



VIRGINIA GARCIA ACOSTA
Coordinadora

HISTORIA Y DESASTRES EN AMERICA LATINA

VOLUMEN II

LA RED

Red de Estudios Sociales en Prevención de
Desastres en América Latina

1997

Si el primer volumen de Historia y Desastres en América Latina es, como se dice allí “el producto germinal que permite mostrar que existen posibilidades de desarrollar este campo, pionero tanto en México como en el resto de América Latina”, este segundo consolida tales posibilidades. Algunos de los ensayos que aparecen aquí fueron entregados con mucha anticipación, pero se reservaron para acompañarlos con otros que permitieran hacer lecturas comparativas en tiempos y espacios similares, o bien que posibilitaran que el libro ofreciera una visión geográfica más amplia. Se trata de diez ensayos que se han organizado con base en una secuencia cronológica y que se encuentran inscritos en los períodos prehispánico, colonial, y en el siglo XIX. Se ubican en los espacios actualmente ocupados por México, Guatemala, El Salvador, Colombia, Perú, Bolivia, Argentina y Brasil.

Los procesos crecientes de vulnerabilidad que se han desarrollado en América Latina a lo largo de su larga historia, muestran que la presencia de amenazas de orden natural han provocado desastres siempre en asociación con ellos. Desde las culturas y civilizaciones más antiguas que evolucionaron en la región, hasta las naciones hoy existentes, pasando por sus respectivas etapas de colonización e independencia, se han enfrentado a desastres que no resultan ser absolutamente naturales. La constatación de esta aseveración que antes, y aún para muchos resulta ser todavía una hipótesis, obliga a repensar muchos de los esquemas prefigurados por las instituciones, las universidades, los organismos locales, nacionales e internacionales, en términos de considerar seriamente por qué estos desastres son cada vez menos naturales.

TABLA DE CONTENIDO

INDICADORES ARQUEOLÓGICOS DE DESASTRES: MESOAMÉRICA, LOS ANDES Y OTROS CASOS.....	4
LINDA MANZANILLA	4
INTRODUCCIÓN	4
VULCANISMO	5
SISMOS	7
SEQUÍAS E INUNDACIONES	9
CONSIDERACIONES FINALES	18
BIBLIOGRAFIA	19
NOTAS	24

INDICADORES ARQUEOLÓGICOS DE DESASTRES: MESOAMÉRICA, LOS ANDES Y OTROS CASOS

Linda Manzanilla

This article reviews archaeological indicators of earthquakes, vulcanism, droughts, and floods, and some of their traceable effects in past societies. Prevention measures, such as the adoption of particular construction techniques, are discussed. Prehispanic eruptions in El Salvador, and in the Basin of México are reviewed, as well as the study of past climatic changes in civilizational collapses.

introducción

La arqueología, como ciencia social, pretende analizar los modos de vida y las transformaciones de las sociedades del pasado, además de los factores que motivaron los cambios. Provee de un marco cronológico amplio para analizar fenómenos diacrónicos y cíclicos a través de los milenios. Sin embargo, en su metodología cabalga en un parteaguas entre ciencias naturales y ciencias sociales. Integra información geológica, geomorfológica, paleobiológica, química y física, con aspectos tecnológicos, sociales y simbólicos.

Ciertos fenómenos naturales (sismos, vulcanismo, sequías e inundaciones) dejan en ocasiones improntas materiales en el registro arqueológico. El arqueólogo que estudia los desastres naturales y su prevención debe iniciar su indagación con la detección del origen del desastre: grandes estratos de limo que representan inundaciones; secuencias erosivas y cambios de vegetación que nos hablan de sequías; fisuras, fracturas, afallamientos y colapsamientos de estructuras que materializan fenómenos sísmicos; estratos de cenizas y nubes ardientes que implican vulcanismo.

El arqueólogo investiga también los efectos que estos fenómenos produjeron en las sociedades estudiadas. Así, se analizan cambios en los patrones de asentamiento, deserción de sitios, mecanismos amortiguadores frente a desastres cíclicos, desarrollos tecnológicos preventivos, almacenamiento masivo, así como la integración de interpretaciones simbólicas de estos sucesos en los mitos. En fin, el arqueólogo del final del siglo XX está particularmente preocupado por el estudio de los colapsos de civilización.

Por otro lado, el estudio de los desastres ocasionados por el hombre, en el registro arqueológico, permite analizar, por ejemplo, la salinización de suelos por irrigación y sobrepastoreo en Mesopotamia desde tiempos sumerios, y la consecuente rotación de los polos demográficos y de asentamiento por toda la llanura aluvial de Iraq; o bien el crecimiento excesivo de manchas urbanas preindustriales, como Teotihuacan, con la consecuente deforestación, erosión de suelos, sobre-explotación de acuíferos, violencia social y, finalmente, colapso.

vulcanismo

Según Payson Sheets y Donald Grayson,¹ de todos los desastres de origen natural, el vulcanismo ha sido estudiado tanto por geocientíficos como por científicos sociales. Desde hace varias décadas, los efectos del vulcanismo en las culturas mediterráneas han llamado la atención, a través de ejemplos como la erupción explosiva de la isla de Thera, así como aquella que afectó a Pompeya y Herculano.

Akrotiri, en la isla de Thera de tiempos minoicos (también conocida como Santorini), quedó sepulta por entre seis y 60 metros de bombas volcánicas, pómez y ceniza, alrededor de 1500 a.C. La erupción fue de tipo explosivo, con mucha eyección de material candente. Probablemente se produjeron también tsunamis que se abatieron contra los puertos de esas épocas. Los sismos que precedieron y acompañaron esta erupción explosiva causaron estragos en los palacios minoicos de Creta. Paralelamente, en Creta parece haber un ciclo de destrucción de sitios importantes, como Zakro y Mallia.²

La erupción del Vesuvio, en 79 d.C., destruyó Pompeya y Herculano. El primer sitio estaba construido sobre un flujo de lava. Había indicios de erupciones anteriores, una de las cuales ocurrió hacia el siglo VIII a.C. Varias villas destruidas se dedicaban al cultivo de vid, olivos, cereales, vegetales y frutas. Hubo sismos severos hacia 62 d.C., y posteriormente la erupción en 79 d.C., que causó varias muertes por asfixia. En Pompeya perecieron más de 200 personas.

En Herculano, los materiales volcánicos fueron acarreados por torrentes de agua pluvial en tres avalanchas de lodo que penetró en intersticios y se endureció, lo cual hizo muy difícil su excavación.³

Las sociedades del centro de México, como las del Egeo, también vivieron el estrés ambiental debido a sismos y vulcanismo. Los casos de Cuicuilco (Cuenca de México), Tetimpa y San Nicolás Buenaventura (Puebla, México) son evidencia de continuas emisiones volcánicas, particularmente en el periodo Formativo tardío y terminal (últimos siglos antes de Cristo).

De igual manera, en las sociedades formativas y clásicas de Centroamérica (entre 250 y 600 d.C.), volcanes como el Ilopango y Laguna Caldera en El Salvador dejaron pequeñas "Pompeyas y Herculanos" en sitios como Joya de Cerén. Estratos de cenizas y pómez cubren casas, cocinas y campos de cultivo, donde las plantas quedaron como negativos en la matriz de cenizas, al ser consumida por combustión la materia orgánica.

El Ilopango es un volcán ubicado en el Valle de Zapotitlán de El Salvador, que hizo erupción en el siglo tercero de nuestra era. La evidencia de esta erupción se localiza en sitios mayas del Formativo tardío (como Cerro Zapote, Chalchuapa, Tula, Tazumal, Loma del Tacuazín, Hospital Cardiovascular, Modelo Bridge y Barranco Tovar, entre otros), cubiertos por una capa de ceniza volcánica localmente denominada "tierra blanca".⁴

Esta erupción ocurrió aproximadamente en 260 d.C., y estuvo marcada por tres componentes: una nube ardiente que llegó a unos 45 km del volcán y dos depósitos de ceniza que afectaron una región mucho mayor. La fuerza desatada por el volcán fue monumental: existen depósitos de ceniza de un metro de profundidad aun a 77 km del cráter. La mayor parte de la gente que vivía a unos cuantos kilómetros del volcán o en el camino de la nube ardiente debió haber fallecido, y aunque claramente hubo muchos sobrevivientes, seguramente migraron debido al daño de la tefra a sus milpas y a las subsecuentes inundaciones.

