



HISTORIA Y DESASTRES EN AMERICA LATINA

VOLUMEN II



LA RED



CIESAS



VIRGINIA GARCIA ACOSTA
COORDINADORA



Historia y Desastres en América Latina: volumen II / Virginia García
Acosta; coord.- Lima: LA RED; CIESAS; ITDG, 1997

315 p.: grafs.; mapas.

DESASTRES / HISTORIA / SISMOS / INUNDACIONES / PREVEN-
CIÓN DE DESASTRES / MEDIO AMBIENTE / DESARROLLO UR-
BANO / XL / PE / CO / MX / BR / AR

DESCRIPTORES OCDE

ISBN 9972

Primera edición: setiembre de 1997

Coordinadora: Virginia García Acosta

© 1997, LA RED: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina

© 1997, CIESAS: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social

© 1997: ITDG: Intermediate Technology Development Group

Edición: Ramón Córdoba

Revisión y Corrección del inglés: Mauricio Sánchez

Procesamiento gráfico: Noé Alavez

Carátula: Pochi Marambio

Cuidado de edición: Soledad Hamann

Cotejo de pruebas: Ivonne Chiroque

Preprensa, impresión y encuadernación:

Tarea Asociación Gráfica Educativa

Impreso y Hecho en Perú

Printed and made in Perú

CATÁSTROFES CONVERGENTES: PERSPECTIVAS GEOARQUEOLÓGICAS SOBRE DESASTRES NATURALES COLATERALES EN LOS ANDES CENTRALES

Michael Moseley

This essay deals with certain geoarchaeological cases of «convergent catastrophe» or crises produced by two or more collateral natural disasters. First, it reviews how convergent catastrophes tend to happen in the Andes, and some of their potential long term symptoms; afterwards, it summarizes several modern analogies and PreHispanic cases of collateral crises. Its purpose is to convey recent research results which imply several forms of disastrous stress that contemporary Andean populations and national planners are neither aware of nor immune to.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones geoarqueológicas sobre catástrofes convergentes, es decir, crisis producidas por dos o más catástrofes naturales colaterales, muestran que en ciertos casos éstas conducen a la caída del régimen político imperante, propician cambios ideológicos, económicos y de patrones de asentamiento, a la vez que afectan la salud de las poblaciones.

La catástrofe convergente puede ser ilustrada a través de la analogía entre enfermedad humana y desastre natural. Un individuo o colectividad saludables pueden sobrevivir a una enfermedad o a un desastre individuales. Sin embargo, cuando una población es golpeada por otro u otros desórdenes, la recuperación se torna lenta y aumenta la posibilidad de colapso del organismo. La gravedad del impacto de los desastres múltiples reside en el *estrés compuesto* que éstos ejercen sobre las comunidades bióticas.¹ La naturaleza,

1 Nota del coord.: En la versión al español del autor aparece el término *stress*, que se ha sustituido por *estrés*.

duración e intensidad del *estrés compuesto* varía porque las catástrofes compuestas implican diferentes combinaciones de varios tipos de desastre, así como de cambios ambientales.

El diagnóstico de estos complejos fenómenos es una tarea nueva y complicada. Por lo tanto, en este trabajo revisaré, en primer lugar, cómo aparecen las catástrofes convergentes en el caso de los Andes y algunas de sus posibles manifestaciones a largo plazo. Posteriormente revisaré algunos ejemplos modernos, que son análogos a varios casos prehispánicos de crisis colaterales, los cuales han sido estudiados desde una perspectiva geoarqueológica. Mi intención es presentar los resultados de investigaciones recientes sobre el impacto del estrés producido por desastres que actualmente no son tomados en cuenta, ni son previstos tanto por las poblaciones andinas como por las agencias de planificación.

AGENTES DE LOS DESASTRES

La posibilidad de que ocurran desastres convergentes aumenta en relación a la variedad y frecuencia de desastres naturales y de cambios ambientales. Los paradigmas de las placas tectónicas y de la interacción océano-atmósfera, posibilitaron el desarrollo de la perspectiva geoarqueológica para el estudio de desastres naturales a largo plazo. Estos últimos caracterizan a la cordillera de los Andes como una de las regiones geológicas más dinámicas del planeta. La región andina está sometida a varias formas de cambio físico que pueden ser devastadoras para las comunidades bióticas. Las fuerzas que actúan para modificar el entorno físico y para producir desastres en el medio andino, responden a dos fuentes de poder independientes y no relacionadas entre sí. Una emana del núcleo de la tierra, y corresponde al dinamismo de las montañas y al paradigma de las placas tectónicas. Esta energía produce desastres como los terremotos. En la medida en que la cordillera central es una de las cadenas de montañas de mayor nivel de actividad del planeta, está sujeta a constantes deslizamientos tectónicos y a frecuentes movimientos sísmicos. La otra fuente de poder emana del sol, y corresponde a la radiación, al clima, a los niveles de agua y al paradigma de la interacción océano-atmósfera. Esta energía genera desastres como las oscilaciones producidas por la corriente de El Niño (*El Niño Southern Oscillation* «ENSO»);² Como la cordillera central es

2 Nota de la coord.: A continuación el autor usa indistintamente los términos «El Niño» o ENSO para referirse al mismo fenómeno.

árida o hiper árida, es altamente sensible a perturbaciones climáticas de extensión regional o global.

