

NOTAS Y MATERIALES

EL DISCURSO DE D'ARCET

I

La reciente reimpresión del *Discurso* de D'Arcet¹ —famoso entre los pirineístas, pero creo que poco conocido por los geógrafos— parece aconsejar la realización de un comentario sobre esta obra. El interés de su contenido desborda el ámbito local pirenaico explícitamente y constituye, en realidad, una brillante y decidida demostración empírica de la morfodinámica activa de montaña y, en especial, de la importancia de la erosión torrencial y fluvial en el modelado de las cordilleras. Conviene, pues, hacer al menos una breve ponderación de sus aportaciones a estos temas, en la época en que fue escrito el *Discurso*, y de su significado en la evolución del conocimiento geomorfológico.

El documentado trabajo de Numa Broc² sobre las contribuciones francesas del siglo XVIII al estudio de las montañas permite referir la obra de D'Arcet a su inmediato entorno de ideas y de datos y, en concreto, situar sus tesis en las posiciones que por entonces tomaban los partidarios del fluvialismo, que, como es sabido, venían otorgando ya a los ríos el papel de agentes erosivos principales. Sin duda, en la segunda mitad del XVIII los fluvialistas adquieren mayor entidad que en momentos pasados, no sólo por el progreso científico adquirido en este campo, sino también por la extensión del racionalismo ilustrado que permitía la disensión respecto a las ideas tradicionales sobre el estado de la naturaleza y las edades de la Tierra. Ello culminará en la obra de Hutton y sus importantes consecuencias culturales y avanzará en el XIX hasta la misma constitución formal de la Geomorfología alrededor de lo que a fines de este siglo se conocía y era sistematizable en el modelado fluvial.

Así, a comienzos del XVIII Bourguet mencionaba ya los agentes de meteorización como causa

del desalojo de las rocas superficiales y la arroyada como causante de erosión, transporte y aluvionamiento. Entre 1749 y 1778 Buffon se refiere explícitamente a las lluvias, los vientos, las heladas, los torrentes, las corrientes de agua, entre otras causas, como capaces de efectuar la degradación de las montañas. Distingue, incluso, entre la acción física y la química del agua, pero no relaciona estos hechos con la formación de los grandes valles, originados —en su sistema— por corrientes marinas, sino sólo con la de barrancos y torrenteras, donde pueden excavar lechos menores. Los ríos serían el ejemplo actual de lo que las corrientes del mar fueron capaces de hacer a otra escala en tiempos remotos. Sin embargo, la acción erosiva que rebaja las montañas y el aluvionamiento que recrece los llanos, le conducen a sumarse también a la muy tradicional y extendida idea del aplanamiento progresivo de la superficie del globo. Baste recordar los versos de Ronsard: “De Tempé la vallée un jour sera montagne,/Et la cyme d'Athos una large campagne;/Neptune quelquefois de blé sera couvert:/La matière demeure et la forme se perd.” O los de Berceo, hace años citados por Terán: “aplanarse han las sierras e todos los oteros;/serán de los collados los valles conpanneros.”

* * * * *

II

En este contexto, D'Arcet realiza su disertación en el Collège de France el 11 de Diciembre de 1775 y la publica en 1776 con un cortejo de medidas barométricas, termométricas, etc., muy de la época, pero no demasiado relacionadas con el tema principal del discurso. Conoce los valles y cordales

¹ D'ARCET: *Discours en forme de dissertation sur l'état actuel des montagnes des Pyrénées, et sur les causes de leur dégradation*. Paris, P.G. Cavelier, 1776. Reedición en Toulouse, Sirius, 1986, 135 pp.

² BROU, Numa: *Les Montagnes vues par les géographes et les naturalistes de langue française au XVIII^e siècle*. Paris, Bibl.

Nationale, 1969, 298 pp. Consultar también, lógicamente, a CHORLEY, R. J., et al.: *The history of the study of landforms...* T^o I: *Geomorphology before Davis*. London, Methuen, 1964, 678 pp., y, más reciente, TINKLER, K. J.: *A Short History of Geomorphology*. London, Croom Helm, 1986, XVIII + 317 pp.

DISCOURS

EN FORME

DE DISSERTATION

SUR L'ETAT ACTUEL

DES MONTAGNES DES PYRENÉES ,

Et sur les causes de leur dégradation :

Prononcé par M. D'ARCET, Docteur-Régent de la Faculté de Médecine de Paris, Lecteur & Professeur Royal, pour son Installation & l'Inauguration de la Chaire de Chimie au Collège de France, le 11 Décembre 1775.

On y a joint des Expériences & des Observations sur les variations du Barometre, sur le Thermometre, & autres morceaux de Physique, d'Histoire naturelle & de Chimie, avec une note de M. le Monnier, sur l'Aiguille aimantée.