Sheets ha señalado que las extensas migraciones que se dieron a raíz de esta erupción provocaron un efecto acelerador sobre el desarrollo de las tierras bajas mayas: se presentaron mecanismos de mayor control político, se ampliaron los sistemas locales de producción y distribución, y hubo una mayor diferenciación de clase.⁵

Existe evidencia arqueológica de un abandono parcial en el sureste de las tierras altas mayas (actualmente El Salvador) a fines del Formativo, por lo que efectivamente debió haber fuertes migraciones fuera del área devastada. Una vez que el suelo y la vegetación se recuperaron lo suficiente para sostener una ocupación humana, los pobladores regresaron. Sin embargo, el proceso de recuperación natural tal vez tomó unos 200 años para permitir un regreso humano significativo.

Durante el Horizonte Clásico, hacia 590 d.C., ocurrió otra erupción mucho más restringida y sin sismo presagiando ésta. Se trata de Laguna Caldera, que cubrió con cuatro metros de tefra a Joya del Cerén en El Salvador. La deposición de cenizas fue rápida, lo mismo que las bombas volcánicas candentes y pómez. La mayor parte de la gente murió por asfixia de gases volcánicos, por quemaduras, por sofocamiento debido a las cenizas o por una combinación de estos factores.

En las casas campestres de Cerén quedaron ollas llenas de frijol, áreas de actividad en uso, almacenes de artefactos, zonas de trabajo alfarero y de hilado, áreas de trabajo masculino (particularmente talla lítica) y campos de cultivo de maíz.⁶

En el Altiplano Central de México, los fenómenos volcánicos fueron constantes. Desde tiempos pleistocénicos hay secuencias de cenizas volcánicas, de las cuales la pómez con andesita y la ceniza tripartita en la Cuenca de México son ejemplos.⁷ Varias emisiones volcánicas, tanto del Popocatepetl, como del Volcán de Toluca, han sido depositadas en la región lacustre. En el estado de Puebla, el Volcán La Malinche emitió varios estratos piroclásticos intercalados con depósitos glaciales y paleosuelos, entre 25,000 y 8,000 años a.P.⁸

En las faldas bajas del Popocatepetl, entre los pueblos de San Buenaventura Nealtican y San Nicolás de los Ranchos, en el estado de Puebla, en un área llamada Tetimpa, yacen sitios arqueológicos formativos cubiertos con una capa de tefra. Recientemente, Gabriela Uruñuela y Patricia Plunket de la Universidad de las Américas,⁹ han estudiado una erupción volcánica a fines del Formativo en esta región, cuyo efecto fue el abandono de una serie de sitios arqueológicos importantes situados en zonas de valle que colindan con el somonte del lado oriental del volcán, como Coapan al oeste de Cholula o Colotzingo al oeste de Atlixco; asimismo, migraciones de las poblaciones de

estos sitios hacia el centro del valle. Han desenterrado un sitio habitacional formativo construido con tablero y talud, y con un pequeño santuario externo dedicado a los dos volcanes: Popocatépetl e Iztaccíhuatl.

En los años setenta, la Fundación Alemana para la Investigación Científica ya había informado acerca de milpas prehispánicas a 2350 msnrn, cubiertas por 2.5 metros de tobas volcánicas de piedra pómez, que localmente reciben el nombre de *xaltete* o "cacahuatillo".¹⁰ E. Seele nota la presencia de varias capas de "surcos" superpuestos, que más bien son hileras de pequeños montones de tierra para las plantas de maíz, restos de estructuras de adobe y otras de bajareque, cimientos de piedra destruidos por la actividad minera, y cerámica que en algunas zonas pertenece al Formativo medio y tardío, y que en otras es más bien del Clásico. En alguna casa se halló un esqueleto humano. Se observó también que los sismos que acompañaron la erupción derrumbaron paredes de estructuras.¹¹

En la Cuenca de México, los sitios formativos de Copilco y Cuiculco fueron cubiertos por la lava del Volcán Xitle. La erupción tuvo una fase previa de emisión de ceniza semejante a la del Parícutín, que en Cuiculco se depositó en un espesor de 4 centímetros, y posteriormente fluyó la lava basáltica de olivino (con un espesor de 5 a 8 metros), alimentada por tubos de lava. Al parecer la corriente de lava fluyó primero hacia el norte y posteriormente giró al este, siguiendo los valles fluviales de El Rosal, Magdalena antiguo y Cuiculco, que tenían direcciones oeste-este.¹²

Según Ignacio Marquina,¹³ la pirámide principal del sitio presentó un piso de barro negro muy comprimido con ceniza volcánica de un primer momento de erupción, seguido de relleno, otro piso de barro amarillento, piedra, tierra y de nuevo barro negro, sobre el cual aparece tierra vegetal.

Las principales estructuras de Cuiculco, construido en el borde del somonte cerca de la llanura aluvial del Río Cuiculco, fueron cubiertas por la lava, pero quedaron otras zonas no cubiertas. Los diversos fechamientos de la erupción nos hablan de cronologías entre 400 a.C. y 415 d.C., aunque lo más probable es que la erupción ocurriese entre 10 y 150 d.C. Sin embargo, se encontraron ofrendas teotihuacanas del Periodo II bajo la lava (o quizá excavadas en ésta), y existe la posibilidad de que, para entonces, la pirámide principal ya estuviese abandonada.¹⁴

Varios sitios arqueológicos quedaron sepultados bajo la lava del Xitle: no sólo Copilco y Cuiculco, sino zonas de enterramiento bajo las canteras de Coyoacán, posibles canales y diques en el sector del Cerro Zacatépetl y a mitad camino entre Cuiculco y el Xitle, y probablemente varios otros más en zonas de manantiales que surgen bajo la lava.¹⁵

Para el Horizonte Clásico, particularmente en el área de Teotihuacan, hay creciente evidencia de la emisión de cenizas volcánicas, que probablemente ocasionaron inundaciones en la porción del valle.¹⁶

SISMOS

Uno de los problemas mayores para la arqueología es la detección de indicadores de paleosismicidad. A recientes fechas se ha desarrollado en Italia una técnica para evidenciar sismos antiguos, consistente en observar las anomalías del crecimiento de las estalagmitas de las cuevas como resultado de eventos tectónicos y sísmicos intensos.¹⁷ En tiempos estables, el eje de crecimiento es vertical; los cambios en esta verticalidad están relacionados con movimientos sísmicos. Se estudiaron particularmente los sismos del 3 de enero de 1117 d.C. y de diciembre de 1456 d.C./ocurridos en la región de Boloña en Italia, ya que existen registros históricos con los cuales comparar los fechamientos de los materiales carbonatados por radiocarbono y uranio/torio de las estalagmitas.

Por otro lado, existen indicadores geológicos de paleosismicidad, que incluyen varios tipos de deformaciones de los sedimentos: por un lado las tectónicas (que son fallas), y por el otro, no-tectónicas (que son estructuras de licuefacción, rasgos de gravedad y elevación o subsidencia).¹⁸

En el Egeo existió una tradición tecnológica preventiva de sismos, basada en las técnicas constructivas de edificios y viviendas.¹⁹ El uso de piedra para el piso inferior de las construcciones proveía de firmeza, seguridad y estatus. Los pisos superiores estaban edificados con entramados de madera, con ingeniosas técnicas de apoyo, inserción y conexión que, frente a sismos, permanecían intactas gracias a su capacidad elástica.

La conciencia que los pueblos del Egeo tuvieron del riesgo sísmico sólo puede ser equiparable a las tecnologías constructivas preventivas en la región andina y en el centro de México. En el primer caso, el andino, el uso de engarces complejos entre los bloques pétreos monolíticos de tipo multiangular y el empleo de grapas de cobre para contrarrestar los desplazamientos laterales evitó el colapsamiento de grandes monumentos frente a los sismos. Tiwanaku (Bolivia) durante el Horizonte Medio (primeros nueve siglos de la era cristiana) y Sacsayhuamán, Ollantaytambo y Cuzco (Perú), durante el Horizonte Tardío (siglos XIV y XV) son claros ejemplos de esta tradición preventiva.²⁰

Por otro lado, las pirámides de Teotihuacan (Estado de México), nunca tuvieron la altura de aquellas contemporáneas del área maya precisamente debido a la conciencia de vivir en una región sísmica. El ángulo de construcción de los taludes, cercano al de reposo natural de los materiales, permitió que no se colapsaran las pirámides del Sol y de la Luna. En Teotihuacan se construían pirámides como eco de los cerros que limitaban el horizonte. Los taludes del Cerro Patlachique son el trasfondo de los taludes de la Pirámide del Sol.

