustos que resisten grandes cambios y preservan su funcionalidad; y espacios antifrágiles que mejoran su funcionalidad con el cambio y sobrecompensan positivamente un estímulo negativo (*Hormesis*) [Taleb 2013].

1. EL HOMBRE Y LA NATURALEZA

Hasta la fecha sigue siendo polémica la influencia humana como aceleradora de cambios en la biósfera y en el clima. Algunos investigadores, a partir de los datos de incremento de la temperatura que se inicia alrededor de 1850 y pensando que ese calentamiento tiene causas humanas, han encontrado justificación para sugerir el reconocimiento de una nueva etapa geológica en la historia de la Tierra: el Antropoceno. El calentamiento que sigue a la época de frío conocida como Pequeña Edad de Hielo (PEH) o *Little Ice Age* (LIA), se inicia después de que la temperatura llegó a su mínimo en el siglo XVIII y coincide con la Revolución industrial, la fábrica y la máquina de vapor. A su vez, esa fluctuación al mínimo conocido históricamente coincide con un periodo de calma solar que ocurrió entre 1645 y 1715 [Rasool *et al.* 1989: 187-188]. No obstante, no se ha podido realizar una correlación efectiva entre el calentamiento (que fue menor al del Cálido medieval) con la Revolución industrial.

Uno de los problemas de esta nueva etapa, el Antropoceno, radica en definir cuándo se inició y este momento ha sido visto desde dos ópticas. En la primera, el impacto antrópico se concibe como neutro en la época de los cazadores y recolectores, se inicia en el Neolítico con un incremento gradual a lo largo de la evolución social, de manera que sólo llega a ser determinante hasta el surgimiento del capitalismo. La segunda supone que el impacto antrópico ha sido fuerte desde el inicio y que es consustancial a la existencia humana [Equihua *et al.* 2016], incluso que la agricultura tuvo un fuerte impacto en los paisajes del Neolítico como consecuencia de la quema y la deforestación.

La primera postura estima que la agricultura se inició en el periodo Neolítico de manera más o menos simultánea en diversas partes del mundo y que éste fue un punto de quiebre fundamental en la interacción humana con su entorno a partir de la emergencia de nuevas prácticas: la agricultura y el pastoreo sistemático. Antes de ellas, el hombre no tuvo mayor impacto en el clima y en el paisaje; las prácticas de caza-recolección no redundaron en una transformación radical del entorno, excepto en el posible caso de la colaboración humana en la extinción de los grandes mamíferos a finales del Pleistoceno. A partir del Neolítico, la intensidad de las transformaciones del paisaje ha ido *in crescendo* hasta alcanzar las dimensiones planetarias de la actualidad [Equihua *et al.* 2016].

Para otros autores, los cazadores-recolectores remodelaron completamente la ecología de nuestro planeta y se convirtieron en la fuerza más importante y destructora equivalente al grado de las fuerzas naturales. Autores como Harari, afirman que la acción humana sobre el medio ambiente es consustancial a su existencia: “El planeta Tierra estaba dividido en varios ecosistemas distintos, cada uno de ellos constituido por un conjunto único de animales y plantas. Sin embargo, *Homo Sapiens* estaba a punto de poner punto final a esta exuberancia biológica” [Harari 2014: pos. 1155].

Los ejemplos son las extinciones ocurridas después del arribo del hombre a Australia y América. Harari argumenta tres grandes factores en la extinción de la megafauna: (1) la lentitud reproductiva de los grandes mamíferos, superada por la velocidad de caza, es decir, la muerte supera los nacimientos; (2) la “agricultura del fuego” y la creación de grandes incendios (como en Australia) con la finalidad de acorralar a las presas y (3) el desplome de las cadenas alimentarias. La conclusión inevitable es que la primera oleada de colonización del *sapiens* fue uno de los desastres ecológicos mayores y más acelerados que acaeció en el reino animal [Harari 2014: pos. 1245-1268]. Para este autor, la combinación de la cacería humana con el cambio climático resulta fatal para los grandes animales. Más aún, el cambio climático ha sido una circunstancia que ha acompañado a la acción humana, por lo que no resulta tan evidente responsabilizar al cambio climático de las extinciones del Holoceno [Harari 2014: pos. 1273].

Parece una constante que la presencia humana prístina en un territorio se relaciona con cambios en el paisaje y con extinciones masivas, particularmente de los grandes mamíferos. Así ocurrió en Europa hace 15 ka (miles de años antes del presente), en América hace 10 ka, en las islas del Mediterráneo hace 9 ka. Para periodos recientes se destaca la extinción masiva de fauna en las islas de Nueva Zelanda a la llegada de los maoríes. Lo mismo ocurrió en el Pacífico y en Hawaii y en la Isla de Pascua, en Madagascar y en las islas del Océano Índico [Leakey 1997: 190-191, Harari 2014: pos. 1394]:

La tragedia empieza con una escena que muestra una población rica y variada de animales grandes, sin traza alguna de humanos. En la escena segunda, aparecen los sapiens, de lo que dan prueba un hueso humano, una punta de lanza o quizá restos de cerámica. Sigue rápidamente la escena tercera en la que hombres y mujeres ocupan el centro del escenario y la mayoría de los grandes animales, junto con muchos de los más pequeños, han desaparecido [Harari 2014: pos. 1349].

La hipótesis del exterminio fue propuesta por el biólogo Paul S. Martin en la década de los años ochenta en su texto *Prehistory Overkill: The Global Model* [Martin 1984]. La principal polémica sobre su tesis radicaba en la falta de “pruebas” ya que para el Pleistoceno y el inicio del Holoceno no existe evidencia arqueológica directa que muestre restos masivos de grandes mamíferos con huellas de destazamiento o con puntas de proyectil incrustadas y las interpretaciones se fundamentan en asociaciones cronológicas que relacionan el proceso de extinción con la fecha llegada del hombre a ese lugar [Leakey 1997: 198-199].

Pero la falta de “pruebas” o datos para refutar una hipótesis no es argumento suficiente para demostrar su falsedad, en especial si se demandan asociaciones en el contexto arqueológico difíciles de encontrar. En general, la rapidez con la que ocurren una buena cantidad de procesos como los colapsos civilizatorios o las extinciones de las especies dificultan su observación, ya sea en el contexto arqueológico o en el contexto paleontológico. La teoría del equilibrio puntuado se fundamenta en esta observación estratigráfica y es igualmente válida para la arqueología. Desde perspectivas teóricas concordantes ofrecen respuesta a la falta de datos. La ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia [Martin 1984: 391, Gould 2010: 780-1000, López 2011].

La refutación conocida como el efecto Signor-Lipps, que se desarrolló a partir de la hipótesis de la extinción de los dinosaurios debido al impacto de un asteroide, es válida tanto para la paleontología como para la arqueología. La extinción catastrófica se refutaba con la falta de datos y que en el registro fósil se evidenciaba una extinción gradual pues había especies que se habían extinguido previamente al impacto. El problema de esa percepción es efecto del muestreo. Primero, por el reducido tamaño de la muestra en el registro estratigráfico y, el segundo, el “rango artificial del truncamiento”, es decir, el registro fósil es discontinuo en el tiempo y en el espacio y el rango de una especie determinada se ubica hasta su última ocurrencia en el registro estratigráfico: “Los animales murieron aleatoriamente, sus restos se han conservado aleatoriamente y los paleontólogos excavan aleatoriamente. El resultado es una desaparición gradual aparente, aun cuando la extinción real podría haber sido totalmente súbita” [Gill 2008: 392].

Los mecanismos y procesos por los que la presencia humana provoca la extinción masiva de especies son multifactoriales. Incluyen procesos directos como la sobre matanza; la destrucción del hábitat ya sea por deforestación, desecamiento o incendio, o por la introducción de especies perjudiciales como cabras y conejos; la introducción de predadores o competidores y la introducción de enfermedades. Estos factores no necesariamente tienen que verse de forma aislada. Pequeñas dosis de cada uno de ellos en acción multifactorial pueden provocar cascadas tróficas de dimensiones descomunales [Diamond 1984: 839-846].