Estas dos fuentes de transformación física contribuyen a la alta frecuencia y gran variedad de desastres naturales que caracterizan a la cordillera central. Debido a que responden a distintas causas, la mayoría de los desastres de origen tectónico y/u oceánico ocurren en momentos diferentes en el tiempo, aunque no en el espacio. Sin embargo, los desastres andinos también pueden ocurrir al mismo tiempo o en cercana sucesión uno del otro. Cuando esto ocurre, se generan catástrofes convergentes y *estrés compuesto*. Éstos, a su vez, pueden precipitar respuestas culturales radicales o, en casos extremos, colapsos culturales.

DIAGNÓSTICO DEL ESTRÉS CONVERGENTE

El diagnóstico de catástrofes convergentes ocurridas en el pasado es una técnica nueva y problemática. Ello se debe a que cuando se estudian periodos antiguos, ciertos tipos de desastres son todavía difíciles de identificar. Esta situación es similar a realizar una autopsia sin poder determinar cuál fue el impacto de ciertas enfermedades. El registro arqueológico está lleno de cadáveres culturales. Inicialmente su deceso se explicó únicamente en términos de causalidad social. Sin embargo, a comienzos de la década de los setenta, y gracias al desarrollo de técnicas capaces de detectar antiguas oscilaciones de El Niño, se pudo comprobar que algunos cadáveres mostraban severos traumas producidos por eventos *ENSO*. Su fallecimiento fue, por tanto, atribuido al desastre *ENSO*. En la década de los ochenta, el estudio estratigráfico de glaciares ofreció los primeros registros detallados acerca de las condiciones climáticas de los Andes centrales durante los últimos 1,500 años. Estos indicaban que, en algunos casos de presuntos colapsos de El Niño, habían ocurrido sequías poco usuales. Los resultados mostraban señales de *estrés convergente*, producido por el impacto combinado de varios agentes ambientales. En fechas recientes, algunos terremotos y movimientos sedimentarios de gran escala han sido correlacionados, de manera tentativa, con varios casos de crisis complejas. De este modo, la creciente capacidad de identificar diferentes tipos de desastres ha posibilitado una mejor identificación de las catástrofes complejas.

Síntomas de estrés y cambio

Los cambios ambientales destructivos pueden ocurrir esporádicamente, o bien seguir un curso continuo. Asimismo, pueden sobrevenir de forma rápida o gradual. Sin embargo, las transformaciones lentas o atenuadas pueden ser engañosas. Los seres humanos pueden ver únicamente ciertas bandas de las ondas cortas y largas de luz. De manera similar, la percepción humana del tiempo y del cambio ambiental es limitada. La gente detecta fácilmente los procesos estresantes que la golpean rápida y dramáticamente. Sin embargo, procesos igualmente catastróficos pero que impactan a las poblaciones lenta o acumulativamente, a lo largo de generaciones, son mal percibidos o, simplemente, no son reconocidos.³ Las crisis atenuadas son a menudo detectables a través de registros *proxy* de largo plazo de acontecimientos pasados.⁴ La profundidad en el tiempo de los registros *proxy* permite ubicar a los desastres naturales dentro de una perspectiva evolutiva que presenta al mismo tiempo debilidades y ventajas.

Por lo general, los registros *proxy* de catástrofes antiguas no permiten obtener una estimación precisa de todo el impacto del desastre. Por ejemplo, aunque la pérdida de vidas es trágica, cuando la reproducción de la población sobreviviente conduce a una recuperación demográfica, ésta no puede ser calculada porque no tuvo consecuencias duraderas. En cambio, algunos procesos naturales que destruyen permanentemente la infraestructura económica o los medios de subsistencia de los grupos humanos repercuten decisivamente en su proceso evolutivo, porque acortan la sobrevivencia y la reproducción de la población. Este es el caso de la pérdida de hábitat. El cultivo de la tierra es la infraestructura básica que tradicionalmente ha mantenido a la mayoría de la población andina. Considerando que los agricultores no abandonan fácilmente sus tierras, la presencia de restos de terrenos de cultivo desertificados constituye un síntoma de cambios significativos en las condiciones humanas y naturales.

En los Andes centrales se encuentran millones de hectáreas de terreno previamente cultivado que ya no están produciendo. Cubren un área que va desde Colombia y Venezuela, hasta Chile y Argentina. En muchas regiones de la cordillera central se cultivaba una superficie entre el 30% y el 100% mayor

3 Moseley y Feldman, 1982.

4 Nota de la coord.: al no contar con un término más adecuado, se mantuvo el de *proxy*, tal como aparece en la versión en español del autor.

que la actualmente utilizada. En el Perú, por ejemplo, existen unos 2,600,000 hectáreas de tierra productiva, así como 750 mil hectáreas de terrazas agrícolas que están fuera de uso.⁵ A ello debemos añadir alrededor de 300 mil hectáreas más de tierra no terraceda que se cultivaban antiguamente, hoy abandonadas. De esta manera y atendiendo el caso de un solo país, el total de tierra cultivada en el pasado era de más del 40% de lo que se dispone actualmente. Esta situación resulta desoladora, ya que esta inmensa pérdida de hábitat agrícola cubre todo el espectro andino. Existen varias explicaciones posibles a este fenómeno; la más simple es que la agricultura no puede ser sustentable o estable cuando el entorno natural no lo es.