La Pirámide del Sol de Teotihuacan tiene aproximadamente 220 metros por lado y 62 metros de altura, con taludes de 36 grados. Frente a esto, el Templo V de Tikal (Guatemala) tiene 59 por 46 metros de base, y 62 metros de altura. En Tikal se requería sobresalir de la cubierta vegetal de la selva.²¹ La Pirámide de Kheops en Giza, Egipto,

tuvo una base cuadrada de 212 metros, con una altura entre 146 y 150 metros, y una pendiente de 52 grados.²²

La técnica constructiva de cajones de lajas de toba, en hiladas horizontales y cuatrapeadas en ángulos, rellenos de barro y piedras, fue utilizada en el Templo de Quetzalcóatl y la Pirámide de la Luna en Teotihuacan. Esta técnica también provee de solidez a las estructuras piramidales.²³

En otros sitios de Mesoamérica son frecuentes las subestructuras. En ocasiones son producto de la reconstrucción obligada frente a una fase de destrucción. Por ejemplo, en el Templo Mayor de Tenochtitlan (Ciudad de México), la superposición de la fase IVB fue destruida por el sismo ocurrido en 1475 d.C.²⁴

Al otro lado del mundo, en China, la prevención de sismos derivó en la creación de los primeros sismógrafos en épocas tan tempranas como el año 1000 d.C.²⁵

SEQUÍAS E INUNDACIONES

El Programa Internacional de la Geosfera-Biosfera (IGBP) ha propuesto el programa PAGES (Past Global Changes) para cambios globales del pasado, como uno de sus proyectos nucleares; tiene un doble objetivo:

- a) la reconstrucción de una historia climática y ambiental durante los ciclos glaciares-interglaciares del Cuaternario con el fin de comprender los procesos naturales relacionados con cambios observados,
- b) una historia detallada del cambio climático durante los últimos dos mil años.

Los archivos naturales e históricos que analizan los investigadores adscritos a este programa incluyen: las proporciones de *018/016* en fósiles carbonatados, núcleos en casquetes polares, sedimentos oceánicos y lacustres, dendrocronología, depósitos de coral, series de polen, registros volcánicos, loess, paleosuelos, rasgos geomórficos, rocas sedimentarias y registros históricos.²⁶

Las preguntas principales que se plantean se refieren a las causas de los cambios en el CO₂ atmosférico, en la temperatura de la superficie de la tierra, en la circulación oceánica, además de cuándo y dónde se imprimieron por primera vez las marcas del hombre sobre nuestro planeta, y a qué grado hemos perturbado (quizá irremediablemente) su curso natural.²⁷

Los mecanismos internos del sistema climático incluyen el análisis de polvos de origen no volcánico, gases traza en la atmósfera (bióxido de carbono, metano, óxido nítrico, etc.), variaciones oceánicas patentes en registros coralíferos y varvas, variaciones relacionadas a la Oscilación Meridional de El Niño (*ENSO*),²⁸ cambios en la biosfera representados en variaciones en los patrones globales de la vegetación y, por último, cambios antropogénicos, principalmente patentes en prácticas de uso del suelo,²⁹ que incluyen deforestación, erosión de suelos, explotación de turberas y sobrepastoreo. En

relación a este último asunto, el punto clave es determinar cuándo estas prácticas tienen efectos sobre los ciclos geoquímicos, el clima y la hidrología.³⁰

La arqueología, trabajando en íntima relación con los estudios paleoclimatológicos, permite abordar cambios a través de milenios en los cuales las sociedades humanas se vieron afectadas por las variaciones climáticas, marinas, solares, etcétera, o en los que intervinieron como agentes motores para modificar de manera significativa su entorno.

El estudio del cambio global del pasado³¹ es de relevancia particularmente en los últimos quince milenios, ya que los grupos humanos del Pleistoceno afrontaron transformaciones muy profundas en sus modos de vida cazadores-recolectores, con el paso al Holoceno. De preñar sobre manadas relativamente grandes de herbívoros, se pasó a depender más sobre la recolección y la caza de animales pequeños, fenómeno que modificó el tamaño de las bandas y sus organizaciones sociales.

Las variaciones del nivel del mar durante glaciaciones e interglaciares afectaron el patrón de asentamiento de grupos costeros que se dedicaban primordialmente al desconchamiento de moluscos marinos.

La llamada "Revolución Neolítica", en la que emergieron patrones de domesticación de plantas y animales, promovió la sedentarización de grupos antes trashumantes. La territorialidad tomó visos más fijos, en torno a zonas más definidas de captación de recursos. En el Cercano Oriente y en el Levante se tiene registrado el proceso más antiguo de domesticación de plantas y animales, hacia 9000 a.C. El auge de la vida sedentaria promovió una expansión de los asentamientos hacia donde actualmente se encuentran los Desiertos del Negev y de Transjordania. Multitud de sitios aldeanos, incluso con formas complejas de cooperación alrededor de talleres de trabajo de piedra, hueso y asta, pertenecientes al séptimo milenio a.C., han sido detectados y estudiados en esta región.

La fuerte desertificación que aquejó a la región durante los milenios VII a V a.C., incidió sobre la vida sedentaria haciéndola impracticable, excepto en sitios donde se hallasen fuentes perennes de agua. Las cuencas lacustres del Sahara, nodos de desarrollo de formas pescadoras, recolectoras, cazadoras y pastoras, se tornaron en oasis circundados de desierto; los grupos fueron obligados a migrar a la única región con una fuente permanente de agua: el Río Nilo.³² De esta feliz coincidencia de grupos de diverso origen surgió una articulación que fraguaría en una de las más extraordinarias civilizaciones de la antigüedad: la egipcia.

De esta manera, la transformación de la naturaleza por parte del hombre se inició con la Revolución Neolítica. Una de las técnicas que incidieron con más fuerza sobre la productividad del suelo fue precisamente la roza-tumba-quema, que implicó la tala de grandes extensiones de bosques. Particularmente en la Cuenca de México, enormes áreas de ladera y somonte de las sierras que la limitan fueron transformadas en aras del cultivo y del abastecimiento de combustible. Sin embargo, estas transformaciones fueron aún más destructivas cuando apareció la Revolución Urbana, que para Mesopotamia ocurrió a mediados del cuarto milenio a.C., y en Mesoamérica, a principios de la Era cristiana.

A manera de preámbulo, diremos que el arqueólogo detecta inundaciones cuando en los perfiles estratigráficos se observan depósitos de limo que en ocasiones recubren niveles habitacionales completos. Las sequías son más difíciles de percibir en el registro arqueológico: en ocasiones se encuentran cárcavas de desecación en las superficies externas expuestas a la intemperie, así como la deposición de costras de carbonato de calcio ("caliche"). Además, en los registros de polen, así como en las diatomeas y ostrácodos de los lagos, se observa un cambio de especies que denotan un momento de menor precipitación pluvial o mayor salinidad.

El Cercano Oriente

La civilización arcaica mejor conocida por su información arqueológica es Mesopotamia. Las primeras ciudades protosumerias de la Baja Mesopotamia crecieron sobre antiguos asentamientos, junto a los ríos Eufrates y Tigris. Éstos tenían regímenes erráticos; los cambios en sus cursos provocaron abandono masivo de asentamientos. Las inundaciones catastróficas (una de las más recientes destruyó Bagdad en 1954),³³ causaron estragos en los sitios construidos con adobes.

Los estratos de inundación observados en Kish, Shurruapak y Ur, en la llanura sur del actual Iraq,³⁴ pueden ser explicados por factores hidrológicos y meteorológicos, así como tectónicos. Cambios en las rutas de intercambio que eran tan vitales para que Mesopotamia se aprovisionase de materias primas inertes, inexistentes en su territorio, también causaron abandono.

Estos factores afectaron fuertemente la mentalidad de los habitantes de Mesopotamia que, a diferencia de los egipcios, veían a la naturaleza como un ámbito de cambios constantes y amenazadores, estando el hombre siempre sujeto a los caprichos de los dioses. A lo anterior habría que agregar el fuerte impacto que las sociedades sumeria y acadia imprimieron sobre su ambiente, por el uso de técnicas de irrigación que entrecortaron las cuencas a los lados del río, inhibieron el drenaje superficial, y causaron una fuerte precipitación de sales gracias al alza del nivel freático de aguas saladas, a transgresiones marinas y a transporte por viento.