A PARIS,

Chez P. G. CAVELIER, Libraire, rue Saint-Jacques, au Lys d'or.



M. DCC. LXXVI.

Avec Approbation & Privilège du Roi.

pirenaicos, pero no ha ido aún a sus más elevadas cumbres, lo que corresponderá a una etapa naturalista inmediatamente posterior. Pero es un hombre de terreno y posee experiencia directa de lo que habla.

En la superficie de la Tierra, afirma, hay cambios continuos. Incluso el hombre coopera en ellos. Hay cambios a sacudidas y los hay lentos. Como consecuencia, hay una perenne degradación de las montañas, que las rebaja, y hay una constante elevación en los valles. Los ríos son los agentes de este proceso: es una ley que excavan en las montañas y elevan los terrenos cuando alcanzan las llanuras. Es "el juego perpetuo de la naturaleza". Así inicia D'Arcet la exposición, sin equívocos: No es que las aguas hayan tomado esos caminos porque les han encontrado abiertos anteriormente a su curso. Son las aguas mismas las que se han abierto paso, han excavado sus lechos en tiempos pasados, como ahora mismo los siguen excavando. En consecuencia, generan depósitos fluviales con sus acarreos procedentes de las rocas que constituyen la montaña.

D'Arcet diferencia estos depósitos de los sedimentos marinos horizontales, externos a la gran cadena: son aquí material transportado, rodado, redondeado, gastado por las aguas corrientes. El proceso se inicia en alta montaña, donde la roca desnuda según sus formas estructurales y con las diaclasas abiertas proporciona derrubios de ladera. Se abren también torrenteras que alcanzan la base de

la montaña, canalizando los derrubios. Las nieves, los lagos y las fuentes de la montaña aportan las aguas que transportan y excavan y, finalmente, aluvionan. Las ruinas interiores forman así otras "de segundo orden" al pie de aquéllas, ampliamente distribuidas al abrirse los valles al Norte y al Sur de la cadena, al igual que ocurre en otras cordilleras. Los agentes de erosión son, unos, lentos y ocultos, preparatorios para otros visibles; pero también los hay violentos, como las crecidas que resultan de tormentas —muy románticamente descritas, por cierto— y fusiones rápidas de la nieve, que unen sus aguas desbordantes de primavera —los ríos "mayencos", como expresivamente son llamados en Huesca— en un "estado convulsivo de la naturaleza", se suman a flujos de ladera ("la terre devenue fluide fondre sous les pieds", escribe) y degradan los terrenos, se cuellan por las fisuras abundantes del roquedo de montaña, dividen las litologías vulnerables, producen masivos corrimientos de vertiente. También recoge D'Arcet una idea tradicional, que incluso hemos visto aplicada una vez al Sistema Central español, aunque por un profano, según la cual el agua infiltrada de modo abundante y repentino ejercería una presión tal en su conducto subterráneo que haría estallar con ruido de explosión sus flancos. Tal crecida erosionaría también los depósitos antiguos, produciendo torrentes fangosos al modo de coladas de barro. En definitiva, este tipo de catástrofes son creadoras de torrenteras, como incluso muestran ya entonces cifras sobre arrastres de sólidos en ríos desbordados.

También los aludes de nieve, los vientos, los terremotos, las alternancias de hielo y deshielo o de lluvia y sequía son causas de erosión. Describe D'Arcet la gelifracción en altitud de modo preciso, o la descomposición de los esquistos por meteorización, o la alteración del granito, de los acarreos, la acción de las raíces de los vegetales, entre otros procesos, como complementarios de la acción principal. En consecuencia, la roca desnuda que hoy conforma la montaña resulta de una pérdida erosiva de su cobertura, lo que indica el rebajamiento de los relieves por denudación. Tras la fluidez originaria de los materiales, la cadena formó un banco compacto levantado, que inmediatamente fue surcado por la erosión, que no ha cesado, ocasionando la actual ruina. La correlación con otras cordilleras, posible por la experiencia surgida de los viajes científicos, permite extender datos e ideas y buscar causas generales.

Pero, entre los agentes silenciosos deben tenerse en cuenta los caracteres químicos de la meteorización, que operan con lentitud. La influencia de la exposición a la atmósfera en la descomposición de las rocas es observable, por ejemplo, en los granitos de grano grueso. En esta roca el agua se insinúa en sus intersticios y fisuras y separa sus partes, que caen en los valles, son arrastradas y forman depósitos con cantos y arenas que realzan los fondos de los

valles; todas las rocas están sometidas a la caries y es aconsejable, pues, realizar experimentos para conocer los procesos. También las variaciones atmosféricas con la altitud hacen ver la conveniencia de las observaciones instrumentales. El método, en cualquier caso, exige un largo plan de trabajo, convergente con los de los otros especialistas en la naturaleza, y debe estar basado en la observación y la experimentación. Ello es posible para D'Arcet en un momento de progreso de la Geografía, que avanza "à grands pas à la connoissance de la Sphere et du Globe que nous habitons."