La cadena de eventos relacionados con la extinción de la fauna en Nueva Zelanda puede ilustrar cómo la presencia humana y la de sus acompañantes no deseados, puede disparar mecanismos complejos que derivan en la extinción masiva. Las extrañas circunstancias de aislamiento en la isla que limitaron la presencia humana y de otros mamíferos ha permitido caracterizarla como una tierra de aves:

Hasta la llegada del hombre a Nueva Zelanda, la fauna se caracterizó por muchas aves y algunos reptiles; los únicos mamíferos eran formas marinas y dos pequeños murciélagos [...] En el aislamiento del entorno forestal templado de Nueva Zelanda y en la ausencia total de grandes depredadores, las aves prosperaron. Muchas especies, que habían llegado con alas y poder de vuelo, desarrollaron lo que Roger Duff en 1951 describió como esa fatal tendencia neozelandesa a adoptar un hábito peatonal. Ya sin vuelo, las aves autóctonas [del grupo ratites¹] fueron capaces de colonizar nichos generalmente llenados en otras tierras por reptiles y mamíferos que habitan en el suelo [Trotter et al. 1984: 709].

Aquí fueron descubiertos sitios arqueológicos fechados entre los siglos XIII y XVII con evidencia de restos de una especie de ave gigante, los moas de la familia de los *Dinornithidae*, con ocho especies. Las más grandes alcanzaban un peso entre 125 y 230 kg, pero eran más abundantes las de tamaño medio de entre 50 y 60 kg (*Euryapteryx geranoides*, *Emeus crassus*). Los maoríes arribaron a la isla alrededor del año 1000 EC, pero a la llegada de los europeos en el siglo XIX todos los moas estaban extintos. Al parecer, *Dinornis giganteus* estaba extinto hacia el año 1400, mientras que *M. didinus* sobrevivió un poco más en regiones remotas [Anderson 1984: 728-732].

Aunque para muchos los maoríes eran un pueblo con vocación no depredadora y protectora del ambiente, la evidencia arqueológica sugiere lo contrario. Estos grupos aprovechaban a las moas como materia prima para vestidos y ropaje, como comida y como adornos; sus huevos eran utilizados como recipientes para agua. A la fecha, se han recuperado más de un millón de esqueletos de estas aves en los contextos arqueológicos de Nueva Zelanda [Trotter et al. 1984: 723-725, Leakey 1997: 201]. Anderson propone la siguiente secuencia para la extinción de los moas:

[...] la caza del moa entró en una fase intensiva y se sobreexplotaba alrededor de un siglo después de la llegada de los maoríes y fue acompañada por un rápido crecimiento de la población humana. En varios siglos, la quema de bosques se había generalizado lo suficiente para acelerar el declive del moa, que entre 500 y 400 AP: se había vuelto tan escasa como para ya no ser cazada sistemáticamente. La continua reducción de los hábitats preferidos del moa, la caza esporádica y posiblemente las depredaciones de perros salvajes administraron el golpe de gracia inmediatamente antes del asentamiento europeo [Anderson 1984: 737].

A partir de la observación del impacto que tuvo la introducción masiva de ovejas en Australia y el efecto que provoca el pastoreo cuando es introducido en tierras que no conocen animales que comen y ramonean pastos, Elinor Melville sugiere que la introducción de ovejas, cabras, cerdos, caballos y vacas en el Valle del Mezquital después de la Conquista provocó un proceso de deterioro ambiental relacionado con erosión, destrucción de paisajes y ecosistemas que afectaron tanto a la población nativa como a los colonizadores en la segunda mitad del siglo XVI, antes de la consolidación de la hacienda [Melville 1994]. El impacto de la presencia humana en los territorios no sólo se expresa en la extinción de especies, también en la destrucción del paisaje.

A la primera oleada de extinciones originada por el desplazamiento de los cazadores y recolectores le siguió la segunda oleada derivada de la Revolución Neolítica y todo parece indicar que, en la tercera oleada de extinción, consecuencia de la actividad industrial del presente, las posibilidades de peligro la tienen los últimos grandes animales, los que se encuentran en los océanos [Harari 2014: pos1368-1373].

Las extinciones marcan una tendencia que establece el espacio de fragilidad del ecosistema donde interactúa el hombre, siendo las especies más grandes las más vulnerables a la acción humana. Sin embargo, los efectos de la acción multifactorial del ser humano sobre el hábitat son difíciles de establecer de antemano y muchas veces las extinciones resultan inesperadas y se producen mucho tiempo después de la perturbación inicial. En el caso de que el hábitat sea fragmentado por la acción antrópica, las especies pequeñas suelen ser susceptibles a acontecimientos casuales; los grandes carnívoros que requieren un territorio amplio desaparecerán; pero, sorprendentemente, las especies mejor adaptadas y con menos movilidad pueden resultar muy vulnerables en el largo plazo [Leakey 1997: 207-210].

Las interacciones sutiles que existen en una comunidad ecológica, que es un sistema complejo, hacen ver que las devastaciones ocasionadas por el hombre han sido de gran magnitud y para esta acción no son necesarias grandes maquinarias y grandes tecnologías, basta con fragmentar un hábitat para que se rompan las interacciones sutiles y se desencadenen extinciones en el corto y en el largo plazo [Leakey 1997: 210]: "Contemplando la monumental pérdida de formas nativas, no sólo en Nueva Zelanda sino en otras partes de las islas oceánicas, nos inclinamos a estar de acuerdo con W. S. Gilbert, que 'el hombre es el único error de la naturaleza'" [Trotter et al. 1984: 725]

2. LA OTRA CARA: LA NATURALEZA Y EL HOMBRE

El inicio del Cuaternario hace 2.5 ma (millones de años antes del presente), está marcado por un fuerte enfriamiento de la tierra, conocido como glaciación del Pleistoceno o Edad de Hielo Actual, misma que terminó hace 12 ka para dar paso a un largo periodo interglaciario conocido como Holoceno. Este periodo se define por el impacto de la especie humana en el ambiente; sus principales características son su estabilidad y la alta temperatura, lo que ha llevado a Fagan a llamarlo el largo verano [Fagan 2007].

A pesar de ser considerado un periodo interglaciario de estabilidad climática, se ha distinguido por fluctuaciones entre ambientes más fríos y secos y más cálidos y húmedos que definen edades o pisos. La Comisión Internacional de Estratigrafía reconoce tres: el Groenlandiense, que inició hace 11.7 ka, con un clima frío; el Norgripense que comenzó hacia 8.2 ka y en el que aparecieron las primeras civilizaciones en el marco de un clima boreal cálido húmedo, pero que tuvo un episodio frío conocido como Fluctuación Miso; y, finalmente, el Megalayense que se inició hace 4.2 ka y alcanza el presente. Este último se describe como una edad de pulsaciones y fluctuaciones climáticas en donde tienen lugar los apogeos y colapsos civilizatorios más conocidos, incluido el surgimiento del capitalismo. En estos últimos 4 000 años han existido dos episodios fríos, uno en el año 535 EC y el otro en 1350, conocidos como Pequeña Edad de Hielo de la Antigüedad Tardía (PETAH O LALIA por las siglas en inglés de *Late Antique Little Ice Age*) [CIE 2018, Fagan 2007].

DATACIÓN AP	EDAD/PISO	PERIODOS	CLIMA	EPISODIO	CULTURA
4200	Megalayense	Joven Reciente Subatlántico Medio Antiguo	Pulsaciones Climáticas	Pequeña Edad de Hielo Pequeña Edad de Hielo de la Antigüedad Tardía	Civilizaciones Históricas
8200	Norgripense	Subboreal Atlántico Boreal Preboreal	Boreal Cálido Húmedo	Fluctuación Miso Episodio Frío	Primeras Civilizaciones
11700	Groenlandiense		Preboreal Frío	Oscilación Preboreal	Revolución Neolítica

Cuadro 1
Cronología del Holceno.