Así, se precipitaron carbonates de calcio y magnesio, además de sodio, creando un suelo sin estructura. Se han monitoreado tres fases de salinización, la más temprana de las cuales, de 4400 a 3700 a.R, provocó el cambio de los centros principales de poder del sur al centro de lo que hoy es Iraq. Esto llevó consigo la declinación del cultivo de trigo en la llanura sur, ya que este cultígeno es menos resistente al sodio. Por un tiempo, la cebada, que es más resistente a la salinización, fue el principal cultígeno, pero a largo plazo, también declinó y vastas áreas sufrieron aridificación.³⁵ Así, finaliza una época de la historia mesopotámica tan marcada por la vida urbana.

A recientes fechas, un grupo de investigadores que ha trabajado en el Cercano Oriente ha determinado un periodo de cambio climático macrorregional. Hacia fines del tercer milenio a.C., ocurrió el colapso catastrófico de las sociedades de la Edad del Bronce temprano, desde Turquía hasta la India, en coincidencia con una era climática más seca. Probablemente también ocurrieron erupciones volcánicas. En las fuentes

históricas de esta época encontramos frecuentes lamentaciones referentes a hambrunas y sequía.

Casi todas las ciudades y villas de Palestina occidental fueron abandonadas.³⁶ El descenso en la frecuencia y cantidad de precipitación pluvial cambió el régimen hidrológico, eliminando el efecto amortiguador de la agricultura de inundación. Los datos básicos para el estudio de este cambio climático provienen del polen, la paleolimnología, los isótopos de oxígeno y la geomorfología. Así, se salinizaron los suelos, declinó el bosque de encino, y aumentaron la incisión de arroyos torrenciales y las inundaciones.

Sin embargo, el punto principal es por qué estas sociedades no pudieron adaptarse a la nueva situación. En el Cercano Oriente hay fuertes fluctuaciones en la precipitación, el flujo de cursos de agua y la productividad de las cosechas, año con año. Rosen cita algunas medidas preventivas, como las siguientes:³⁷ diversificación de cosechas y manadas, almacenamiento de alimentos, retención y distribución de información sobre alimentos sustitutos, transformación del excedente en objetos de valor no perecederos que pudieran ser posteriormente intercambiados por alimentos, y extensión de la red social para permitir el acceso a recursos alimenticios de otras regiones.

Paúl Halstead y John O'Shea,³⁸ apuntan que la variabilidad ambiental es una fuerza poderosa que provoca cambios sociales de largo alcance. A través del estudio del riesgo y la incertidumbre en el aprovisionamiento de recursos, se analizan la duración y severidad de la escasez, el tamaño del área afectada, la predictibilidad de los fenómenos involucrados, y los mecanismos amortiguadores que la sociedad implementa: movilidad, diversificación, almacenamiento e intercambio.

Arlene Rosen apunta varios factores que pueden explicar por qué los sectores agrícolas de la Edad del Bronce Temprano III no respondieron exitosamente a la desecación climática al final del periodo, como:³⁹

1. control estatal sobre la producción excedentaria
2. no-diversificación de cosechas de subsistencia
3. desaparición de la agricultura de inundación como amortiguador
4. un tiempo lento de respuesta por parte de los administradores de la élite.

La abrupta aridificación del norte de Mesopotamia ocurrida entre 2200 y 1900 a.C., ha sido documentada por Harvey Weiss *et al.* en Tell Leilan.⁴⁰ Los efectos fueron la perturbación de la trashumancia pastoral, un movimiento demográfico a gran escala hacia el sur de Mesopotamia, y las actividades militares peculiares de la Tercera Dinastía de Ur.

Weiss *et al.* argumentaban que, hacia 2200 a.C, un calentamiento global provocó cambios en los patrones de circulación atmosférica, decremento en la productividad *per cápita*, desplazamientos de los pastores sedentarios desde la región del Khabur, el fracaso de la agricultura de temporal acadia, el posterior colapso imperial acadio en el sur, la invasión de los guti y los amurritas hacia el sur de Mesopotamia y, finalmente, el

fin de la agricultura intensiva de Ur ni, también en el sur. El abandono de varios sitios fue inevitable.

Indicadores arqueológicos de erosión eólica, bajo condiciones más secas, también han sido registrados por Marie-Agnes Courty.⁴¹ Muestra que los depósitos estratigráficos de sitios del norte de Mesopotamia proporcionan evidencia de vientos abruptos, así como cambios en la temperatura y humedad, que coincidieron con el abandono de los asentamientos urbanos sedentarios.

Además, el cambio climático documentado para 2000 a.C. también se ha encontrado en las secuencias polínicas de los lagos de Rajasthan, cerca del área nuclear de la civilización del Indo en Pakistán, y está relacionado con la salinización de la región y el colapso de la civilización de Harappa.⁴² En la región egea, el surgimiento de los palacios minoicos coincide aparentemente con cambios climáticos y geomórficos, así como con erosión de suelos y con la dislocación cultural de las sociedades del tercer milenio a.C.⁴³

Egipto

Como señalábamos anteriormente, después de la desecación de las cuencas lacustres del norte de África durante los milenios VI y V a.C., gente de diversas procedencias y formas de vida coincidió en el Valle del Nilo.⁴⁴ Como consecuencia surgió una articulación económica de agricultura, pastoreo, caza, pesca y recolección.

John Wiison caracterizó a Egipto como una civilización sin ciudades,⁴⁵ ya que la población se dispuso de manera más o menos homogénea en el Valle del Nilo, sin grandes aglomeraciones demográficas como en Mesopotamia. A diferencia de Mesopotamia, Egipto tenía recursos minerales en su territorio. Desde los primeros periodos de historia faraónica, Egipto se cerró sobre sí mismo, albergando una sensación de autosuficiencia y seguridad/ como la tierra del equilibrio cósmico.

Kathryn Bard ha propuesto que el primer colapso estatal en Egipto, durante el final del tercer milenio a.C., estuvo relacionado con el cambio climático que ya mencionamos para el Cercano Oriente.⁴⁶ Este cambio se sumó al deterioro sociopolítico de fines del Antiguo Reino, que tuvo como características un creciente aumento demográfico, baja productividad agrícola debido a inundaciones catastróficas del Nilo y menor superficie aluvial bajo cultivo/ además de pérdida de la autoridad central, hechos que causaron hambrunas y fragmentación política.⁴⁷ Kari Butzer también reexaminó varios textos que se refieren a los Nilos catastróficamente bajos entre 2200 y 1900 a.C.⁴⁸

Jaromir Malek ha señalado que la sequía fue un golpe serio a la economía egipcia.⁴⁹ Disminuyeron las superficies cultivadas, así como el volumen de las cosechas y el tamaño de las manadas. A esto se sumó un proceso de desintegración social y política que incluyó el colapso de la autoridad centralizada, un cambio gradual en la propiedad de la tierra (beneficiando a los templos), así como la pérdida de fuerza de Egipto en las fronteras;⁵⁰ se presentó así una revolución social que preludió el Primer Periodo Intermedio.⁵¹ Como Malek ha señalado, el deterioro de las condiciones climáticas vino, desgraciadamente, cuando la administración egipcia ya no pudo reaccionar, y el golpe fue muy certero.

Las cuencas lacustres de México

En este apartado y en el siguiente, relativo a los Andes, nos referiremos a dos ejemplos arqueológicos relevantes para la discusión de las dimensiones humanas del cambio global. El primero pone énfasis en los efectos de una gran concentración urbana sobre su entorno, ejemplo que puede servir de modelo micro para la situación actual de la Ciudad de México y de otras megalópolis urbanas. El segundo revela los esfuerzos de las sociedades andinas prehispánicas por contrarrestar los efectos de la Variación Meridional de El Niño, un fenómeno climático a escala global.

Las cuencas lacustres del Eje Neovolcánico mexicano son escenario ideal para el estudio paleoclimático de las comunidades humanas del pasado. Se han analizado con éxito series sedimentarias de los lagos y cuencas hidrológicas de Pátzcuaro, Zacapu, Hoya de San Nicolás, el Alto Lerma y la Cuenca de México para determinar variaciones climáticas del Cuaternario, tanto desde el punto de vista palinológico, como de la susceptibilidad magnética, cationes principales, fósforo, relación carbono/nitrógeno, carbono 13, oxígeno 18, diatomeas, etc.⁵²

En particular se ha observado el grado de perturbación logrado con la adopción del cultivo de maíz como estrategia principal de subsistencia,⁵³ durante el Horizonte Formativo, desde 3500 a.P.