Las investigaciones a partir de restos de trabajos agrícolas abandonados antes del siglo XX han sido escasas en número, dispersas en ubicación y diversas por lo que toca a la metodología empleada, pero importantes en sus implicaciones. Todas ellas muestran que, en diferentes áreas, el terreno fue recuperado, cultivado y abandonado en diversos momentos y proporciones. Así, la pérdida de tierra cultivable no fue un fenómeno súbito, mas bien se repitió miles de veces a lo largo de milenios. Las posibles causas de este abandono cubren un amplio espectro de variables naturales y culturales.⁶ Los agentes ambientales incluyen: estrés debido a la sequía, severos eventos de El Niño, movimientos tectónicos, invasiones de dunas de arena así como descenso del nivel freático y del curso fluvial. Es importante anotar que todos estos agentes son recurrentes y siguen actuando en el presente. Por lo tanto, el estudio del efecto del estrés en la agricultura andina debería estar sujeto a los principios básicos de análisis y explicación uniformes.

CASOS ANÁLOGOS EN EL SIGLO XX

El análisis uniforme sostiene que, si la pérdida del hábitat agrícola fue causada mayoritariamente por efecto de la dinámica ambiental, en el siglo XX también debe estar produciéndose un abandono de tierras cultivables y debería ser posible detectar los procesos que conducen a ello. La evaluación geoarqueológica de esta hipótesis se ha basado en imágenes de las montañas andinas tomadas a partir del surgimiento de la fotografía aérea en los años cuarenta y, posteriormente, en los datos provistos por los satélites. Las imágenes obtenidas en diferentes años, a lo largo de varias décadas y en diversas

5 Masson, 1986.

6 Denevan, 1987.

áreas, proporcionan registros temporales precisos de las transformaciones recientes ocurridas en el paisaje.

Pérdida gradual de tierras

Un estudio basado en archivos de fotografía aérea que cubren desde el año 1951, y en un estudio de *laser transient* llevado a cabo en 1985, calibró la pérdida de tierras a largo plazo en El Carrizal (17° 28'S, 71° 22'O). Se trata de un área irrigada, alimentada por un manantial y ubicada en el desierto de la costa sur del Perú. Durante el año 1000 d.C., el área cultivada con esta fuente de agua cubría 13.2 hectáreas. En el periodo colonial temprano, el 48% de la tierra dejó de ser cultivada. Alrededor del año 1550, el resto del área estaba dedicada al plantío de olivares. Las subsecuentes pérdidas de tierras alcanzaron el 13% alrededor de 1600, 25% durante el periodo republicano; 6% entre 1930 y 1950, y pérdida de siete árboles de olivos entre 1951 y 1985. El posterior abandono del 93% de la tierra agrícola fue la consecuencia hidrológica de la gradual caída de 29.2 metros en el nivel del curso del manantial.⁷

Las leyes de la mecánica de fluidos dictan que siempre se perderá tierra irrigada, en los lugares en que los niveles naturales de agua desciendan por debajo de los niveles estables de las tomas de agua de los canales de irrigación. La mayoría de los arroyos y ríos andinos están provocando erosión y profundizando sus lechos. Por lo tanto, los niveles de drenaje superficiales y del subsuelo están descendiendo lentamente. Se supone que allí donde la irrigación se sirve de fuentes de agua que están siendo erosionadas, este cambio gradual de las condiciones hidrológicas es una fuente crónica de estrés.⁸ A pesar de que el estrés crónico no daña mucho la tierra, exacerba las pérdidas causadas por otros factores naturales.

En El Carrizal, una inundación causada por un evento Niño excepcionalmente severo ocurrido alrededor del año 1360, se ha relacionado con el abandono generalizado de tierras durante el prehispánico tardío. Más tarde, durante los inicios de la Colonia, la pérdida del 13% de tierras cultivables se ha asociado con las consecuencias de dos desastres ocurridos dentro de un corto lapso. El primero, en 1600, siguió a la erupción del Huayna Putina (16° 35'S, 70° 52'O), un volcán del noreste. La erupción fue acompañada por grandes terremotos que produjeron una serie de avalanchas. Éstas, a su vez, genera-

7 Moseley y Clement, 1990.

8 Clement y Moseley, 1991.

ron enormes cantidades de desecho. Un fuerte terremoto ocurrido en 1604 añadió nuevos desechos que se depositaron sobre los previamente arrojados en el desértico paisaje. Posteriormente, masivas cantidades de desechos provenientes del terremoto fueron movilizadas por la lluvia y las inundaciones que acompañaron al fuerte evento de El Niño de 1607. Como el desastre de El Niño golpeó un hábitat previamente desestabilizado por desastres tectónicos, la precipitación torrencial produjo niveles de erosión y deposición excepcionalmente severos.⁹ En El Carrizal, estas catástrofes convergentes arrastraron algunos olivares mientras que otros quedaron enterrados en depósitos sumamente espesos.