Basado en Comisión Internacional de Estratigrafía 2018

Al inicio del Holoceno, en el periodo Groenlandiense y en medio de una fase cálida se produjo una oscilación climática conocida como Oscilación Preboreal (11.3-11.2 ka). La causa de este enfriamiento y breve deterioro del clima con duración de unos 400 años fue la llegada masiva de agua fría y dulce al mar proveniente de la fusión de los glaciares que alteró la circulación termohalina [Yu *et al.* 2004]. El Casquete Laurentino en el norte de Canadá se desplomó. El agua fría y dulce del gran lago Agassiz inundó el mar de Labrador interrumpiendo la Corriente del Golfo lo que provocó que el Cinturón Transportador Atlántico se detuviera y el frente polar se desplazara hacia el sur [Fagan 2007: 142-145]. Este evento coincidió con el Evento Climático 8 de Bond, fechado para el 11.1 ka:

Durante cada uno de estos episodios, las aguas frías y heladas del norte de Islandia fueron llevadas tan al sur como la latitud de Gran Bretaña. Casi al mismo tiempo, la circulación atmosférica por encima de Groenlandia cambió abruptamente. Los ritmos de los acontecimientos del Holoceno y de los cambios climáticos abruptos durante la última glaciación son estadísticamente los mismos; juntos, conforman una serie de cambios climáticos con una cíclica cercana a 1470 a 1500 años [Bond 1997: 1257].

La arqueología coincide en que la Revolución Neolítica, la agricultura y la sedentarización iniciaron prácticamente al mismo tiempo en diversas partes del mundo entre los 11 y 10 ka [Bar-Yosef *et al.* 1989, 1992, Harari 2014: pos.1403]. Es decir, parece ocurrir como un cambio adaptativo consecuencia en largo plazo del fin del Pleistoceno, de la Oscilación Preboreal que provocó el enfriamiento de la tierra y una prolongada sequía y del Evento Climático de Bond 8 (11 ka).

Durante el largo proceso adaptativo del Neolítico se dio el Evento Climático 7 (10.3 ka) que marcó el inicio del periodo Preboreal, el primero de los pisos del Holoceno, caracterizado por la fusión de los glaciares y por una alta humedad en el Sahara. Se le considera un periodo de transición al periodo Boreal o segundo piso del Holoceno [Dansgaard *et al.* 1989]. La erupción de las islas Kuriles, con índice de explosividad 7, el desecamiento del Lago Agassiz y el Evento Climático 5, conocido como Fluctuación Miso (8.2 ka) fueron el preámbulo del Óptimo Climático del Holoceno [Fagan 2007: 166-176].

La historia parecía repetirse. Nuevamente, un colapso del Casquete Laurentino interrumpió la circulación termohalina del Atlántico generando condiciones semiáridas y fuertes sequías. El impacto de esta oscilación ha sido motivo de debate ya que para algunos arqueólogos existe una sospechosa sincronización entre los proxys² climáticos y los culturales en la aldea neolítica de Çatalhöyük. Los arqueólogos piensan, por el cambio en residuos grasos en las vasijas, que los pobladores tuvieron que cambiar su dieta para adaptarse al cambio climático, dejando el ganado vacuno para aprovechar ovejas y cabras. Paralelamente, otros grupos se dispersaron desde Anatolia hacia Europa, Egipto y Medio Oriente, poblando la ribera del lago Euxine [Roffet-Salque *et al.* 2018, Fagan 2007].

Las vasijas de donde se obtuvieron los residuos lípidos fueron recuperadas en construcciones que mostraban modificaciones en la arquitectura, la arqueozoología y en los patrones de consumo. La secuencia completa expresa cambios en los patrones de cría y consumo, y que la vida cotidiana de los agricultores del neolítico, sus actividades económicas, la planeación de sus asentamientos y sus estrategias de procuración de alimentos tuvieron que transformarse como consecuencia del cambio climático [Roffet-Salque *et al.* 2018: 8705]. Aunque la idea ha sido debatida, las evidencias de que estas fluctuaciones climáticas afectaron a las comunidades neolíticas son cada vez mayores [Fernández *et al.* 2010, Roberts *et al.* 2009, Roffet-Salque *et al.* 2018, Wainwright *et al.* 2019].

Para el caso de México, se sabe que esta oscilación climática está asociada con un incremento sustancial en la precipitación pluvial que ocurrió después de un periodo de condiciones muy secas entre 11.7 ka y 8.2 ka, lo que provocó el establecimiento de un lago de agua dulce en Chalco. Sin embargo, no existen evidencias de asentamientos humanos en las riberas [Ortega-Guerrero *et al.* 2018]. Por su parte, en las sierras del norte de México existieron ambientes fríos y húmedos y se dio un incremento en la precipitación pluvial invernal, generando el desarrollo de sistemas lacustres en Baja California y ambientes húmedos en Chihuahua y Sonora. Hace siete mil años comenzó el incremento de la temperatura en Baja California y Chihuahua, iniciándose la desertificación [Lozano *et al.* 2015: 120].

El llamado Óptimo Climático del Holoceno (OCH) inició hace unos ocho mil años. Es considerado el periodo más cálido del Holoceno y tuvo una duración de 3 500 años [Davis *et al.* 2003]. Con él se inicia el largo periodo de estabilidad climática que dura hasta el presente con una temperatura promedio de $15\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ que permitió que la humanidad se desarrollara como lo ha hecho hasta hoy. Con este Óptimo Climático se definió el siguiente piso o periodo del Holoceno, el Atlántico (7 500 ka-5 700 ka) que termina cuando se inicia una transición hacia un periodo frío, el Subboreal (5 700 ka-2.4 ka) [Equihua *et al.* 2016].

Las condiciones cálidas del clima del periodo Atlántico, en especial en las latitudes boreales provocaron el colapso del lago Euxine. Como consecuencia de la rotura del colapso del Casquete Laurentino y del derretimiento de los Glaciares, el nivel del mar subió de forma tal que el Mediterráneo (que por esa época tenía unos 20 m por debajo del nivel actual) creció hasta desbordar la barrera que lo separaba del lago Euxine. A un ritmo de crecimiento de 15 cm por día, el Mediterráneo inundó la cuenca del Euxine, alguna vez el lago más grande del mundo, junto con las aldeas que se encontraban en sus orillas. El mar Negro quedó unido con el mar de Mármara a través del estrecho del Bósforo [Fagan 2007: 169-173].

La domesticación del ancestro silvestre del maíz y del propio maíz en Mesoamérica ocurrió durante el periodo Atlántico. Los fechamientos más recientes realizados sobre fragmentos de inflorescencias de maíz antiguo de Guilá Naquitz en Oaxaca lo colocan en 5.4 ka [Benz 2001]. Es decir, cerca del final del periodo Atlántico. Estudios realizados en la búsqueda de los controles de los colapsos del llamado Monzón Mesoamericano (al sur de los 20°N) han asociado el cultivo y domesticación del maíz a partir del cultivo de teosinte en las márgenes de los lagos de la cuenca del río Balsas en el intervalo de 10 y 5 ka. Esa época estuvo marcada por una precipitación pluvial muy variable, de muy húmeda cerca de 9.6 ka en el río Balsas a un periodo muy seco entre 9 y 7.2 ka y el regreso a condiciones húmedas entre 7 y 4 ka. La aparición de fitolitos de maíz y calabaza sugiere que la agricultura en el margen de los lagos pudo haber sido utilizada para explotar las capas freáticas altas en este ambiente como una adaptación a los caprichos de un clima inestable del Holoceno [Lachniet *et al.* 2013: 9259].

La terminación del periodo Atlántico se relaciona con dos eventos que se traslapan: el Evento Climático 4 de 5.9 ka que provocó una intensa aridificación y la Oscilación de Piora que produjo un brusco y repentino enfriamiento entre 5.2 y 4.9 ka cuyos efectos son discutidos [Blümel 2009]. Lo cierto es que a partir del enfriamiento del Piora, da inicio el periodo Subboreal (3.6-2.45 ka), un largo periodo frío.

A la mitad del Subboreal ocurrió el Evento Climático 3 (ciclos climáticos de 1 500 años), que se asocia con una grave sequía secular en el Norte de África, Sureste de Asia y el centro de Norteamérica y con la caída del Imperio antiguo de Egipto y del Imperio acadio de Mesopotamia. Entre 3.2 ka y 2.5 ka ocurrió la llamada neoglaciación, asociada con el Evento Climático 2 (2 800 ka) de la Edad del Hierro que provocó un descenso de las temperaturas y aridez [Menéndez 2013: 43].