En el Lago de Texcoco de México, la deforestación implícita en el acondicionamiento de terrenos para el cultivo durante el Horizonte Preclásico determinó el cambio de comunidades de bosque de pino y encino a zonas de predominio de quenopodiáceas-amarantáceas y gramíneas. Este fue el inicio de las transformaciones del ambiente lacustre.

Sin embargo, ninguna época fue más crítica en su impacto sobre el ambiente como el inicio de las aglomeraciones urbanas en la Cuenca de México, particularmente el caso de Teotihuacan (primeros ocho siglos de la Era cristiana), sin duda uno de los fenómenos urbanos preindustriales más importantes. Teotihuacan fue una entidad urbana prehispánica con una historia muy dinámica, una ciudad pluriétnica de 20 km² de extensión, que la convierte en una de las megalópolis de tiempos preindustriales. Centro de manufacturas e innovaciones, de intercambio y de peregrinación para toda Mesoamérica, instituyó una nueva era en el patrón de asentamiento de la Cuenca de México: la clara separación del ámbito rural y el urbano. El resto de la cuenca estuvo ocupado por pequeñas aldeas de productores y algún centro secundario.

Después de una primera fase de desarrollo urbano (misma que transcurrió en los primeros tres siglos de la Era), vino una modificación en la estrategia de asentamiento. La expansión a la llanura aluvial, la creciente deforestación y pérdida de la cubierta arbórea, la sobreexplotación de los acuíferos, la pérdida de la autosuficiencia económica, los crecientes problemas para el abasto de alimentos, la presencia de grupos foráneos, el cierre de las rutas de intercambio, son fenómenos que estamos estudiando en relación con su desarrollo y su caída. Entre esos dos polos (su inicio y su fin), existieron sociedades probablemente distintas y cambiantes.

Toda Teotihuacan estaba revestida de estuco, que es carbonato de calcio producto de la combustión de calizas. La demanda de combustible para este fin causó una merma casi total del bosque de pino y encino que la circundaba. Luis Barba ha calculado que los conjuntos habitacionales de la antigua ciudad requirieron más de 900 mil metros³ de cal y, por ende, 412 mil millones de kilocalorías (33 días de funcionamiento de la planta nucleoelectrica de Laguna Verde, Veracruz), para convertir la caliza en carbonato de calcio.⁵⁴ A esto habría que agregar la madera necesaria para la combustión de hornos de cerámica, de fogones domésticos, así como aquella requerida para techar las construcciones. La destrucción de la capa arbórea del valle conllevó procesos fuertes de erosión de suelos.

Los cambios climáticos de fines del primero y principios del segundo milenio d.C., sin duda tuvieron serios efectos sobre las cuencas lacustres del Eje Neovolcánico de México. Quizá fueron las sequías el golpe certero que provocó el colapso de la sociedad teotihuacana, hacia 700 d.C. Actualmente se está estudiando una franja este-oeste de cuencas lacustres en el Eje Neovolcánico para definir, por medio de técnicas limnológicas, palinológicas y sedimentológicas, esta sequía prolongada del séptimo siglo después de Cristo.⁵⁵ Con base en inferencias climáticas, Enriqueta García sugirió que hacia 700 d.C., un severo periodo de sequía en la Cuenca de México coincidió con el deterioro de la situación social y política en Teotihuacan,⁵⁶ situación que puede ser comparada con el colapso del Antiguo Reino de Egipto y el de la civilización de Tiwanaku, en los Andes.

Un cambio climático macrorregional parece haber ocurrido precisamente en un momento crítico para el gran desarrollo urbano de Teotihuacan: cuando el efecto de la mancha urbana sobre su entorno comenzaba a ser devastador. La deforestación ocasionada por la necesidad de quemar cal para producir estuco y enlucir toda la ciudad, además de abastecer de combustible al gran centro urbano, debió de ser catastrófica. La pérdida de la cubierta arbórea seguramente provocó erosión de suelos y abatimiento del nivel freático.

La desertificación del Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo, quizá haya sido parte del cambio climático al que hemos aludido hacia fines de la época teotihuacana, y que también se reflejó en una baja del nivel de los lagos de la Cuenca de México. Probablemente causó la migración de grupos de cazadores-recolectores de filiación otomí hacia el sur, promoviendo uno de los factores que provocaron el fin de Teotihuacan. Esta época está relacionada con el denominado Periodo Cálido del Medioevo.⁵⁷

Además, Teotihuacan había inaugurado una época de centralización demográfica, económica e ideológica sin precedente en el Altiplano Central de México. En Puebla-Tlaxcala, otros grupos esperaban una oportunidad para bloquear las rutas de abastecimiento de la ciudad. La época de sequía prolongada quizá también motivó descontento social frente a quienes gobernaban la ciudad, que eran al mismo tiempo los encargados de propiciar la fertilidad de la tierra y la presencia de lluvia. Y es que el cambio climático ocurrió precisamente en el momento más crítico de vulnerabilidad urbana.⁵⁸

El colapso sobrevino ocasionando revueltas internas, boicot externo, caos ecológico y migración obligada. Las inundaciones, por su parte, fueron frecuentes en la Cuenca de México, una gran hoya con varios cuerpos lacustres. Las sociedades prehispánicas del centro de México tuvieron varios recursos de prevención. Algunos de ellos estuvieron relacionados con la elección del sector para construir sus asentamientos. Ciertas sociedades del Formativo, durante los últimos siglos antes de Cristo, eligieron la cima de cerros, no sólo por motivos de defensa, sino para evitar las inundaciones, en contraposición a la elección de ribera de lago en asentamientos anteriores. La misma ciudad de Teotihuacan, en el Horizonte Clásico, no fue construida en la llanura lacustre, sino en un valle en la porción norte de la Cuenca de México.

Sin embargo, durante el periodo Posclásico tardío, los mexicas eligieron un islote en la porción central de la cuenca lacustre para edificar Tenochtitlan (hoy Ciudad de México). Este hecho de estar en el interior del lago, con el embalse más amplio y el nivel más bajo, llevó inevitablemente al sufrimiento de inundaciones continuas, de ahí que la tecnología de prevención fuese continua e innovativa. Los diques, calzadas-diques y canales detenían el embate de las olas, separaban aguas dulces de salobres, y drenaban continuamente.⁵⁹ Existen evidencias crecientes del retomo de condiciones húmedas durante el Posclásico, particularmente en el occidente de México.⁶⁰

Por otro lado, no fueron tan eficientes las medidas de prevención de sequías, ya que si bien hay referencias en las fuentes de que el *tlatoani* mexica abría sus almacenes en caso de necesidad,⁶¹ estas medidas no fueron frecuentes ni reflejaron una prevención organizada.

Los Andes

Sin duda alguna uno de los fenómenos que más han llamado la atención respecto del tema del cambio climático global del pasado, es la Oscilación Meridional de El Niño (*EN SO*). Tanto es así, que se ha propuesto la creación de un centro regional de investigación del IGBP en Perú-Ecuador para analizar estas oscilaciones.

El fenómeno de El Niño causó estragos en diversas épocas de la historia preincaica del Perú. Desde el Horizonte Formativo, en el Valle de Cupisnique de Perú tenemos evidencia de fuertes eventos de El Niño con consecuentes cambios en los patrones de subsistencia y asentamiento. Particularmente se analizaron basureros domésticos de 1300 a 300 a.C, y se hallaron moluscos, crustáceos y peces de procedencia tropical, que están asociados a incursiones de aguas cálidas, a la consecuente afectación de las cadenas biológicas de la corriente fría peruana, y a trastornos en las tecnologías de pesca de orilla.⁶²

Más tarde, como efecto de las posteriores lluvias fuertes e inundaciones que afectaron considerablemente el sistema agrícola del Estado Chimú, se optó por estrategias intensivas de cultivo, particularmente campos levantados.⁶³ En la costa del Perú, El Niño redujo las poblaciones de moluscos que constituían la fuente principal de proteína para los Estados prehispánicos. Otras respuestas del Estado Chimú fueron la reconstrucción de sistemas de irrigación en el Valle Moche y la expansión hacia otros valles costeros.⁶⁴

Estratos de inundación aparecen representados en algunos sitios costeros del norte del Perú, como Batán Grande, también de tiempos chimús.⁶⁵