Movimientos episódicos de sedimentos

La erupción del Huayna Putina en 1600 y el fuerte evento de El Niño de 1607, sugieren que las paleoinundaciones que presentan niveles desproporcionados de erosión y deposición corresponden a catástrofes convergentes en las que se combinan desastres tectónicos y eventos ENSO. Un estudio realizado por la NASA sobre las consecuencias sinérgicas de movimientos tectónicos y eventos ENSO, analizó un caso análogo ocurrido en el siglo XX. Esta investigación usó fotografía aérea computarizada, datos de satélite e imagerie espacial, para realizar un registro de la línea costera del río peruano Santa (9° 02'S, 78° 33'O) a lo largo de cuatro décadas. El lapso registrado reveló un periodo prolongado de movimientos masivos de sedimentos, y alteración del paisaje. El ciclo comenzó en 1970 con el terremoto de Santa, de 7.9 grados de magnitud. El sismo produjo cientos de derrumbes que generaron un volumen de desechos estimado en 0.1×10^9 a 0.2×10^9 m³.¹⁰ Este desecho suelto se quedó en las áridas superficies, hasta que fue arrastrado y llevado hasta el mar por las lluvias, los desbordes y las inundaciones producidos por el fuerte evento de El Niño de 1972-1973 y, particularmente por el extremadamente intenso de 1982-1983. El desecho lanzado al mar fue arrastrado por las corrientes marinas y depositado a lo largo de la orilla del mar, dando lugar a una nueva playa de una extensión cercana a un kilómetro de ancho. Fuertes vientos provenientes del océano comenzaron a transportar los nuevos sedimentos de la playa hacia el interior, formando inmensas dunas. El lento movimiento de las dunas tierra adentro, continuará enterrando tierras de cultivo y

9 Moseley, Tapia, Satterlee y Richardson, 1992.

10 Keefer y Moseley, 1994

grandes sectores del paisaje durante un largo periodo, hasta que las arenas finalmente reposen y se estabilicen frente a la escarpada pared de la cordillera.¹¹

Estos ciclos de movimientos masivos de sedimentos no son raros, porque los terremotos y los eventos ENSO son los desastres más frecuentes en los Andes centrales. Los ciclos de sedimentación se reflejan en los registros de paleoinundaciones como episodios de erosión y deposición extraordinariamente severos. También se evidencian en incursiones periódicas de invasiones masivas de dunas. La formación de dunas es frenada allí donde las orillas del mar están formadas por barrancos rocosos, pero es estimulada allí donde las playas de arena prevalecen, como es el caso del norte del Perú. En esta zona, las orillas de arena aún conservan el remanente de las antiguas dunas que invadieron las áreas agrícolas de los valles interiores, alterando trágicamente las vidas de la gente que vivía y cultivaba en la zona. Los desastres de dunas son consecuencia del aumento, por diversas causas, de arena en la orilla del mar. En un primer momento, el sedimento de la orilla aumentó visiblemente como consecuencia sinérgica de los terremotos y eventos ENSO, como es el caso del río Santa. Esto produjo incursión de dunas en la región. En un segundo momento, el volumen de arena tendió a aumentar debido a las fluctuaciones del nivel del mar ocurridas durante el bajo Holoceno. Esto debió producir inundaciones de arena en toda la costa. Sin embargo, es probable que las incursiones regionales hayan sido más comunes que las transcostales. No obstante, los desastres de dunas no ocurren solos, más bien son señales de periodos de *estrés convergente* en los cuales estuvieron presentes otros agentes de cambio ambiental.

El estudio de la NASA sobre el desastre iniciado por el terremoto del Santa, no cuantificó la pérdida permanente que éste produjo en el hábitat agrícola contemporáneo. No obstante, se evidenciaron pérdidas de gran escala, porque gran parte de los 0.1×10^9 a 0.2×10^9 m³ de los restos de derrumbe, debe haberse desprendido de las superficies cultivadas, o bien fue depositado encima de ellas. Los sismos de magnitud entre seis y siete grados, cruzan el umbral a partir del cual se produce un volumen exponencialmente creciente de desecho proveniente de las avalanchas. En esta región pueden ocurrir sismos de más de 30 M 7+ cada siglo. Modelamientos recientes indican que cada uno de estos sismos es capaz de producir entre 40×10^6 a 4×10^9 m³ de desecho proveniente de derrumbes. De hecho, para el caso peruano, se calcula que la tasa media de erosión producida por los derrumbes originados por terremotos,

11 Moseley, Wagner y Richardson, 1991

corresponde al 40% de la tasa de erosión atribuida a la descarga anual de los ríos.¹² Así, los movimientos sísmicos y los derrumbes inducidos por terremotos han sido, durante largo tiempo, los agentes que en mayor medida contribuyeron a la alteración física del paisaje agrícola andino.

CASOS DE CATÁSTROFES CONVERGENTES EN EL PASADO

Las poblaciones de la cordillera central han estado siempre sujetas a frecuentes crisis de origen tectónico y oceánico. De hecho, una reciente síntesis de la arqueología andina indica que los desastres naturales estuvieron en el origen de varios cambios evolutivos del desarrollo humano.¹³ Es muy posible que las catástrofes convergentes contribuyan a crear discontinuidades evolutivas; sin embargo, las catástrofes compuestas son difíciles de identificar. Ello se debe a que frecuentemente uno de los desastres tiende a opacar el impacto del otro. Es el caso de las inundaciones producidas por El Niño que ocurren después de un sismo y de los derrumbes causados por un terremoto.