Por último, su exposición conduce a un claro finalismo, donde también se encuentra con la tradición y enlaza con el futuro de las ideas fluvialistas: "Es por este concurso terrible, digo, como la naturaleza infatigable arruina, reduce las montañas, rellena los valles, alza el lecho de los ríos y los mares y tiende en todas partes a la igualdad del suelo y al aplanamiento de los terrenos."

* * * * *

III

Aparte del valor de sus aportaciones, Soulavie es, por su personalidad, una figura representativa de la evolución de las ideas de su época. Broc le define como un "francotirador de la ciencia". Soulavie observó primero formas volcánicas y estudió la erosión sobre ellas. Por su condición de clérigo tuvo que mantener difíciles polémicas sobre la duración de la historia de la Tierra, que él necesitaba larga para que la acción modeladora de las aguas corrientes fuera posible, dada la lentitud de su acción. Posteriormente, toma el estado civil, se casa, se hace jacobino y se dedica a la política en la Francia revolucionaria. Sostiene en 1783 que las aguas corrientes excavan los valles, esculpen la tierra y dan la forma que luego presentan las montañas, restos de mayores volúmenes. Tras la fase de construcción existe, pues, la de adquisición de las formas por incisión fluvial. El agua desaloja y transporta constantemente en función de la pendiente y de modo diferencial según las rocas.

En la formación de los valles, aparte de la interferencia que pueda haber como consecuencia de la trama geológica, Soulavie distingue tres edades de la red hidrográfica: la primera, radial divergente; la segunda, ramificada convergente; y la tercera, de valles de llanura. Además, al estadio inicial de excavación de un valle sucede otro tardío de relleno. Estos lentos procesos son los que reclamaban un alargamiento de la cronología geológica, que no fue bien recibido por todos. Soulavie, en consecuencia, intentó calcular la velocidad de la erosión fluvial: el tiempo para que un bloque recién incorporado a un río se transforme en un canto rodado; el tiempo para que un pie cúbico de roca experimente disolu-

ción en unas precipitaciones dadas. En el siglo XVIII Soulavie, con criterio actualista, publicará incluso cifras concretas de velocidades de erosión en formas volcánicas.

El naturalista de campo que es de Saussure, conocedor directo del terreno y, en concreto de la alta montaña, del ámbito glaciar, añadirá —como también hace Ramond en el Pirineo— otros muchos datos al estudio de la morfología de montaña, como la influencia de la estructura, la posición de las capas, la litología, o de los procesos de gelificación. En 1779 también Guetard había comentado los efectos de la erosión diferencial, de la dinámica de ladera y de las alternancias de hielo y deshielo. Entre 1779 y 1796 de Saussure constata igualmente el papel activo de las aguas corrientes en la formación de barrancos que, en ocasiones, podrían llamarse valles, e indica la relación entre su forma y su capacidad hidrográfica, con observación del crecimiento proporcional de ambas. La existencia de cantos rodados en los depósitos aluviales y la construcción de conos de deyección —también señalados por Deluc en 1778— son pruebas de esa acción fluvial, pero de Saussure —por prudencia y por aceptación de las tesis buffonianas— no termina por proponerla como única causa de la constitución de los valles. Distingue entre valles estructurales y gargantas de incisión y entre valles longitudinales originarios y transversales recientes, que serían los propiamente fluviales.

En el Pirineo, tras el *Discurso* de D'Arcet, los trabajos de Palassou en 1782 proponen otra interpretación. Por un lado son estructuralistas y conceden una importancia fundamental a la erosión diferencial guiada por las alineaciones geológicas, lo que determina la formación de valles longitudinales a la montaña. Por otra parte, las aguas, represadas naturalmente, acabarían formando lagos internos, cuyo súbito vaciamiento daría lugar, a su vez, a la excavación más reciente de los valles transversales. Pese a la discutible —aunque célebre— "teoría de los lagos", Palassou propone para todos los valles un origen fluvio-torrencial. Pocos años después, Ramond aporta numerosos conocimientos directos del alto Pirineo y de sus condiciones glaciares y también reúne estas teorías estructurales y catastrofistas con el fluvialismo, al que considera proporcional al relieve, a la cuenca y a los caudales. Introduce, además, la noción de "equilibrio", quizá tomada de las ideas de Deluc en 1778 sobre la tendencia de las formas a un estado estable, que contienen ya las bases del concepto de fitoestabilidad.