Alan Craig e Izumi Shimada correlacionan un episodio catastrófico de El Niño con estos sedimentos y con recuentos etnohistóricos, en los que se alude al fin del gobierno de la dinastía de Naymiap por lluvias e inundaciones destructivas.⁶⁶

Sin embargo, el fenómeno de El Niño originado en las costas del Océano Pacífico, provoca en los Andes sequías desastrosas, o lluvias catastróficas, o bien deslaves. Probablemente sequías, como las que tuvieron lugar hacia 700 d.C. y 1100 d.C., provocaron cambios fuertes y el posterior colapso del sistema tiwanacota, induciendo severas tensiones en el sistema agrícola y en el social.⁶⁷

Precisamente entre 1100 y 1200 d.C., ocurrió al parecer un super-Niño en las costas del Perú, pero también detectable en la región Báltica y en el este de África como un descenso de un metro en el nivel del mar.⁶⁸

En las zonas amazónicas y caribeñas, el fenómeno de El Niño causa periodos de sequía, sabanización y desarrollo de refugios forestales.⁶⁹ Se han observado hiatos en la ocupación humana del Bajo Xingú hacia principios de la Era, entre 800 y 1000, y por último entre 1200 y 1500 d.C., que podrían ser atribuidos a fenómenos de El Niño.⁷⁰

Así, en el caso sudamericano, la frecuente incidencia de perturbaciones climáticas asociadas al fenómeno de El Niño trajo reacomodos demográficos, cambios en los patrones de asentamiento, transformaciones en las prácticas alimenticias, reconstrucciones arquitectónicas, aplicación de tecnologías de control de inundaciones y de intensificación agrícola, pero también cambios ideológicos.

Se ha propuesto que el intercambio ritual del bivalvo *Spondylus princeps* (también conocido como *mullu* en quechua), molusco que está íntimamente relacionado con las corrientes cálidas de El Niño, servía de indicador climático para determinar ciclos de lluvia y sequía. Los sacerdotes de los "oráculos" usaban el *mullu* y los observatorios como instrumentos de predicción.⁷¹

El caso del altiplano boliviano es excepcional por varias razones; una de ellas es que el Lago Titicaca permitió, en fechas prehispánicas, la existencia de cultivos intensivos por medio del uso de camellones.⁷² Además, había minas de cobre y otros minerales, hecho que provocó la aparición de centros metalúrgicos importantes. A diferencia de los valles peruanos, el altiplano boliviano es abierto, lo cual favoreció la concentración urbana.

Uno de los casos que más recientemente ha llamado la atención de los especialistas es el colapso de la civilización preincaica de Tiwanaku, en el altiplano boliviano, hacia el año 1000 d.C. Frente a un lapso de sequías prolongadas/ se han expuesto modelos contrastantes de colapso, alguno de los cuales involucra a los diferentes sistemas agrícolas que mantenían a los habitantes del centro urbano, según su vulnerabilidad.

La civilización de Tiwanaku tuvo como capital un centro urbano, el primero del área, de 400 hectáreas de extensión.⁷³ A semejanza de los centros urbanos de Mesoamérica, albergaba a grupos de especialistas no productores directos de alimentos.

A recientes fechas, Charles Ortloff y Alan Kolata propusieron un modelo para explicar la desintegración del Estado Tiwanaku, entre 1000 y 900 a.P.,⁷⁴ tomando en consideración cambios climáticos radicales, evidentes tanto en los datos del glaciar de Quelccaya como en los registros palinológicos del Lago Titicaca. En este modelo, las condiciones de sequía extrema provocaron el deterioro y abandono final de los sistemas agrícolas de Tiwanaku.⁷⁵ Sin embargo, David Browman y otros han criticado esta posición,⁷⁶ ya que el periodo de sequía parece no haber coincidido con el colapso.

Lonnie Thompson *et al.* presentaron 1,500 años de información paleoclimática de dos núcleos de hielo procedentes de la cima del glaciar de Quelccaya en el sur de Perú.⁷⁷ Las variaciones anuales se identificaron por medio del estudio de estratos visibles de polvo, isótopos de oxígeno, concentración de micropartículas, conductividad e identificación de estratos históricos de ceniza.⁷⁸ Estos núcleos proveen información sobre las condiciones ambientales generales, incluyendo sequías, actividad volcánica, fuentes de humedad, temperatura y balance hídrico en el glaciar.⁷⁹

Para alrededor del año 1000 d.C., Ortloff y Kolata sugieren cambios significativos en los niveles de humedad, además de un aumento en la temperatura media anual de entre 0.5 y un grado centígrado, periodo relacionado con la Época Cálida medieval.⁸⁰ La hipótesis de estos investigadores es que el cambio climático, en la forma de una disminución en las lluvias hacia 1000 d.C.,

precipitó el colapso de la base agrícola de Tiwanaku y, en última instancia, el colapso mismo del Estado. Establecen también niveles de vulnerabilidad para los varios tipos de tecnología agrícola del Estado Tiwanaku.⁸¹ Como consecuencia, se observa una redistribución dramática de la población en la periferia, desurbanización y un cambio a un predominio del pastoreo de camélidos, para reemplazar la pérdida de recursos alimenticios.

CONSIDERACIONES FINALES

El estudio de desastres en arqueología es muy nuevo. Particularmente relevante es el análisis de etapas de cambio climático que afecten procesos civilizatorios. Dos de ellos se presentaron en el Cercano Oriente y el norte de África en el sexto milenio y fines del tercer milenio a.C. Nicole Petit-Maire ha citado otra fase severa de aridificación,⁸² que quizá llevó al colapso del Imperio Romano en el norte de África, los Imperios subsaharianos y del Cercano Oriente, así como la Ruta de la Seda. Otro proceso más afectó las sociedades del Horizonte Medio de Mesoamérica y la región andina, entre 700 y 1100 d.C.

La arqueología, en íntima relación con los estudios paleoclimatológicos, permite abordar cambios a través de milenios en los cuales las sociedades humanas se vieron afectadas por las variaciones climáticas, marinas, solares, u otras, o en los que intervinieron como

agentes motores para modificar de forma severa su entorno. Así, a recientes fechas, el estudio de cómo las sociedades del pasado respondieron frente a estos cambios se convierte en un marco de referencia para evaluar decisiones en ocasiones adecuadas y, en otras, catastróficas, además de ser una lección para los pueblos que afrontan el final del milenio con incertidumbre.

BIBLIOGRAFIA

Barba, Luis (1994) "The use of prospecting techniques for the study of building materials in the city of Teotihuacan", Symposium Arc 3: New Technological Approaches to Archaeology -A Mexican Case, 48th International Congress of Americanists, Julio, Uppsala.

Bard, Kathryn (1993) "State Collapse in Egypt in the Late Third Millennium BC", ponencia presentada en el 57th Annual Meeting of the Society of American Archaeology, Abril, St. Louis.

Bradley, Raymond S., ed. (1989) *Global Changes of the Past*, ponencias del 1989 OIES Global Change Institute, UCAR, Boulder.

Browman, David L. (1993) "Climatic Influences in the Titicaca Basin Cultural Sequence", en: *XIII International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences*, Agosto, México, D.F.

Buringh, P. (1957) "Living Conditions in the Lower Mesopotamian Plain in Ancient Times", en: *Sumer*, XIII, 1 y 2, Directorate General of Antiquities, Baghdad: 30-57.

Butzer, Karl W. (1976) *Early Hydraulic Civilization in Egypt. A Study in Cultural Ecology*, The University of Chicago Press, Chicago.

——— 1980 "11. Pleistocene History of the Nile Valley in Egypt and Lower Nubia", en: Martín A.J. Williams y Hugues Faure, eds., *The Sahara and the Nile. Quaternary Environment and Prehistoric Occupation in Northern Africa*, G.-P. Maisonneuve et Larose, París, pp. 253-280.

——— 1984 "Long-term Nile flood variation and political discontinuities in Pharaonic Egypt", en: J.D. Clark y S.A. Brandt, eds., *From Hunters to Farmers*, University of California Press, Berkeley, pp. 102-112.

——— 1994 "Environmental change, climatic history, and human modification", en prensa en: J.M. Sasson, ed., *Civilizations of the Ancient Near East*, Scribner's, New York.