En los Andes centrales, dos secuencias estratigráficas extraídas del glaciar Quencaya en 1983, proporcionaron un detallado registro *proxy* de las estaciones climáticas secas y húmedas durante los últimos 1,500 años. Los núcleos reflejan frecuentes eventos ENSO y otras perturbaciones pluviales, de temperatura y de química atmosférica.¹⁴

Sequía Decenal

Una perturbación surgida de la estratigrafía glaciar, correspondiente a una severa y prolongada sequía, parece haber tenido amplias repercusiones políticas y sociales. La sequía comenzó abruptamente en el año 563 d.C. y se prolongó hasta el 594 d.C. Durante esas tres décadas, las precipitaciones pluviales promedio fueron un 30% por debajo de lo normal.¹⁵ Por entonces, la agricultura había alcanzado su máxima expansión en muchas áreas, por lo tanto el descenso de las lluvias debe haber producido una notable disminución de las cosechas. Se redujo igualmente la extensión de tierra irrigable. A lo largo de la árida costa, tanto los terrenos de cultivo como los asentamientos humanos se trasladaron al interior, principalmente hacia las cabeceras de los

12 Keefe, 1994

13 Richardson, 1994

14 Thompson *et al.*, 1985 y 1994b.

15 Schaaf, 1988.

valles o alrededor de los canales.¹⁶ Resulta razonable inferir que la producción agrícola total cayó en un 25% y que la disminución de pastos causó pérdidas similares en ganado camélido.

Al someter a grandes poblaciones a una hambruna generalizada, que se prolongó por toda una generación, la sequía exacerbó el impacto negativo de otros desastres. Al norte del Perú, las regiones costeras de varios valles desérticos sufrieron una masiva invasión de dunas de arena durante la última mitad del siglo VI y los inicios del VII. A finales del siglo VI, una enorme incursión de arena inundó el lado sur del valle del Moche, cubrió las tierras agrícolas y enterró la capital del Estado Moche que, por entonces, dominaba toda la costa norte. La sede del gobierno, así como varios asentamientos satélites, fueron abandonados. Después del desastre, Moche perdió el control político de los valles del sur y fundó una nueva capital, de una nación menor, ubicada unos 165 km al norte y 55 km hacia el interior, en la cabecera del valle Lambayeque. Tanto en ésta como en otras ciudades nuevas, hay evidencia de la existencia de depósitos para alimentos y otros bienes que eran guardados bajo estricto control.¹⁷ Los cambios políticos y económicos fueron acompañados de profundas alteraciones en el arte institucional, en la iconografía y la ideología. Todos ellos reflejan el surgimiento de una nueva cosmovisión.¹⁸

Existen diferentes interpretaciones sobre las condiciones ambientales que causaron estas transformaciones geopolíticas y sociales. Algunos estudiosos proponen que el cambio se debió por completo, o principalmente, a la sequía decenal. De acuerdo a esta teoría, la sequía disminuyó la cobertura vegetal, lo cual aumentó la erosión, la cantidad de sedimentos que llegaban al mar y la actividad de las dunas.¹⁹ Esto parece poco probable. En primer lugar, las regiones bajas a orillas del desierto carecen de vegetación; un descenso del 30% en la precipitación pluvial y en los niveles de agua de los ríos, debería haber ocasionado una reducción proporcional en la cantidad de sedimento transportada por los ríos que bajan de las montañas hacia el mar. Por lo tanto, el enterramiento bajo dunas de gran parte de las tierras cultivables, así como de la capital del Estado Moche, debe haber requerido de la presencia de agentes de cambio ambiental adicionales, específicamente aquellos identificados en el caso análogo de formación de dunas en la región del río Santa.

16 Shimada *et al.*, 1991.

17 Shimada, 1994; Shimada *et al.*, 1991.

18 McClelland, 1990.

19 Shimada *et al.*, 1991.

Existe evidencia de inundaciones producidas por eventos El Niño en la capital de Moche.²⁰ Un caso tardío incluye un nivel de erosión excepcionalmente severo, que bien puede reflejar actividad sísmica previa.²¹ Por lo tanto, es posible que durante la sequía hayan ocurrido terremotos y desastres ENSO, y que este complejo de desastres naturales precipitara transformaciones geopolíticas. La sequía decenal habría sido el componente crítico de este síndrome. De modo similar a una enfermedad crónica, la disminución de lluvias y de precipitación fluvial deprimieron la capacidad de respuesta cultural al estrés producido por los sismos, eventos ENSO e invasiones de dunas. Esto permitió que las nuevas adversidades precipitaran el colapso político y la reconfiguración social.²²

Aridez Centenaria

Los estratos glaciares del Quelcaya documentan un caso más reciente de reducción de la precipitación pluvial, durante el cual las lluvias se mantuvieron por debajo de la media estadística durante siglos. Este episodio de aridez prolongada comenzó poco después del año 1000 d.C., atravesó por un severo declive entre 1245 y 1310 antes de terminar, finalmente, en el 1500 con el advenimiento de la denominada «Pequeña Edad Glaciar»²³

Durante el descenso de lluvias centenaria, los sistemas agrícolas empleados durante tiempos de precipitación normal perdieron productividad y gradualmente se fueron atrofiando. Se supone que estas condiciones causaron el colapso del sistema de agricultura de camellones que mantenía al Estado Tiwanaku en la cuenca del Titicaca. Ello condujo al colapso de este Estado alrededor del 1100 d.C.²⁴

En otros lugares, este episodio de aridez centenaria exacerbó el estrés producido por otros desastres naturales. La precipitación pluvial de las montañas del oeste del lago Titicaca alimenta la corriente subterránea que provee al manantial costero El Carrizal. Aquí, la irrigación alcanzó su máxima expansión alrededor del 1000 d.C. La tierra perdió gradualmente su capacidad productiva debido a que la prolongada sequía incrementó el descenso del