Investigaciones recientes en la antigua Mesopotamia han revelado que el inicio, apogeo y colapso del superimperio Neo-Asirio estuvo relacionado con dos momentos climáticos: la primera fase de ascenso vertiginoso cerca del 2.9 ka fue de una humedad y pluviosidad extraordinarias que duraron 200 años; la segunda fase, de rápido colapso, tuvo lugar en 2.6 ka y se relaciona con la llamada Megasequía Asiria [Sinha *et al.* 2019].

Es en este contexto de bajas temperaturas y sequías cuando aparecieron las primeras civilizaciones mesoamericanas en la selva tropical: los olmecas e Izapa [Cyphers 2015: 27-32, Rosenswig *et al.* 2018]. El colapso de los olmecas de la Venta se dio en el 2.4 ka coincidiendo con la emergencia de la cultura Chupicuaro en el Centro de México y con la transición del periodo Subboreal y el periodo Subatlántico (2.45 ka) [Lowe 1998, Darras 2006]. En el norte de México, los últimos 4 000 años se caracterizaron por la reducción en la precipitación de verano y por un proceso de desertificación [Lozano *et al.* 2015: 120-121].

El periodo Subatlántico es el último piso del Holoceno y en el que nos encontramos actualmente. Se divide en dos periodos de clima cálido llamados Óptimo Romano (Subatlántico Antiguo) y Óptimo Medieval (Subatlántico Medio), acompañados de episodios fríos: la PETM y la PEH. Algunos autores proponen nombrar Subatlántico Joven o Antropoceno a la fase de calentamiento global que se inició alrededor de la mitad del siglo XIX [Equihua *et al.* 2016, Instituto Geológico y Minero de España 1988: 190], pero la Comisión Internacional de Estratigrafía aún se niega a reconocer que el moderno ser humano haya tenido un impacto geológico, por lo que le llamó Megalayense.

El término Óptimo Romano describe el clima favorable para la agricultura que prevalecía durante el desarrollo del Imperio romano donde la frontera mediterránea se encontraba muy al norte [Fagan 2007: 294-295].

Para Mesoamérica marca el momento del surgimiento del Estado y de la complejidad social conocida como Horizonte Clásico. Aunque los *proxies* paleoclimáticos son complejos para el centro de México, los registros indican un patrón de ambientes secos y niveles lacustres bajos, tanto para la Cuenca de México y Zempoala como para la del Alto Lerma, Zirahuén y Pátzcuaro [Lozano *et al.* 2015: 122-123]. El estudio realizado en la estalagmita de la cueva de Yuxtlahuaca en Guerrero, correlacionada con las mediciones del observatorio de Tacubaya para los años 1878 y 1978, demostraron que eran buenos *proxies* para la reconstrucción paleoclimática de la Cuenca de México para los últimos 2400 años. En su investigación concluyen que las fluctuaciones climáticas de la región de Yuxtlahuaca y de la Cuenca de México son causadas por la fuerza del monzón de Norteamérica y que ella está asociada con El Niño que provoca un monzón débil, mientras que La Niña genera una baja temperatura superficial del mar y un monzón fuerte. Es decir, las variaciones en la precipitación del monzón de verano estuvieron relacionadas con la variación de la temperatura superficial del mar en el Pacífico oriental [Lachniet *et al.* 2012: 259-261].

La reconstrucción que hacen de la precipitación pluvial y la temperatura de la Cuenca de México indica que la lluvia variaba entre ~400 y 1 000 mm al año, con un promedio de 705±139 mm al año. La mayor humedad con el pico más alto de precipitación de ~1 000 mm al año se dio al final del Formativo temprano e inicios del Formativo medio, entre 1500 y 400 AEC, que provocó los máximos niveles del tirante de agua cerca del año 500 AEC. El surgimiento de Teotihuacan coincide con una precipitación pluvial por debajo de la normal y un descenso en los niveles del lago que ocurrió en los dos últimos siglos antes de la Era Común. El inicio de la construcción de la zona monumental de Teotihuacan en los primeros siglos de nuestra era está asociado con una precipitación pluvial por arriba de la media [Lachniet *et al.* 2012: 260].

En contraste, pruebas edafológicas y sedimentológicas realizadas en diversos lagos de la península de Yucatán, muestran una intrusión de la sabana, una caída en los niveles de los lagos y un periodo severamente seco que se relaciona con el abandono de El Mirador, Kaminaljuyú e Izapa en 150 EC [Gill 2008: 333-337 y 380-384].

Llama la atención el final del Óptimo Romano, pues se corresponde con una serie de acontecimientos que afectaron drásticamente el clima. Al inicio del siglo vi, el Óptimo Romano se colapsó para iniciar una etapa fría, la PETAH (520 EC) que contrajo la frontera mediterránea al norte de África. Se desconocen las causas que la provocaron pero utilizando *proxies* provenientes de los anillos de los árboles (TRW), particularmente de encinos (*Quercus spp.*), se ha podido establecer que se trató de una fase de grandes fluctuaciones climáticas que se dieron en el marco de un incremento en la precipitación pluvial y un descenso en la temperatura entre el 250-600 EC [Büntgen *et al.* 2011, 2016]. Utilizando *proxies* para establecer el clima en fases de 30 años, se ha encontrado que entre los 380-410 EC fueron los de mayor calor de los últimos 2 000 años [Ahmed *et al.* 2013, Pages 2k Consortium 2015].

El enfriamiento de larga duración que ocurrió entre los años 536-660 EC, parece estar sincronizado con una serie de grandes erupciones volcánicas como las del volcán Hapete que forma parte del súper volcán Taupo de Nueva Zelanda cerca del año 250 EC y del volcán Ilopango en El Salvador [Sparks *et al.* 1995, Dull *et al.* 2019], retroalimentadas por los océanos (tal vez un fenómeno Niño), los hielos marinos y un mínimo solar [Sigl *et al.* 2015, Büntgen *et al.* 2016].

El efecto de la erupción fue que durante el episodio climático más abrupto de los últimos 2 000 años se produjo una densa niebla seca en Europa, Asia y China, seguidas de hambrunas, epidemias y migraciones [Fagan 2007: 298-300]. Esta anomalía climática está asociada con diversos tipos de reacciones sociales, desde los colapsos hasta migraciones y reorganizaciones. Entre muchos, se destacan: la caída del Imperio romano (476 EC), la Plaga de Justiniano (541-543 EC), el final del Imperio Gupta en la India (540-550 EC), al convulso periodo de la dinastía Sui en China (581-618 EC), la expansión turca hacia Mongolia, el colapso del Imperio turco de oriente, la transformación del Imperio romano de oriente y la decadencia de la cultura Moche en la zona andina [Büntgen *et al.* 2016].

Para Mesoamérica se han reportado evidencias de oscilaciones climáticas que van desde la sequía maya, el intervalo seco de la cuenca alta del Lerma, la sequía de los Tuxtlas y la megasequía en Guerrero, mientras que los registros del centro-occidente muestran que la anomalía terminó con ambientes húmedos [Lozano *et al.* 2015]. Entre los reacomodos mesoamericanos se destacan el colapso de Teotihuacan, el fin de la hegemonía de Tikal, el abandono de Calakmul y otras ciudades del Petén entre 534 y 593 EC, en un proceso de rompimiento político conocido como "El Hiato" [Marcus 2001: 313-318, Gill 2008: 384-386]. El colapso de Teotihuacan, como el de las grandes ciudades mayas, implicó la formación de unidades políticas autónomas de menor extensión territorial [Marcus 2001: 314]. Estos procesos se encuentran asociados con alguna de las décadas más frías de PETAH que, a su vez, constituyen las 10 décadas más frías de los últimos 2 000 años [Büntgen *et al.* 2016: 4].

Para el caso de la Cuenca de México, los eventos asociados con la caída de Teotihuacan alrededor del año 550 EC ocurrieron cuando tenía fin una tendencia a la sequía que culminó con una megasequía de 150 años. Los datos muestran que el colapso estuvo imbricado con un periodo de sequía y con el decremento en las recargas de los acuíferos de la cuenca que pudieron asociarse con otros cambios paleoambientales como la pérdida de la cobertura arbórea y la erosión. La tendencia a la desecación continuó durante el Epiclásico [Lachniet *et al.* 2012: 260-261].

