

La aportación de Simón de Rojas Clemente y Rubio y de Edmond Boissier al significado geomorfológico de la Pequeña Edad del Hielo en Sierra Nevada (1754-1849)

Antonio Gómez Ortiz

*Servei de Paisatge y Grup de Recerca Paisatge i paleoambients a la muntanya mediterrània
Universitat de Barcelona (gomez@ub.edu)*

Resumen

La información procedente de los libros de viajeros y científicos ilustrados y románticos que durante los siglos XVIII y XIX recorrieron Sierra Nevada dando cuenta de su paisaje conforman documentos valiosos para la reconstrucción de la Pequeña Edad del Hielo en Sierra Nevada. El contenido de ellos, contemplado a lo largo del tiempo, permite, además, valorar el progreso de las ciencias, en particular de la geología y de la geomorfología, como lo indica la aportación de Simón de Rojas Clemente y Rubio y Edmond Boissier.

Palabras clave: *Boissier, geología, geomorfología, libros de época, Pequeña Edad del Hielo, Rojas Clemente, Sierra Nevada.*

Abstract

The information from books of travelers, Illustrated and Romantic scientists, who during the XVIII and XIX centuries crossed Sierra Nevada, conforms valuable documents to reconstruct the Little Ice Age in Sierra Nevada. The study of these information, contemplated throughout the time, allows to value the progress of sciences, in particular Geology and Geomorphology, as it indicates the contribution of Simón de Rojas Clemente y Rubio and Edmond Boissier.

Key words: *Boissier, geology, geomorphology, books of travelers, Little Ice Age, Rojas Clemente, Sierra Nevada.*

INTRODUCCIÓN

La Pequeña Edad del Hielo (*Little Ice Age*) tuvo repercusión en las formas de modelado de las montañas de latitudes medias, particularmente. Su desarrollo abarcó, principalmente, desde el siglo XV al XIX, y climáticamente se caracterizó por un descenso generalizado de las temperaturas e incremento de las precipitaciones, aunque con oscilaciones en valores a lo largo del tiempo (Le Roy Ladurie, 1983) (fig. 1). Uno de los resultados más significativos para los principales sistemas montañosos de latitudes medias fue el aumento de los glaciares ya existentes y el desarrollo de otros menores. Y para aquellas otras montañas de considerable altitud pero sin glaciares la aparición de focos nuevos. En el caso de la Península Ibérica este acontecimiento climático con repercusión glaciológica y modificaciones en las formas de relieve quedó recluso, mayoritariamente, en las cumbres y altos tramos de las montañas y ha sido detectado en Pirineo, Picos de Europa y Sierra Nevada (AAVV, 2005).

El estudio de este periodo frío histórico en montaña se ha venido afrontando recientemente a partir de diferentes disciplinas o técnicas: geomorfología de procesos fríos, climatología histórica, dendrocronología, palinología, liquenometría, etc. Gracias a ellas se ha podido constatar su repercusión en las formas de relieve, ecosistemas, ambientes y paisaje. Últimamente una nueva fuente de conocimiento empieza a utilizarse y es la información de los libros de época escritos por viajeros o científicos que, a partir de finales del siglo XVII y de manera más frecuente a lo largo del XVIII y

XIX, acceden a las montañas para dar noticia de sus observaciones. Su lectura, siempre desde la prudencia que requiere el tipo de escrito analizado e intencionalidad del autor, está mostrándose como documento valioso en la reconstrucción de acontecimientos, en nuestro caso relativos a la Pequeña Edad del Hielo (Gómez Ortiz et al. 2004).

Por lo que se refiere a Sierra Nevada existe abundante información al respecto, alguna, la de procedencia árabe, desde el siglo X, en la que se insiste sobre la nieve permanente y el frío que invade las cumbres de la montaña (Torres Palomo, 1967-1968). Sin embargo, la que resulta de mayor interés es la elaborada a lo largo del siglo XVIII y XIX que es cuando la montaña tiende a ser descubierta y a describir su paisaje. Primero, de acuerdo con el espíritu ilustrado de la época, que desea dar cuenta de los bienes y riquezas que alberga. Y luego, desde la concepción romántica que, apoyada ahora en un bagaje más científico del autor, tiende a analizar su medio natural y formas de vida.