20 Uceda y Canziani, 1993.

21 Moseley y Deeds, 1982.

22 Moseley y Richardson, 1992.

23 Thompson *et al.*, 1994b.

24 Ortloff y Kolata, 1993.

nivel de agua del manantial. Después de dos siglos durante los cuales las tierras agrícolas disminuyeron crecientemente, sobrevino una desastrosa inundación causada por el evento El Niño del 1360 d.C. Después del desastre, la previa disminución del curso del manantial inhibió la recuperación agrícola y demográfica, y sobrevino un colapso cultural.²⁵

Cuando los sistemas agrícolas, inhabilitados por la sequía, sufrieron el impacto de otros desastres naturales, fueron abandonados, como en el caso de El Carrizal, o bien fueron reconstruidos a partir de una adaptación a la disminución de lluvias y del caudal de los ríos. Al norte del valle del Moche, después de una inundación excepcionalmente severa causada por el evento El Niño del año 1100 d.C., se rediseñó y se reconstruyó el sistema agrícola.

El estudio de los canales de irrigación (análisis hidrológico del corte de los canales), indica que fueron reconstruidos usando modelos hidráulicos muy eficientes y diseñados para trabajar con menos agua. A pesar de la eficiente ingeniería y de las masivas inversiones en trabajos de construcción, los canales reconstruidos funcionaron sólo por un breve periodo. Su abandono definitivo se atribuye a la creciente aridez y a la marcada sequía ocurrida entre 1245 y 1310.²⁶

Más al norte, el severo evento El Niño del 1100 d.C. podría corresponder a la legendaria inundación descrita en la leyenda de *Fempellec*, antiguo jefe dinástico del valle de Lambayeque. *Fempellec* era el gran señor de toda la región, cuando «30 días» de desastrosas lluvias e inundaciones devastadores provocaron hambruna y peste. Los sujetos del potentado se sublevaron y lo lanzaron al mar. A ello sucedió un periodo intermedio, que terminó con la conquista de la región por fuerzas provenientes del valle del Moche. La evidencia arqueológica indica que en el año 1100, una inundación excepcional en la región de Lambayeque destruyó los canales de irrigación y la ciudad capital.²⁷ Aumentaron las pérdidas las dunas que invadieron tierras costeras. Los sobrevivientes apilaron montones de restos de material combustible alrededor de las ruinas de los edificios y de los monumentos más importantes, y los quemaron. Probablemente la iconografía y la ideología se modificaron, y sobrevino la subyugación política.²⁸ Lo anterior sugiere un largo y complejo desastre natural compuesto por cuatro calamidades: sequía, terremoto, El Niño

25 Clement y Moseley, 1991; Moseley, Satterlee y Tapia, s/d.

26 Orloff y Kolata, 1993.

27 Craig y Shimada, 1986.

28 Shimada, 1990.

e invasión de dunas. Aunque *Fempellec* sea un personaje mítico, no hay nada de fantasioso en estas antiguas narraciones sobre catástrofes que condujeron a revueltas sociales, derrumbes de gobiernos y conquistas extranjeras. Todo ello está apoyado por evidencias arqueológicas y geológicas.²⁹

DISCUSIÓN

En la cordillera de los Andes centrales la energía tectónica y solar genera diferentes tipos de cambio ambiental y alteración del paisaje, que provocan estrés negativo tanto entre los hombres como en sus fuentes de obtención de alimentos. Todavía no se ha identificado el espectro total de estos procesos destructivos. Sin embargo, los agentes posibles y los ya conocidos de dicho estrés negativo incluyen sequías, eventos de El Niño, fluctuaciones de los niveles marinos, erupciones volcánicas, terremotos, deslizamientos, fallas tectónicas, erosión del lecho de los ríos, reducción del nivel freático e invasiones de dunas. En la medida en que esos procesos de transformación ambiental son recurrentes o incluso están ocurriendo actualmente, la posibilidad de que se produzcan catástrofes convergentes sigue siendo alta. Como los terremotos y los eventos *ENSO* son los más frecuentes, los desastres a menudo se presentan en forma de crisis colaterales que generan severos deslizamientos de sedimentos e incursiones de dunas de arena.

La perspectiva gearqueológica actual considera a las sequías severas o prolongadas como calamidades particularmente negativas. Éstas dañan los sistemas de producción agrícolas y pastoriles, provocando hambrunas, pestes y alta mortandad. Al desestabilizar la producción de alimentos, la sequía debilita la inmunidad cultural frente a desastres comunes y deprime la posible respuesta a las catástrofes convergentes. En otras palabras, la sequía eleva la posibilidad de que se presenten colapsos debido al impacto de desastres colaterales. Lo anterior se ilustra a partir de ejemplos gearqueológicos de catástrofes convergentes que incluyen sequías: casos de estrés ambiental que contribuyeron a caídas de ciertos gobiernos, cambios religiosos y socioeconómicos.