El fin de PETAH abrió un clima cálido conocido como Óptimo Medieval, caracterizado por un incremento en la temperatura y la precipitación equiparables al periodo romano; se redujo la variabilidad climática y se alcanzaron los veranos más húmedos durante los siglos XIII y XIV. Las estaciones húmedas y suaves

permitieron un crecimiento demográfico económico y político en Europa que derivó en un mayor número y complejidad de los asentamientos, en la movilidad de los grupos y en la búsqueda de nuevas tierras para poblar [Ahmed *et al.* 2013: 580]. De igual manera, habitantes de la Polinesia se aventuraron por el Océano Pacífico, llegando a Nueva Zelanda alrededor del año 1000 EC, como vimos páginas arriba.

Sin embargo, todo parece indicar que, en otras latitudes como en América del Norte, este periodo se caracterizó por la falta de agua y la tendencia a fuertes sequías como en el área maya (800-950 EC), en el occidente de México, Juxtlahuaca, Santa María del Oro, Juanacatlán, Querétaro, Nevado de Toluca y en Guerrero, donde tuvo la particularidad de culminar con una megasequía [Lozano *et al.* 2015: 123].

Para el caso de Mesoamérica, entre los años 700 a 900, esta sequía se asocia con las unidades políticas fragmentadas del Epiclásico del Centro de México y con el colapso en el área maya [Gill 2008, Marcus 2001]. En la Cuenca de México, la megasequía ocurrida entre el 690 y el 860 EC provocó que los recursos hídricos fueran incapaces de soportar una gran cantidad de población [Lachniet *et al.* 2012]. Los estudios paleoclimáticos en el área maya han identificado sequías extremas en las tierras bajas que pudieron originarse por cambios en la actividad solar, la que, combinada con la deforestación antrópica causada por la intensa ocupación humana en la selva tropical, pudieron provocar cambios en los patrones regionales de vegetación, el incremento de la insolación y el descenso de la humedad [Lozano *et al.* 2015: 124].

Utilizando los *proxies* derivados del estudio epigráfico, se ha propuesto el ritmo y ciclo del colapso en grupos de ciudades que lo hicieron entre el 760-810 EC al oeste y suroeste del área maya, el 811 y 860 EC al sureste y 861 y 910 EC en el centro y el norte. La consecuencia de este periodo de sequías fue la muerte de las personas y la emigración de otras en una diáspora hacia territorios vecinos en lo general, pero que llegó a alcanzar el Altiplano Mexicano al oriente [Gill 2008: 388-399].

En Norteamérica la sequía no ocurrió de manera uniforme: existieron territorios donde aumentó la pluviosidad que derivó en el incremento de complejidad social y una reorganización jerárquica de los grupos anasazi que ocuparon el Cañón del Chaco, Cahokia en la orilla del Missouri, así como el avance de las fundaciones vikingas en Islandia, Groenlandia y la Península del Labrador [Gumerman 1988, Pauketat 2004, Fagan 2007: 318-326].

De acuerdo con algunos autores, la mayor humedad presente en la zona de Juanacatlán se explica por un monzón más activo con condiciones tipo La Niña, lo que derivaría en un incremento en la humedad en la región norte y noroccidente del Altiplano Central y la generación de condiciones de sedentarización y expansión de la frontera mesoamericana hacia territorios del semidesierto durante el Postclásico temprano, favoreciendo un nuevo incremento de la complejidad social en sitios representativos como Tula y Chichén Itzá [Lozano *et al.* 2015: 123, Armillas 1964]

El desarrollo de Tula en el Centro de México se asocia con un regreso a un clima más húmedo de 700-900 mm anuales entre los siglos IX y XVI. Algunos autores, consideran que la sequía y el frío del siglo XII provocaron conflictos sociales en Tula, pues las fuentes hablan de una gran sequía al décimo año del reinado de Ce Acatl Topiltzin, aunque esa sequía no aparece reflejada en los datos de Yuxtlahuaca [Gill 2008: 356-357, Lachniet *et al.* 2012: 262].

En el siglo XIII tuvo lugar un evento o una conjunción de eventos catastróficos de origen desconocido que colapsaron el clima cálido hacia el frío iniciando un nuevo periodo conocido como Pequeña Edad de Hielo, la PEH o LIA, por sus siglas en inglés. Las *proxies* analizadas para integrar las variaciones climáticas por ciclos de 30 años en el ámbito mundial muestran que entre los años 1200 y 1300 EC se inició un proceso de enfriamiento en el Ártico, Europa y Asia, menos notorio en América. Las investigaciones sobre las causas de este enfriamiento han sugerido una intensa actividad volcánica y solar, así como una disminución de la insolación en el verano de origen orbital [Ahmed *et al.* 2013: 341].

Se pensaba que el episodio de 1250 EC pudo estar relacionado con las erupciones de los volcanes Okytaina y Tarawera (Nueva Zelanda) de 1315 EC, el Chichón (México) 1000 EC y Quilotoa (Ecuador) de 1280 EC, pero éstas no tienen correspondencia de tiempo ni de magnitud de la explosión. Un equipo interdisciplinario propuso que se trató del volcán Samalas, adyacente al complejo volcánico Rinjani (Lombok, Indonesia), que tuvo la erupción más grande de los últimos 7000 años con un volumen de expulsión calculado en al menos 40 km. de magma [Lavigne *et al.* 2013: 16742-16743]. La cadena de eventos ocurridos en los siguientes 100 años habla de la susceptibilidad del ser humano a los cambios climáticos abruptos: malas cosechas y hambrunas en Europa de las cuales la más importante es conocida como la Gran Hambruna de 1315-1317 EC [Fagan 2008: 65-86]. Quizá el más contundente de los efectos sobre la población humana fue la peste negra que se inició en el desierto de Gobi, llegó a China entre 1331-1334 EC, de ahí pasó a la India, luego a Rusia y a través de las rutas comerciales alcanzó los puertos mediterráneos de Europa en 1346 EC. La peste negra se repitió en Europa en sucesivas oleadas hasta el último brote a principios del siglo XIX, pero ninguno de los brotes posteriores tuvo la gravedad de la epidemia de 1347 EC que acabó con entre el 30% y 60% de la población de Europa [Aberth 2005, Zahler 2009, Ziegler 2009]. Con el descenso de la población y la escasez de mano de obra en Europa, se generaron las condiciones para el surgimiento del capitalismo, la llamada acumulación originaria de capital [Marx 1975].

La causa de esta epidemia fue la *Yersinia pestis*, cuya difusión se debió a ciclos de primaveras húmedas y veranos cálidos seguidos de repentinos periodos secos y fríos en Asia Central que acabaron con la mayoría de los jerbos portadores de las pulgas y las forzaron a buscar otros hospedadores alternativos como los humanos, los camellos o las ratas. No obstante, los mecanismos de dispersión son poco conocidos y es probable que también tuvieran un papel importante los piojos y pulgas humanas [Dean *et al.* 2018].

Más allá del colapso europeo, otras culturas en diversas partes del mundo llegaron a su fin: Angkor del Imperio jemer, la Colonia nórdica en Groenlandia, Cahokia, los Woodlands, Hohokam, Cañón del Chaco, los

Anasazi en Estados Unidos, Huari en Perú, Casas Grandes y Tula en México [Tainter 1995: 8-21]. Sin embargo, para el caso de Tula, no existe una correlación entre su colapso y la existencia de un cambio drástico del clima o sequías multianuales [Lachniet et al. 2012: 261].

Tenochtitlan fue fundada en el centro del lago de Texcoco de la Cuenca de México alrededor de 1325 EC seguida de una sequía severa que provocó hambrunas entre 1332 y 1335 [Gill 2008: 358-359]. Los datos de Yuxtlahuaca muestran un constante incremento en la precipitación pluvial y en las condiciones de humedad que tienen su punto más alto alrededor del año 1450 EC, que coincide con la construcción del albaradón de Netzahualcóyotl. En el marco de este clima de alta pluviosidad y humedad se dio un lapso de climas fríos, heladas tempranas y sequías que produjeron la gran hambruna de 1454 EC, año que las fuentes refieren como *aconejarse*, pues se corresponde al Uno Conejo (1 *Tochtli*) del calendario prehispánico [Lachniet et al. 2012: 261, Gill 2008: 356-367].