Carballal, Margarita y María Flores (1993) *El Peñón de los Baños (Tepetzinco) y sus alrededores: interpretaciones paleoambientales y culturales de la porción noroccidental del Lago de Texcoco*, tesis de licenciatura en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

——— 1994 "La tecnología de prevención de inundaciones en la Cuenca de México durante el horizonte Posclásico", ponencia presentada en el *Seminario Internacional Sociedad y Prevención de Desastres*, COMECOSO/UNAM/LARED, Febrero, México, D.F.

Castañeda Reyes, José Carlos (1992) *Nefer sedem er entet neb. Intento de clarificación del movimiento popular durante el Imperio Nuevo y el Postimperio en el Egipto Antiguo*, tesis de licenciatura en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

Childe, V. Gordon (1973) "The Urban Revolution", en: M.P. Leone, ed., *Contemporary Archaeology*, Southern Illinois University Press, Carbondale, pp. 43-51.

Córdova F. De A., Carlos, Ana Lilian Martín Del Pozzo y Javier López Camacho (1994) "Paleolandforms and Volcanic Impact on the Environment of Prehistoric Cuicuilco, Southern México City", en: *Journal of Archaeological Science*, 21:585-596.

Courty, Maarie-Agnes (1993) "The Micromorphology of Abrupt Climatic Change", ponencia presentada en el *57th Annual Meeting of the Society of American Archaeology*, Abril, St. Louis.

García, Enriqueta (1974) "Situaciones climáticas durante el auge y la caída de la cultura teotihuacana", en: *Boletín del Instituto de Geografía* (México), 5.

Halstead, Paúl y John O'shea (1989) "Chapter 1. Introduction: cultural responses to risk and uncertainty", en: P. Halstead y J. O'Shea, eds., *Bad Year Economics: Cultural Responses to Risk and Uncertainty*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-7.

IGBP (1992) PACES. *Past Global Changes Project: Proposed Implementation Plans for Research Activities*, The International Geosphere-Biosphere Programme, (IGBP Global Change, Report 19), Stockholm.

Jacobsen, Thorkild y Robert M. Adams (1958) "Salt and Silt in Ancient Mesopotamian Agriculture", reprinted from *Science*, 128, 3334, Noviembre: 1251-1258 (A Warner Modular Publication, Andover, Reprint 488, 1973).

Jashemski, Wilhelmina F. (1979) "Chapter 19. Pompeii and Mount Vesuvius, A.D. 79", en: P.D. Sheets y D.K. Grayson, eds./ *Volcanic Activity and Human Ecology*, Academic Press, New York, pp. 587-622.

Kerisel, Jean (1985) "1. The history of geotechnical engineering up until 1700", en: *Proceedings of the Eleventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, San Francisco, Agosto, A.A. Baikema, Rotterdam, pp. 3-93.

Kolata, Alan K. (1986) "The Agricultural Foundations of the Tiwanaku State: a View from the Heartland", en: *American Antiquity*, 51, 4: 748-762.

Leclant, J. y P. Huard (1980) *La Culture des Chasseurs du Nil et du Sahara*, Mémoires du Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et Ethnographiques XXIX, C.R.A.P.E, Argelia.

Lozano-García, Socorro (1989) "Palinología y paleoambientes pleistocénicos de la Cuenca de México", en: *Geofísica Internacional*, 28, 2: 335-362.

Lumbreras, Luis Guillermo (1988) "Childe y la tesis de la Revolución Urbana: la experiencia central andina", en: L. Manzanilla, ed., *Coloquio V. Cordón Childe. Estudios sobre la revolución neolítica y la revolución urbana*, UNAM, México, pp. 349-366.

Malek, Jaromir (1986) *In the Shadow of the Pyramids. Egypt during the Old Kingdom*, Norman, University of Oklahoma Press.

Manning, Stuart (1993) "End of the Early Bronze Age in the Aegean: Contest, Chronology, Causes, and Effects", ponencia presentada en el *57th Annual Meeting of the Society of American Archaeology*, Abril, St. Louis.

Manzanilla, Linda (1982) *Hypothèses et indices du processus de formation de la civilisation égyptienne (cinquième et quatrième millénaires avant Jésus-Christ)*, tesis de doctorado, Universidad de Paris IV (Sorbonne), París.

——— 1986a "Cambios en la economía de subsistencia de los grupos prehistóricos del norte de África: el Nilo", en: *Anales de Antropología* (México), XXIII:15-27.

——— 1986b *La constitución de la sociedad urbana en Mesopotamia. Un proceso en la historia*, UNAM, México.

——— 1992 *Akapana. Una pirámide en el centro del mundo*, UNAM, México.

——— 1992b "¿Y si el desastre comenzó en Teotihuacán?", en: *Antropológicas* (México), 3:9-11.

——— 1993 "Cambios climáticos globales del pasado", en: *Antropológicas* (México), 7:83-88.

——— en prensa "The Impact of Climatic Change on Past Civilizations. A Revisionist Agenda for Further Investigation", en: *Quaternary International*.

Manzanilla, Linda, Emily McClung De Tapia y Luis Barba Pingarrón (1994) Informe técnico del segundo año del Proyecto "El cambio global en perspectiva histórica. El centro urbano preindustrial de Teotihuacán" (referencia 0060-H1906), CONACYT, México.

Marquina, Ignacio (1964) *Arquitectura prehispánica*, INAH, México.

Metcalfe, S.E./ F.A. Street-Perrott, R.B. Brown, P.E. Hales, R.A. Perrot y F.M. Steininger (1989) "Late Holocene Human Impact on Lake Basins in Central Mexico", en: *Geoarchaeology*, 4, 2:119-141.

Metcalf, Sarah E., F. Alayne Street-Perrott, R. Alan Perrott y Douglas D. Haarkness (1991) "Palaeolimnology of the Upper Lerma Basin, Central Mexico: a record of climatic change and anthropogenic disturbance since 11600 yr BP", en: *Journal of Paleolimnology*, 5:197-218.

Metcalf, S.E., F.A. Street-Perrott, S.L. O'hara, P.E. Hales y R.A. Perrott (en prensa) "The paleolimnological record of environmental change; examples from the arid frontier of Mesoamerica", en: A.C. Millington y K. Pye, eds.. *Climatic Change in Drylands*, John Wiley, Chichester.

Moore, Jerry D. (1991) "Cultural Responses to Environmental Catastrophes: Post-El Niño Subsistence on the Prehistoric North Coast of Peru", en: *Latin American Antiquity*, 1 (1): 27-47.

Mooser, Federico (1967) "Tefracronología de la Cuenca de Mexico para los últimos treinta mil años", en: *Boletín del Instituto Nacional de Antropología e Historia*, 30:12-15.

Moseley, Michael E. (1987) "The Andes. Punctuated Equilibrium: Searching the Ancient Record for El Niño", en: *The Quarterly Review of Archaeology*, Fall: 7-10.

Moss, Richard H. (1992) "Research on Global Change and its Human Dimensions", en: *Global Change Newsletter* (Suecia), 9:2-5. Navarrete, Carlos (1991) "Cuicuilco y la arqueología del Pedregal. Crónica de un desperdicio", en: *Arqueología* (Mexico), 5:69-84.

Needham, Joseph (1954) *Science and Civilisation in China*, Cambridge, University Press.

O'hara, Sarah L., F. Alayne Street-Perrott y Timothy P. Burt (1993) "Accelerated soil erosion around a Mexican highland lake caused by prehispanic agriculture", en: *Nature*, 362 (4):48-51.

Ortlieb, L. y J. Machare (1992) *Paleo-ENSO Records international symposium. Extended abstracts*, ORSTOM y CONCYTEC, Lima.

Ortloff, Charles R. y Alan L. Kolata (1993) "Climate and Collapse: Agro-Ecological Perspectives on the Decline of the Tiwanaku State", en: *Journal of Archaeological Sciences*, 20 (2):195-221.

Paulsen, A.C. (1976) "Environment and empire: climatic factors in prehistoric Andean culture", en: *World Archaeology*, 8 (2):121-132.

Petit-Maire, Nicole (1991) "The role of Earth sciences in the anticipation of future climatic change", *Ciencia e Cultura*, 43 (2):130-136.

Ponce Sanginés, Carlos (1981) *Tiwanaku: Espacio, tiempo y cultura. Ensayo de síntesis arqueológica*, Librena Los Amigos del Libro, La Paz.

Possehl, Gregory (1993) "Climate, Collapse, and Civilization in the Greater Indus Region", ponencia presentada en el *57th Annual Meeting of the Society of American Archaeology*, Abril, St. Louis.