Los eventos *ENSO* severos producen sequías en las regiones altas. La sequía con frecuencia es más grave en la zona que se encuentra entre el Perú central y la cuenca del lago Titicaca hasta el norte de Chile. Cambios climáticos como el denominado «efecto invernadero» que eleva la temperatura ambien-

tal, permiten predecir un aumento de actividad y/o intensidad de la corriente del Niño. A partir de 1970, han aumentado las temperaturas de las aguas superficiales del océano Pacífico. Paralelamente, ha habido un aumento en la frecuencia de eventos *ENSO*, particularmente en la década de los noventa.³⁰ Como corolario al incremento de las condiciones provocadas por El Niño, las sequías de las zonas altas han provocado una disminución de la producción agrícola y han obligado a racionar el agua potable tanto en la capital del Perú como en otras ciudades. A pesar de que los países ubicados en el hemisferio norte han tenido una actitud equívoca respecto al calentamiento producido por el efecto invernadero, las naciones andinas ni siquiera pueden darse ese lujo. Con temperaturas marinas más cálidas, perturbaciones de El Niño más activas, y una mayor frecuencia de sequías en las zonas altas, no es casual que la capa de nieve del Quelcaya, analizada en 1983, se esté derritiendo. Como resultado, los archivos climáticos que ofrece el estudio de los glaciares de baja longitud ubicados en regiones tropicales, no podrán conservarse.³¹

A medida que en los Andes centrales la sequía se vuelve cada vez más frecuente, aumenta también la posibilidad de que se produzcan desastres colaterales. Una visión realista de lo que depara el futuro a América Latina, se relaciona directamente con la necesidad de comprender cómo fueron las condiciones económicas y ambientales en tiempos pasados. Una fuente extraordinaria de registros *proxy* reside en los restos de campos agrícolas abandonados que se encuentran en las cordilleras. Dichos registros, en conjunto, expresan tanto de manera directa como indirecta los esfuerzos, y los eventuales fracasos de los habitantes de entonces frente a todas las variantes identificadas de desastres naturales, incluidos aquéllos de los cuales las poblaciones modernas y los planificadores nacionales, o no son conscientes, o no están preparados para afrontar.

EL LADO OSCURO DEL DESASTRE

Los procesos naturales de cambio ambiental son tan desastrosos como los hombres lo permiten. Algunas poblaciones preparan sus futuros desastres sistemáticamente. Las naciones latinoamericanas modernas han llevado esto hasta límites sin precedentes. En la últimas décadas, todas ellas han emprendido políticas dirigidas a aumentar la deuda nacional a fin de realizar vastos

30 Graham, 1995.

31 Thompson *et al.*, 1994a y 1994b.

programas de expansión agrícola en terrenos abandonados, o bien sobre las ruinas de sistemas agrícolas mayores que los actuales. En algunos casos se desconoce absolutamente por qué el antiguo sistema agrícola se colapsó. De hecho, los estudios de factibilidad de los proyectos de expansión agraria en la región andina evitan sistemáticamente mencionar la presencia de antiguos monumentos y ruinas, a fin de evitar los costos de conservación de los restos arqueológicos.

Por ejemplo, en este momento se está llevando a cabo un proyecto para canalizar las abundantes aguas del río Santa y distribuir la humedad hacia el norte, para alimentar a cuatro valles desérticos. En esta región, los fenómenos geoarqueológicos que contribuyeron al abandono de tierras incluyen erosión del lecho de ríos, severas inundaciones provocadas por El Niño y masivas incursiones de dunas. Otros fenómenos que se supone, o se sospecha, que contribuyeron son sismos, avalanchas provocadas por terremotos y descenso del nivel del mar. El estudio de la NASA mencionado en este ensayo documenta la presencia actual de sismos, deslizamientos provocados por terremotos y renovada incursión de dunas. Poco o nada de estos datos fue tomado en cuenta en el estudio de factibilidad del actual proyecto de recuperación de tierras. En casos así, ¿cuáles son las posibilidades de que una vez terminado el proyecto éste eleve la producción agrícola por un siglo o más? Si el aumento de las cosechas no se sostiene al menos por un lapso de cien años, los costos multimillonarios de esta construcción no tendrán un retorno futuro y las generaciones venideras habrán sido hipotecadas en vano.

El mito de la «agricultura sustentable» es el argumento con el que la economía política global estimula tanto a las naciones en desarrollo, como también a las latinoamericanas, a construir proyectos millonarios de expansión que hipotecan el futuro de sus agriculturas por más de un siglo. Para comprometerse en esta deuda y en esta supuesta mejora futura, las naciones deudoras deben asumir la estabilidad ambiental como premisa básica. Ello requiere que se ignore sistemáticamente toda evidencia de cambio ambiental a despecho de lo notorio que pueda ser.

En consecuencia, la pérdida permanente de tierras cultivables debida a desastres actuales nunca se cuantifica, lo cual desvincula al presente del pasado. Con ello se divorcia a los desastres agrarios contemporáneos y la planeación económica de las limitaciones del «uniformitarianismo».³²

32 Nota de la coord: al no contar con un término más adecuado, se mantuvo el de «uniformitarianismo», que aparece como *uniformitarianism* en el original.