Luego del episodio del siglo XIII, el clima se modificó de cálido a frío. Durante la PEH ocurrieron periodos de sequías, especialmente en los siglos XVII y XVIII, lo que ha originado que algunos autores consideren al primero como el siglo maldito, por el clima frío y seco que se desarrolló entre 1620 y 1660 [Parker 2013]. Los estudios realizados en México a partir de las fuentes documentales como proxy data, en especial las derivadas de las ceremonias de rogativa han mostrado un panorama difícil para los siglos XVII y XVIII en la Nueva España [Garza 2015, 2017]. Los datos de Yuxtlahuaca muestran una tendencia a la disminución de la precipitación pluvial durante los siguientes 200 años [Lachniet et al. 2012: 261].

Para México, la combinación de la información de las fuentes documentales, con datos dendrocronológicos asociada con los mínimos de manchas solares [mínimo Maunder 1645-1715 y mínimo Dalton 1780-1820] ha permitido dividir la PEH en dos grandes fases, una húmeda entre 1550 y 1720 y una seca entre 1720 y 1850. Las décadas de 1760 y 1770 fueron particularmente severas [Garza 2015: 87-90].

Los datos de los anillos de crecimiento de los árboles para los años 1785-1787, periodo conocido como "El Año del Hambre", muestran un gran impacto de las sequías consecutivas entre los paralelos 17 N y 28 N relacionadas con la presencia del Niño y con heladas tardías en primavera y tempranas en otoño causadas por la erupción del volcán Laki entre 1783 y 1784. La erupción de esta grieta volcánica en Islandia provocó condiciones climáticas anormales en Europa y Norteamérica entre 1785 y 1790, hambruna en Europa y el norte de África [Lozano et al. 2015: 124, National Geographic 2015, Rutgers University 2006].

En el Valle del Mezquital, los procesos de fracturamiento del antiguo *Altepetl*/Itzmiquilpan-Tlazintla se dieron en 1620 y 1790. El primero, concuerda con la fecha de inicio de las sequías en Europa, pero los documentos parecen representar un periodo de bonanza agrícola y ganadera para las haciendas y para las comunidades indígenas. En abril de 1621 se dio una gran sequía por lo que se hizo una ceremonia de rogativa con la imagen destruida del Cristo de Mapeté [López 2005: 235-236]. Para 1794, en diversas partes de la región se habla de escasez, de epidemias, enfermedad y mortandad, emigración y siembras fracasadas, lo que pone en boca de los otomíes, por primera vez, la palabra pobreza. En 1794 piden que se les condonen los tributos [López 2005: 342]. Son las sequías que originaron la crisis agrícola que antecedió el movimiento independentista [Florescano 1986a, 1986b].

A partir de 1850 se inicia el periodo de Calentamiento Global al que se quiere llamar Antropoceno. Se piensa, por su concordancia con la Revolución industrial, que es el resultado de los procesos de contaminación ambiental generados por la combustión de fósiles en la segunda mitad del siglo XIX. Para la Cuenca de México, después de una alta precipitación pluvial en 1865, hubo una caída a escalas muy bajas en 1905 y no regresó a la normalidad sino hasta 1920 [Lachniet et al. 2012: 261]. A la fecha, todavía no se alcanzan las máximas temperaturas del Óptimo Romano y del Óptimo Medieval y no existe un acuerdo sobre el impacto humano en el ciclo de calentamiento.

CONCLUSIONES

El Holoceno es el periodo geológico cuando la especie humana ha sido dominante. En su devenir, vivió la quinta extinción masiva que ha ocurrido en el nivel planetario, la de los grandes mamíferos, y fue capaz de sobrevivir [Leakey 1997]. También ha sido la causante de la extinción de las grandes especies de aves y mamíferos que ha encontrado a su paso y ha sido capaz de destruir Ecosistemas locales produciendo grandes cambios en las interacciones de las especies desde la época de los cazadores y recolectores. Pareciera ser que los grupos humanos son particularmente destructores en entornos novedosos y sobre grandes especies, es decir cuando se encuentran por vez primera con animales desconocidos y de mayor talla que la humana.

Elinor Melville sugiere que la destrucción de los paisajes y los Ecosistemas es consecuencia del efecto negativo de actuar para el corto plazo y no tener una perspectiva de largo plazo en las acciones de los grupos humanos, tiene que ver con un proceso conocido como la "tragedia de los comunes":

La transformación del Valle del Mezquital de una región agrícola fértil y productiva en una tierra mala dominada por el mezquite, el paso del pastoreo común al acceso exclusivo y la evolución de las explotaciones privadas, sugieren una relación causa-efecto entre el pastoreo excesivo de los bienes comunes, la degradación ambiental y la privatización de los derechos de propiedad; es decir, el juego de una "tragedia de los comunes" [Melville 1994: 157].

La especie humana, de igual manera, ha sido capaz de modificar selectivamente a determinadas especies animales y vegetales, produciendo mejoras y cambios que hacen difícil identificar a sus antepasados y los pasos del proceso de domesticación, quedando en el campo especulativo. Destrucción, exterminio y domesticación han sido los procesos con los que el hombre ha impactado localidades del ecosistema planetario con tecnologías y sistemas sociales de carácter regional y local que generaban un impacto diverso,

disperso y puntual hasta el advenimiento del capitalismo: el primer sistema mundial que ha impactado de forma global el clima, el ecosistema, la tierra y el paisaje.

La concordancia de la fecha de inicio de la Revolución industrial de 1850 con el fin de la PEH y el incremento de la temperatura en el planeta ha llevado a pensar que está relacionado con el impacto humano en el ecosistema planetario a partir de la quema de los combustibles fósiles, de la contaminación ambiental y de la producción de gases de efecto invernadero, es decir, que el hombre es responsable del llamado cambio climático. Sin embargo, en la perspectiva de largo plazo, el Holoceno se ha caracterizado por ser un periodo de altas temperaturas. Por esa razón Fagan [2007] tituló su libro *El largo verano*.

Cada periodo de alta temperatura está circunscrito por episodios fríos: el Óptimo del Holoceno, el Óptimo Romano, el Óptimo Medieval y las oscilaciones y fluctuaciones han sido consustanciales a esta era. Pareciera que el Óptimo Romano y el Óptimo Medieval conforman un solo periodo que fue interrumpido por dos eventos fríos y es probable que la recuperación climática que está ocurriendo en la actualidad sea sólo parte de un proceso de altas temperaturas de larga duración. El ciclo anterior el Óptimo Climático del Holoceno tuvo una duración de 3 500 años y este ciclo lleva apenas 2 500.

Desde la historia humana, los periodos cálido-húmedos han favorecido la creatividad y la innovación, la jerarquización y la complejización social. Así lo ilustran la Revolución neolítica y los diferentes apogeos civilizatorios, incluido el romano y el desarrollo cultural de la Edad Media. Por su parte, los episodios fríos asociados con sequías intensas han producido colapsos. Los dos últimos, el del Imperio romano y el de la Edad Media europea están asociados con importantes reorganizaciones económicas: la transición del esclavismo al feudalismo y la transición al capitalismo, procesos que ocurrieron en dos súbitos e inesperados episodios fríos en los años 520 y 1250 EC. En esos episodios otras culturas se colapsaron y desaparecieron de la faz de la tierra o sufrieron reorganizaciones importantes [Tainter 1995: 8-21].

Lo mismo ocurrió con otros episodios fríos asociados con sequías donde algunas sociedades desaparecieron, se colapsaron o estuvieron al borde del colapso: constituyeron el espacio de fragilidad de la especie humana ante los cambios climáticos. Para Mesoamérica se ha observado una relación entre periodos de sequía y episodios de frío extendido con turbulencia social que se ha relacionado con el colapso de las civilizaciones [Gill 2008: 380]. Es decir, los efectos entrelazados de las sequías-episodios fríos producen hambre, sed, enfermedad, migración y conflicto [Gill 2008: 446-447].

Estos efectos pueden ser amplificados por la acción humana al intensificar sus prácticas agrícolas tradicionales. Si, como en el caso de los mayas, la agricultura era de roza en campos fijos combinada con huertos, lo más probable es que el hábitat de la selva se encontrara fragmentado en el momento de las sequías. La cantidad de tierra disponible se encontraba limitada y disminuía con el tiempo, por lo que la intensificación se expresó como una reducción del descanso de las parcelas incrementando los años sucesivos de siembra, solución que incrementó la productividad en el corto plazo pero que a lo largo produjo su decremento por la degradación del hábitat debido a la pérdida de los nutrientes en el suelo [Kevin 1997: 512-523].