Aunque la incidencia del modelado glaciar en los valles de montaña no se propondría hasta mediados del XIX, principalmente por Agassiz, completando correctamente sus caracteres morfogenéticos, al acabar el siglo XVIII los caminos de la morfología fluvialista están abiertos. No son sólo Buffon o D'Arcet sino también Marivetz y Goussier quienes en 1779 toman, una vez más, la vieja idea

de la tendencia al aplanamiento de las formas por las aguas corrientes. Son, igualmente, los trabajos de los hidráulicos, como Frisi, los que ayudan a establecer mecanismos y reglas. En 1786 Buat describe las partes de un río de un modo que hoy nos evoca las denominaciones que más tarde se darían a las fases del ciclo de erosión normal: desde su fuente al mar el curso de agua es la imagen de las diferentes edades del hombre, infancia caprichosa, juventud impetuosa y vejez mesurada. En 1803 Volney habla

de erosión remontante; en 1802 Lamarck se refiere a las montañas como resultantes del entallado de antiguas llanuras, cuyos niveles de cumbres aún las reflejan. A comienzos del XIX, por tanto, parece que el terreno está preparado y la siembra hecha. El *Discurso* de D'Arcet es una clave importante de este proceso: una aportación más del Pirineo al entendimiento de la naturaleza.- EDUARDO MARTINEZ DE PISON (Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid).

TRADICION CULTURAL Y METODO CIENTIFICO EN LA GLACIOLOGIA SUIZA

I. EL HOMBRE Y LOS GLACIARES EN SUIZA

La presencia de glaciares en Suiza no constituye sólo un elemento estético de primer orden en el paisaje alpino, sino, además, la implicación de una dinámica propia y peculiar de la naturaleza en los espacios humanizados. Existen otras muchas cadenas de montañas que poseen glaciares, a menudo más numerosos, más largos y de mayor superficie, pero también más remotos y ajenos a la vida humana.

En los Alpes, los frentes de hielo descienden a veces hasta los territorios rurales y tradicionalmente se han aprovechado los pastos de altitud hasta los límites mismos de la alta montaña. El montañés se ha adaptado, incluso, a las variaciones de los frentes glaciares a lo largo de los últimos siglos, construyendo, reponiendo y abandonando caminos, cabañas y asentamientos de altura, como Tiefenmaten, pequeña aldea medieval hoy bajo el glaciar de Zmutt, en el Valais. La dureza y el aislamiento de la vida en los prados alpinos llegó a su máximo a principios del siglo XIX, cuando la presión de la superpoblación conduciría a la explotación de pastizales de altura bajo condiciones extremas.

Los glaciares condicionan el régimen hidrológico, y dan lugar a desastres naturales incontrolables —no exclusivos de los Alpes—, con los que el montañés se ve obligado a convivir. Ello ha quedado reflejado en la literatura alpina: sirva de ejemplo la novela, recientemente reeditada, de Ferdinand Ramuz, *“El gran miedo en la montaña”*, donde se recrean y evocan tanto los hechos cotidianos de la vida pastoril como los catastróficos, comparables a las destrucciones reales de cabañas en el Ussere de Aletschji, por el avance del Glaciar de Aletsch en 1830, en los Alpes Berneses. En este mismo sitio, dos siglos antes, en 1653, los jesuitas habían organizado una procesión a la “sede del mal” para dete-

ner el avance del glaciar, que amenazaba sus menudados bienes, lo que —según los documentos eclesiásticos— resultó un éxito, pues el glaciar cedió en su devastación. A este tipo de dinámica pertenecen también las coladas de barro y grandes crecidas por desprendimientos y rupturas de cámaras de agua, como las del Glaciar de Tête Rousse, en el Mont Blanc, que en 1892 anegó el Balneario de Saint Gervais les Bains; o el desastre más reciente del Allalín, en el Valais, en 1965, en el que, después de un rápido retroceso de la lengua del glaciar se desprendió una parte de su frente.

Pero el montañés no vive únicamente condicionado por la existencia de los glaciares, sino que desde el siglo XVIII participa en su exploración, incorporándose como guía a las expediciones científicas y alpinistas. Y junto al montañés, las ciudades suizas, muchas de ellas enmarcadas en el horizonte por los glaciares, posibilitan el primer paso del acercamiento del turista a la alta montaña, lo que acabará teniendo, como es sabido, importancia económica. El viaje de “formación” —iniciado con el espíritu racionalista de la ilustración y desarrollado durante el romanticismo, movimiento muy ligado al ambiente de las montañas alpinas— da lugar a descripciones admirativas de los ámbitos glaciares y a la extensión de la práctica del alpinismo. Cronistas, artistas y naturalistas amplían el interés por los glaciares alpinos y extienden su conocimiento y divulgación, en un legado, que, en la actualidad, es parte importante del bagaje cultural de Suiza.

II. LA TRADICION EN EL ESTUDIO DE LOS GLACIARES

Los suizos conviven con la presencia permanente de los glaciares, con su belleza y con el drama posible derivado de su dinámica. Los han asimilado culturalmente, de manera que hoy constituyen