Postpischl, D., S. Agostini, P. Forti y Y. Quinif (1991) "Palaeosismicity from karst sediments: the 'Grotta del Cervo' cave case study (Central Italy)", en: *Tectonophysics* (Amsterdam), 192:1-12.

Raikes, R.L. (1966) "The Physical Evidence for Noah's Flood", en: *Iraq* (Bagdad), XXVIII:52-63.

Renfrew, Colin (1979) "Chapter 18. The Eruption of Thera and Minoan Crete", en: P.D. Sheets y D.K. Grayson, eds. *Volcanic Activity and Human Ecology*, Academic Press, New York, pp. 565-585.

Rojas Aceval, Salomon (1991) "Comportamiento sísmico de edificios prehispánicos en Mesoamérica", en: *Cuadernos de arquitectura mesoamericana* (Mexico), 15:57-65.

Rosen, Arlene M. (1993) "Environmental Stress as a Factor in the Collapse of Early Bronze Age Society in Palestine", ponencia presentada en el *57th Annual Meeting of the Society of American Archaeology*, Abril, St. Louis.

Rowton, Michael B. (1973) "Urban Autonomy in a Nomadic Environment", en: *Journal of Near Eastern Studies* (Chicago), 32 (1 y 2):201-215.

Seele, E. (1973) "Restos de milpas y poblaciones prehispánicas cerca de San Buenaventura Nealtican, Pue.", en: *Comunicaciones* (Puebia, Mexico), 7:77-86.

Sheets, Payson D. (1979) "17. Environmental and Cultural Effects of the Ilopango Eruption in Central America", en: P.D. Sheets y D.K. Grayson, eds. *Volcanic Activity and Human Ecology*, New York, Academic Press, pp. 525-564.

Sheets, Payson D. y Donald K. Grayson, eds. (1979) *Volcanic Activity and Human Ecology*, Academic Press, New York.

——— 1979b"1. Introduction", en: P.D. Sheets y D.K. Grayson, eds. *Volcanic Activity and Human Ecology*, Academic Press, New York, pp. 1-8.

Steen-MacIntyre, VIRGINIA (s/d) "Petrography of Selected Late Quaternary Pyroclastic Deposits at La Malinche Volcano, State of Puebia, Mexico", mecanoscrito.

Tainter, Joseph A. (1990) *The Collapse of Complex Societies*, New Studies in Archeology, Cambridge University Press, New York.

Thompson, Lonnie G., Ellen Mosley-Thompson y Benjamin Morales Amao (1984) "El Niño-Southern Oscillation Events Recorded in the Stratigraphy of the Tropical Quelccaya Ice Cap, Peru", en: *Science*, 226 (5):50-53.

Thompson, L.G., E. Mosley-Thompson, J.F. Bolzan y B.R. Koci (1985) "A 1500-Record of Tropical Precipitation in Ice Cores from the Quelccaya Ice Cap, Peru", en: *Science*, 229 (6):971-973.

Thompson, L.G., E. Mosley-Thompson, W. Dansgaard y P.M. Grootes (1986) "The Little Ice Age as Recorded in the Stratigraphy of the Tropical Quelccaya Ice Cap", en: *Science*, 234 (17):361-364.

Touliatos, P. (1994) "Seismic Disaster Prevention in the History of Structures in Greece", ponencia presentada en el *Seminario Internacional 'Sociedad y Prevención de Desastres'*, COMECSO/UNAM/LA RED, Febrero, Mexico, D.F.

Uruñuela, Gabriela y Patricia Plunket (1993) "Proyecto Tetimpa", Consejo de Arqueología, INAH, Mexico.

Vittori, Eutizio, Stefano Sylos Labini y Leonello Serva (1991) "Palaeoseismology: review of the state-of-the-art", en: *Tectonophysics* (Amsterdam), 192:1-24.

Weiss, Harvey (1993) "Abrupt Climatic Change and Mesopotamian Collapse", ponencia presentada en el 57th *Annual Meeting of the Society of American Archaeology*, Abril, St. Louis.

Weiss, H., M.-A. Courty, W. Wetterstrom, F. Guichard, L. Senior, R. Meadow y A. Curnow (1993) "The Genesis and Collapse of Third Millennium North Mesopotamian Civilization", *Science*, 261 (20):995-1088.

Wilson, John (1964) *La cultura egipcia*, Breviarios num. 86, Fondo de Cultura Económica, Mexico.

NOTAS

1 Sheets y Grayson, 1979b:1.

2 Renfrew, 1979.

3 Jashemski, 1979.

4 Sheets, 1979:525-532.

5 Sheets, 1979.

6 Sheets, 1979:539-546.

7 Mooser, 1967.

8 Steen-McIntyre, s/f. N de la coord: a.P. corresponde a la abreviatura de "antes del Presente",

donde el "Presente" se data en 1950 al coincidir con el nacimiento de la técnica de radio carbono.

- 9 Uruñuela y Plunket, 1993.
- 10 Seele, 1973.
- 11 Seele, 1973:81.
- 12 Córdova *et al.*, 1994.
- 13 Marquina, 1964:52.
- 14 Córdova *et al.*, 1994.
- 15 Navarrete, 1991.
- 16 McClung de Tapia, en: Manzanilla, McClung de Tapia y Barba, 1994.
- 17 Postpischl *et al.*, 1991.
- 18 Vittori *et al.*, 1991.
- 19 Touliatos, 1994.
- 20 Manzanilla, 1992.
- 21 Rojas Aceval, 1991.
- 22 Kerisel, 1985:32.
- 23 Marquina, 1964.
- 24 Marquina, 1964:69.
- 25 Needham, 1954.
- 26 IGBP, 1992; Bradley y Eddy, en: Bradley, 1989:7.
- 27 Bradley, 1989:2.
- 28 Nota de coord.: ENSO por sus siglas en inglés: *El Niño Southern Oscillation*.
- 29 Bradley *et al.*, en: Bradley, 1989:18.
- 30 IGBP, 1992:45.
- 31 Bradley, 1989.
- 32 Manzanilla, 1986a; Butzer 1994.
- 33 Buringh, 1957:37.
- 34 Raikes, 1966:61-62.
- 35 Jacobsen y Adams, 1958.
- 36 Rosen, 1993
- 37 Rosen, 1993.
- 38 Halstead y O'Shea, 1989.
- 39 Rosen, 1993.
- 40 Weiss, 1993; Weiss *et al.*, 1993.
- 41 Courty, 1993.

- 42 Possehl, 1993.
- 43 Manning, 1993.
- 44 Manzanilla, 1986a.
- 45 Wilson, 1964.
- 46 Bard, 1993.
- 47 Bard, 1993.
- 48 Butzer, 1976 y 1984.
- 49 Malek, 1986:120.
- 50 Malek, 1986.
- 51 Castañeda Reyes, 1992.
- 52 Metcalfe *et al.*, 1989,1991 y en prensa; Lozano-García, 1989.
- 53 Metcalfe *et al.*, 1989.
- 54 Barba, en: Manzanilla, McClung de Tapia y Barba, 1994.
- 55 Metcalfe, *et al.*, 1989,1991 y en prensa.
- 56 García, 1974.
- 57 Manzanilla, 1992b, 1993, en prensa.
- 58 Manzanilla, 1992b.
- 59 Carballal y Flores, 1993 y 1994.
- 60 Metcalfe, *et al.*, en prensa.
- 61 Nota de la coord.: *Tlatoani* = principal gobernante mexica.
- 62 Elera *et al*, en: Orlieb y Macharé, 1992.
- 63 Moore, 1991:42.
- 64 Moore, 1991.
- 65 Moseley, 1987:9.
- 66 Moseley, 1987.

- 67 Paulsen, 1976; Moseley, 1987; Manzanilla, 1992b.
- 68 Mörner, en: Orlieb y Machar
- 69 Dueñas, en: Ortlieb y Macha
- 70 Perota, en: Ortlieb y Machar
- 71 Lumbreras, 1988:358ss.
- 72 Kolata, 1986.
- 73 Ponce Sanginés, 1981.
- 74 Ortloff y Kolata, 1993.
- 75 Ortloff y Kolata, 1993:195.
- 76 Browman, 1993.
- 77 Thompson *et al.*, 1985.
- 78 Thompson *et ai*, 1986.
- 79 Thompson *et al.*, 1985.
- 80 Ortloff y Kolata, 1993:200.
- 81 Ortloff y Kolata, 1993:211.
- 82 Petit-Maire, 1991:132.