El colapso de las sociedades es un tema antiguo que comienza a ser visto con otros ojos desde la obra de Tainter [1995], Diamond [1984, 2002, 2005] y Marina [2010] y se sintetiza en la pregunta de este último: “¿por qué las sociedades toman decisiones que llevan a su destrucción?” [Marina 2010: 12]. La incapacidad de ciertas sociedades de adaptarse a los cambios del entorno tiene múltiples formas de expresarse y cada colapso debe investigarse para comprender mejor la fragilidad humana ante los cambios climáticos.

REFERENCIAS

- Aberth, John, 2005, *The Black Death: The Great Mortality Of 1348-1350: A Brief History With Documents*. Bedford Series in History and Culture. Boston.
- Ahmed, Moinuddin, Kevin J. Anchukytis, Asrat Asfawossen *et al.*, 2013, Continental-scale temperature variability during the past two millennia. *Nature Geoscience*, 6 (5): 339-346.
- Anderson, Atholl, 1984, The Extinction of Moain Southern New Zealand, en *Quaternary extinctions: a prehistoric revolution*, Paul S. Martin y Richard. G. Klein (eds.). University of Arizona Press. Tucson: 728-740.
- Armillas, Pedro, 1964, Condiciones ambientales y movimientos de pueblos en la frontera septentrional de Mesoamérica, en *Homenaje a Fernando Márquez-Miranda, arqueólogo e historiador de América*. Seminario de Estudios Americanistas y Seminario de Antropología Americana (ed.), Universidades de Sevilla y Madrid. Madrid: 62-82.
- Bar-Yosef, Ofer, y Anna Belfer-Cohen, 1989, The origins of sedentism and farming communities in the Levant. *Journal of world prehistory*. 3(4): 447-498.
- Bar-Yosef, Ofer, y Anna Belfer-Cohen, 1992, From foraging to farming in the Mediterranean Levant. *Transitions to agriculture in prehistory*. 21-48.
- Bartra, Roger, 1975, Ascenso y caída de Teotihuacan, en *Marxismo y sociedades antiguas*. El modo de producción asiático y el México prehispánico, Roger Bartra (ed.). Editorial Grijalbo. México: 99-118.
- Bartra, Roger, 1992, *El salvaje en el espejo*. Era/UNAM. México

- Benz, B. F., 2001 Archaeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98 (4): 2104–2106.
- Berlin, Isaiah, 2019, *El fuste torcido de la humanidad: Capítulos de historia de las ideas*. Ediciones Península. Madrid.
- Bernal, Ignacio, 1959, Evolución y alcance de las culturas mesoamericanas, en *Esplendor del México Antiguo*, Carmen Cook de Leonard (ed.). Centro de Investigaciones Antropológicas de México. México: 97–126.
- Binford, Lewis R., 1965, Archaeological Systematics and the Study of Culture Process. *American antiquity*, 31 (2): 203.
- Blümel, Wolf Dieter, 2009, Natural climatic variations in the Holocene: past impacts on cultural history, human welfare and crisis, en *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Hans Günter Brauch, Úrsula Oswald Spring, John Grin, et al. (eds.). Springer, Berlin, Heidelberg: 103–118.
- Bond, Gerard, 1997, A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates. *Science*, 278 (5341): 1257–1266.
- Büntgen, Ulf, Vladimir S. Myglan, Fredrik Charpentier Ljungqvist et al., 2016, Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD. *Nature Geoscience*, 9 (3): 231–236.
- Büntgen, Ulf, Willy Tegel, Kurt Nicolussi et al., 2011, 2500 years of European climate variability and human susceptibility. *Science*, 331 (6017): 578–582.
- Comisión Internacional de Estratigrafía (CIE), 2018, Tabla Cronoestratigráfica Internacional. <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2018-08Spanish.pdf>. Consultado el 11 de noviembre de 2019.
- Cyphers, Ann, 2015, *Las bellas teorías y los terribles hechos. Controversias sobre los olmecas del Preclásico inferior*. Instituto de Investigaciones Antropológicas. México.
- Dansgaard, W., J. W. C. White y S. J. Johnsen, 1989, The abrupt termination of the Younger Dryas climate event. *Nature*, 339 (6225): 532–534.
- Darras, Véronique, 2006, Las relaciones entre Chupícuaro y el Centro de México durante el Preclásico reciente. Una crítica de las interpretaciones arqueológicas. *Journal of Scientific Agriculture*, 92 (92-1 y 2): 69–110.
- Davis, Basil. A. S., Simon Brewer, Anthony Clark Stevenson et al., 2003, The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. *Quaternary science reviews*, 22 (15-17): 1701–1716.
- Dean, Kytharine R., Fabienne Krauer, Lars Walloe et al., 2018, Human ectoparasites and the spread of plague in Europe during the Second Pandemic. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115 (6): 1304–1309.
- Diamond, Jared M., 1984, Historic Extinction: A Rosetta Stone for Understanding Prehistoric Extinctions, en *Quaternary extinctions: a prehistoric revolution*, Paul S. Martin y Richard G. Klein (eds.). University of Arizona Press. Tucson: 824–866.
- Diamond, Jared M., 2002, Archaeology: Life with the artificial Anasazi. *Nature*, 419 (6907): 567–569.
- Diamond, Jared M., 2005, *Collapse: How societies choose to fail or succeed*. Viking. Nueva York.
- Dull, Robert A., John R. Southon, Steffen Kutterolf et al., 2019, Radiocarbon and geologic evidence reveal Ilopango volcano as source of the colossal 'mystery' eruption of 539/40 CE. *Quaternary Science Reviews*, 222: 105855.
- Equihua Zamora, Miguel, Arturo Hernández Huerta, Octavio Pérez Maqueo et al., 2016, Cambio global: el Antropoceno. *Ciencia Ergo Sum*, 23, marzo-junio: 67–75. <http://www.redalyc.org/journal/104/10444319008/index.html>. Consultado el 11 de noviembre de 2019.
- Fagan, Brian, 2007, *El largo verano. De la Era Glacial a nuestros días*. Editorial Gedisa. Barcelona.
- Fagan, Brian, 2008 *La Pequeña Edad de Hielo. Cómo el clima afectó a la historia de Europa. 1300-1850*. Gedisa. Barcelona.
- Fernández López de Pablo, Javier y Michael A. Jochim, 2010, The Impact of the 8 200 CAL BP Climatic Event on Human Mobility Strategies During the Iberian Late Mesolithic. *Journal of Anthropological Research*, 66 (1): 39.
- Florescano, Enrique, 1986a, *Origen y desarrollo de los problemas agrarios de México. 1500-1821*. Era, SEP. México.
- Florescano, Enrique, 1986b, *Precios del maíz y Crisis agrícolas en México, 1708-1810*. Era. México.