BIBLIOGRAFÍA

- Craig, Alan K. e I. Shimada (1986) «El Niño flood deposits at Batan Grande, northern Peru», en: *Geoarchaeology*, 1:29-38.
- Clement, C.O. y M.E. Moseley (1991) «The Spring-Fed Irrigation System of Carrizal, Peru: A Case Study of the Hypothesis of Agrarian Collapse», en: *Journal of Field Archaeology*, 18:425-442.
- Denevan, William M. (1987) «Terrace Abandonment in the Colca Valley, Peru», en: W.M. J. Mathewson Denavin y G. Knapp, eds., *Pre-Hispanic Agricultural Fields in the Andean Region*, B.A.R., Londres, pp. 1-43.
- Graham, Nicholas E. (1995) «Simulation of Recent Global Temperature Trends», *Science*, 267:666-671.
- Keefer, David K. (1994) «The importance of earthquake-induced landslides to long-term slope erosion and slope-failure hazards in seismically active regions», en: *Geomorphology*, 10:265-284.
- Keefer, David K. y M.E. Moseley (1994) «Catastrophic effects of combined seismic landslide generation and El Niño flooding on Prehispanic and Modern populations in Peru», en: *Geological Society of America Annual Meeting Abstracts with Programs*, 26(7), A342.
- Masson Meiss, Luis (1986) «Rehabilitación de andenes en la comunidad de San Pedro de Casta, Lima», en: C. de la Torre y M. Burga, eds., *Andenes y camellones en el Peru andino: Historia presente y futuro*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima. pp. 207-216.
- McClelland, Donna (1990) «A maritime passage from Moche to Chimú», en: M.E. Moseley y A. Cordy-Collins, eds., *The Northern Dynasties: Kingship and Statecraft in Chimor*, Dumbarton Oaks, Washington, D.C., pp. 75-106.
- Moseley, M.E. y C.O. Clement (1990) «Patrón de Colapso Agrario en Carrizal, Ilo, Peru,» en: L.K. Watanabe, M.E. Moseley y F. Cabieses, eds., *Trabajos Arqueológicos en Moquegua, Peru*, Programa Constisuyo del Museo Peruano de Ciencias de la Salud y Southern Peru Copper Corporation, Lima, vol. 2:161-176.
- Moseley, M.E. y Alana Cordy-Collins, eds. (1990) *The Northern Dynasties: Kingship and Statecraft in Chimor*, Dumbarton Oaks, Washington, D.C.
- Moseley, M.E. y Eric Deeds (1982) «The land in front of Chan Chan: Agrarian expansion, reform, and collapse in the Moche Valley», en: M.E. Moseley y K.C. Day, eds., *Chan Chan: Andean desert city*, University of New Mexico Press, Albuquerque, pp.25-53.
- Moseley, M.E. y R.A. Feldman (1982) «Vivir con Crisis: Percepción Humana de Proceso y Tiempo», en: *Revista del Museo Nacional*, 46:267-287.
- Moseley, M.E. y J.B. Richardson III (1992) «Doomed by Disaster», en: *Archaeology*, 45(6):44-45.

- Moseley, M.E., D. Satterlee y J.E. Tapia (s/d) «The Miraflores Catastrophe: a severe prehistoric El Niño flood event in southern Peru», mecanoescrito.
- Moseley, M.E., J.E. Tapia, D.R. Satterlee y J.B. Richardson III (1992) «Flood events, El Niño events, and Tectonic events», en: L. Ortlieb y J. Machare, eds., *Paleo-ENSO Records, International Symposium, Extended Abstracts*, OSTROM, Lima, pp. 207-212.
- Moseley, M.E., D. Wagner y J.B. Richardson III (1991) «Space Shuttle Imagery of Recent Catastrophic Change Along the Arid Andean Coast», en: L.L. Johnson y M. Stright, eds., *PaleoShorelines and Prehistory*, CRC Press, Miami, pp. 236-249.
- Ortoloff, Charles R. y A.L. Kolata (1993) «Climate and Collapse: Agro-Ecological Perspectives on the Decline of the Tiwanaku State», en: *Journal of Archaeological Science*, 20:195-221.
- Richardson III, JAMES B. (1994) *People of the Andes*, St. Remy Press/Smithsonian Institution, Washington DC.
- Schaff, Crystal B. (1988) «Establishment and demise of Moche V: Assessment of the climatic impact», tesis de maestría en Antropología, Harvard University Extension School, Cambridge, MA.
- Shimada, Izumi (1990) «Cultural continuities and discontinuities on the northern North Coast, Middle-Late Horizons», en: M.E. Moseley y A. Cordy-Collins, eds., *The Northern Dynasties: Kingship and Statecraft in Chimor*, Dumbarton Oaks, Washington, D.C., pp. 297-392.
- (1994) *Pampa Grande and the Mochica Culture*, University of Texas Press, Austin.
- Shimada, Izumi, C.B. Schaff, L.G. Thompson y E. Mosley-Thompson (1991) «Implicaciones culturales de una gran sequía del siglo VI d.C. en los Andes peruanos», en: *Boletín de Lima*, 13(33):33-56.
- Thompson, Lonnie G., E. Mosley-Thompson, J.F. Bolzan y B.R. Koci (1985) «A 1500-year record of tropical precipitation in ice cores from the Quelccaya ice cap, Peru», en: *Science*, 299:971-973.
- Thompson, Lonnie G., D.A. Peel, E. Mosley-Thompson, R. Mulvaney, J. Dai, P.N. Lin, M.E. Davis y C.F. Raymond
- 1994a «Climate since AD 1510 on Dyer Plateau, Antarctic Peninsula: evidence for recent climate change», en: *Annals of Glaciology*, 20:420-426.
- Thompson, Lonnie G., M.E. Davis y E. Mosley-Thompson (1994b) «Glacial records of global climate: a 1500-Year tropical ice core record of climate», en: *Human Ecology*, 22(1):83-95.
- Uceda C., Santiago y J. Canziani Amico (1993) «Evidencias de grandes precipitaciones en diversas etapas constructivas de la Huaca de la Luna, Costa Norte del Perú», en: *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, 22(1):313-343.