- Garza Merodio, Gustavo Gerardo, 2015, Caracterización de la Pequeña Edad de Hielo en el México central a través de fuentes documentales. *Investigaciones Geográficas*, (85): 82-94.
- Garza Merodio, Gustavo Gerardo, 2017, *Variabilidad climática en México a través de fuentes documentales (siglos XVI al XIX)* Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Gill Richardson B., 2008, *Las grandes sequías mayas. Agua, vida y muerte*. FCE. México.
- Glosario: Datos proxy-Definición, s/f, https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/426_datos-proxy. Consultado el 19 de noviembre de 2019.
- Gould, Stephen Jay, 2010 *La estructura de la teoría de la evolución*. Tusquets. Barcelona.
- Gumerman, George J. (ed.), 1988, *The Anasazi in a changing environment*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Harari, Yuval Noah, 2014, *De animales a dioses. Breve historia de la humanidad*. Editorial Debate, Penguin Random House Grupo Editorial España, Edición de Kindle. España.
- Harshman, John, Edward L. Braun, Michael J. Braun *et al.*, 2008, Phylogenomic evidence for multiple losses of flight in ratite birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (36): 13462–13467.
- Kevin, Johnston, 1997, ecología Agrícola Tropical y el Colapso Maya en x *Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1996*, Jean Pierre Laporte y H. Escobedo (eds.). Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala: 512–523.
- Instituto Geológico y Minero de España (ed.), 1988, *Riesgos geológicos*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Lachniet, M. S., Y. Asmerom, J. P. Bernal *et al.*, 2012, A 2 400 y. Mesoamerican rainfall reconstruction links climate and cultural change. *Geology*, 40 (3): 259–262.
- Lachniet, M. S., Y. Asmerom, J. P. Bernal *et al.*, 2013 Orbital pacing and ocean circulation-induced collapses of the Mesoamerican monsoon over the past 22 000 y. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110 (23), 9255–9260.
- Lavigne, Franck, Jean-Philippe Degeai, Jean-Christophe Komorowski *et al.*, 2013, Source of the great a.d. 1257 mystery eruption unveiled, Samalas volcano, Rinjani Volcanic Complex, Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110 (42): 16742–16747.
- Leakey, Richard E., 1997, *La Sexta Extinción. El futuro de la vida y de la humanidad*. Tusquets. Barcelona.
- López Aguilar, Fernando, 2005, *Símbolos del tiempo. Inestabilidad y bifurcaciones en los pueblos de indios del Valle de Mezquital*. Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Hidalgo. Pachuca.
- López Aguilar, Fernando, 2011 Archaeological stratigraphy, discontinuities and evolution, en *Darwin's Evolving Legacy*, Jorge Martínez Contreras y Aura Ponce de León (eds.). Siglo XXI. Universidad Veracruzana. México: 359–366.
- Lowe, Gareth W., 1998, *Mesoamérica Olmeca: diez preguntas*. inah, Centro de Investigaciones Humanísticas de Mesoamérica, UNAM. México.
- Lozano García, María Del Socorro, Priyadarsi Debajyoti Roy, Yohan Alexander Correa Metrio *et al.*, 2015, Registros paleoclimáticos, en *Reporte Mexicano de Cambio Climático. Grupo 1. Bases científicas. Modelos y modelización*, 1, Benjamín Martínez López (coord.). UNAM/Programa de Investigación en Cambio Climático. México: 113–130.
- Marcus, Joyce, 2001, La zona maya en el Clásico terminal, en *Historia Antigua de México. El Horizonte Clásico*, Linda Manzanilla y Leonardo López Luján (eds.). INAH UNAM-Miguel Ángel Porrúa. México: 301–346.
- Marina, José Antonio, 2010, *Las culturas fracasadas. El talento y la estupidez de las sociedades*. Editorial Anagrama. Barcelona.
- Martin, Paul S., 1984, Prehistory Overkill: The Global Model, en *Quaternary extinctions: a rehistoric revolution*, Paul S. Martin y Richard. G. Klein (eds.). University of Arizona Press Tucson: 354–403.
- Marx, Carlos, 1975, *El Capital: Crítica de la Economía Política*, I. FCE. México.
- Melville, Elinore G. K., 1994, *A Plague of Sheep: Environmental Consequences of the Conquest of Mexico*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Menéndez Fernández, Mario, 2013, *Prehistoria reciente de la península ibérica*. UNED. España.
- National Centers for Environmental Information (NCEI), s/f, What Are “Proxy” Data? Formerly known as National Climatic Data Center (NCDC). <https://www.NCDC.noaa.gov/news/what-are-proxy-data>. Consultado el 20 de noviembre de 2019.

- National Geographic, 2015, El volcán islandés que cambió el clima de Europa. October 15. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/volcan-islandes-que-cambio-clima-europa_9672. Consultado el 18 de julio del 2020.
- Ortega-Guerrero, Beatriz, Marco Albán Albarrán-Santos, Margarita Caballero *et al.*, 2018, Reconstrucción paleoambiental de la subcuenca de Xochimilco, centro de México, entre 18 000 y 5000 años antes del presente. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 35 (3): 254–267.
- Pages 2k Consortium, 2015, Erratum: Corrigendum: Continental-scale temperature variability during the past two millennia. *Nature Geoscience*, 8 (12): 981–982.
- Parker, Geoffrey, 2013, *El siglo maldito. Clima, guerras y catástrofes en el siglo XVII*. Editorial Planeta. Barcelona.
- Pauketat, Timothy R., 2004, *Ancient Cahokia and the Mississippians*. (Case Studies in Early Societies). Cambridge University Press. Cambridge.
- Rasool, S. Ichitaque y Nicolas Skrotzky, 1989, *La tierra, ese planeta diferente*. Gedisa. Barcelona.
- Reynoso, Carlos, 2006, *Complejidad y caos: una exploración antropológica*. Editorial SB. Buenos Aires.
- Roberts, Neil y Arlene Rosen, 2009, Diversity and Complexity in Early Farming Communities of Southwest Asia: New Insights into the economic and Environmental Basis of Neolithic Çatalhöyük. *Current anthropology*, 50 (3): 393–402.
- Roffet-Salque, Mélanie, Arkadiusz Marciniak, Paul J. Valdes *et al.*, 2018, Evidence for the impact of the 8.2-kyBP climate event on Near Eastern early farmers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115 (35): 8705–8709.
- Rosenswig, Robert M., Brendan J. Culleton, Douglas J. Kennett *et al.*, 2018, The early izapa kingdom: recent excavations, new dating and middle formative ceramic analyses. *Ancient Mesoamerica*, 29 (2): 373–393.
- Rutgers University, 2006, *Icelandic Volcano Caused Historic Famine In Egypt, Study Shows*, 22 de noviembre. Rutgers, the State University of New Jersey. <https://www.sciencedaily.com/releases/2006/11/061121232204.htm> . Consultado el 18 de Julio del 2020.
- Sigl, Michael, Mai Winstrup, Joseph R. McConnell *et al.*, 2015, Timing and climate forcing of volcanic eruptions for the past 2 500 years. *Nature*, 523 (7562): 543–549.
- Sinha, Ashish, Gayatri Kathayat, Harvey Weiss *et al.*, 2019, Role of climate in the rise and fall of the Neo-Assyrian Empire. *Sci. Adv.*, 5 (11): eaax6656.
- Sparks, R. J., W. H. Melhuish, J. W. A. McKee *et al.*, 1995, ¹⁴C Calibration in the Southern Hemisphere and the Date of the Last Taupo Eruption: Evidence from Tree-Ring Sequences. *Radiocarbon*, 37 (2): 155–163.
- Tainter, Joseph, 1995, *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Taleb, Nassim, 2013, *Antifragil: las cosas que se benefician del desorden*. Grupo Planeta (GBS). Barcelona.
- Trotter, Michael M. y Beverley McCulloch, 1984, Moas, Men, and Middens, en *Quaternary extinctions: a prehistoric revolution*, Paul S. Martin y Richard. G. Klein (eds.). University of Arizona Press. Tucson: 708–727.
- Wainwright, John y Gianna Ayala, 2019, Teleconnections and environmental determinism: Was there really a climate-driven collapse at Late Neolithic Çatalhöyük? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116 (9): 3343–3344.
- Wiley, Gordon R. y Phillip Phillips, 1958, *Method and Theory in American Archaeology*. University of Chicago Press. Chicago.
- Yu, Zicheng y Ulrich Eicher, 2004, Three amphi-Atlantic century-scale cold events during the Bølling-Allerød warm period. *Géographie physique et Quaternaire*, 55 (2): 171–179.
- Zahler, Diane, 2009, *The Black Death*. Twentyfirst Century Books. Minneapolis.
- Ziegler, Philip, 2009, *Black Death*. Harper Collins Publishers. Nueva York.

Notas

¹ El término *ratites* se refiere a las aves que abandonan su capacidad de vuelo debido a la inexistencia de depredadores. Es el caso de una buena parte de las aves que se encuentran en condiciones insulares, lejos de los depredadores y que se supone que su distribución se relaciona con la ruptura del paleo continente Gondwana. Un ejemplo de ellas son los moas y los avestruces [Harshman et al. 2008].

² Proxy es un indicador climático indirecto (también denominado indicador paleo climático). Es un registro cuya interpretación, basada en principios físicos y biofísicos, permite inferir un conjunto de variaciones relacionadas con el clima en tiempos pasados o paleo clima (“What Are ‘Proxy’ Data? National Centers for