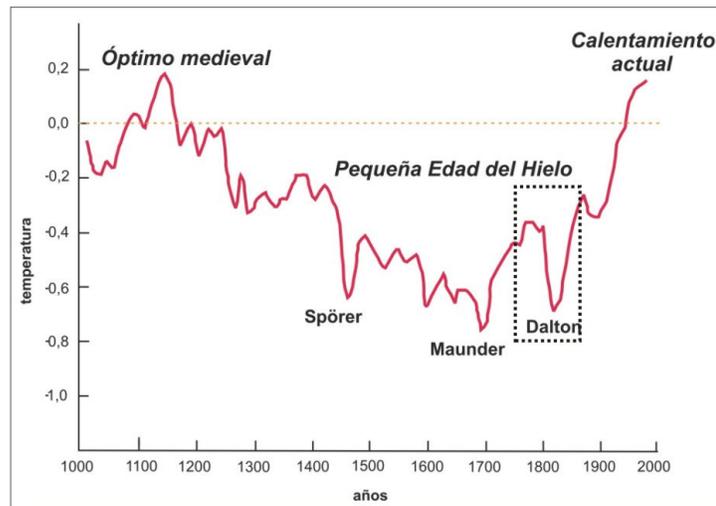


Figura 1. Oscilación secular del clima a partir del año 1000 (González Rouco et al. 2003)

OBJETIVO, MATERIALES Y METODOLOGÍA

El objetivo general propuesto es suministrar datos de interés que permitan completar mejor el conocimiento que ya se tiene de la Pequeña Edad del Hielo en Sierra Nevada. Para ello se pretende:

- a) Confirmar la existencia de focos glaciares y enclaves con neveros de fusión tardía durante los siglos XVIII y XIX en Sierra Nevada, lo que vendría a avalar la existencia de un piso culminante dominado por un sistema morfogenético frío.
- b) Ejemplificar en el glaciar del Corral del Veleta la manifestación más significativa de la Pequeña Edad del Hielo en las cumbres de Sierra Nevada.
- c) Relacionar el conocimiento geomorfológico glaciar de Sierra Nevada durante el periodo 1754-1849 con el avance que experimenta la ciencia europea.

Los materiales básicos utilizados han sido, fundamentalmente libros de época, escritos por ilustrados comisionados por la Corona Española y por científicos (botánicos, geólogos y geógrafos) que, formados en centros universitarios o de estudio, acceden a la Sierra para describir de ella su paisaje botánico, principalmente.

En cuanto a la metodología empleada ha sido la específica de todo estudio bibliográfico. Tras identificar y analizar cada obra (libro, documento, informe, artículo, etc.), se ha vaciado su contenido útil estructurándose y clasificándose en campos y subcampos y palabras clave (tanto en lo que se

refiere a la parte literaria como a la documental). El almacenaje de toda esta información se introdujo en un banco de datos informatizado.

La interpretación de la información analizada se hizo conforme al devenir del tiempo seleccionado, lo que permitió captar la evolución del conocimiento, que, a su vez, se relacionó con el progreso del pensamiento científico de la época. Esta forma de operar puso de relieve no sólo el proceso paulatino del descubrimiento de Sierra Nevada, sino, también, como determinadas ideas, principios y métodos fueron perfilando mejor la geología y la geomorfología.

APUNTES GEOMORFOLÓGICOS DE LAS CUMBRES DE SIERRA NEVADA

Sólo se refieren los básicos para esta ocasión, pues en otros escritos ya nos hemos ocupado en detalle del medio biofísico y, sobre todo, de la geomorfología de la Sierra (p.e. Gómez Ortiz, 2001).

Las cumbres de Sierra Nevada (37° LN) están labradas, mayoritariamente, en micasquitos feldespáticos y grafitosos muy tectonizados. En ellas, y a lo largo de un cordal de 21,6 km de longitud orientado de oeste a este, se albergan los enclaves más altos de la Península Ibérica (picacho del Veleta, 3398; picacho del Mulhacén, 3482 m; puntal de la Alcazaba, 3364 m). Las formas de relieve resultan enérgicas en algunos tramos por la acción mecánica de los hielos, como sucede en las cabeceras de los barrancos de Valdeinfierno, Valdecasillas y Guarnón. Pero en otros tramos se presentan evolucionadas, distinguiéndose amplios rellanos erosivos tapizados de clastos (picón de Jeres) que enlazan con suaves lomas orientadas hacia el fondo de los cauces (loma del Tanto-loma del Mulhacén).

Durante el Cuaternario la Sierra albergó los sistemas glaciares más meridionales de Europa, mostrándose siempre individualizados y encajados en los surcos de los barrancos (Dílar, Monachil, Naute, Lanjarón, Trevélez, etc.). Por debajo del espacio glaciado, cuya línea de equilibrio debió establecerse entre las cotas 2500-2650 m, se desarrolló un sistema morfogénico periglacial que modeló laderas dejando registros deposicionales, como mínimo, hasta los 1100 m (fig. 2).



Figura 2. Nivel de cumbres de Sierra Nevada (Gómez Ortiz, 1977)

En la actualidad, superados los 2500 m, la nota dominante del paisaje de la Sierra es la predominancia del roquedo y desnudez con que se presenta el suelo, como respuesta a la extraordinaria aridez que invade la montaña, a pesar de la notable precipitación –nivosa, particularmente- que recibe durante la estación fría. La combinación del hielo, frío, nieve y viento ha propiciado que por encima de los 2700 m los procesos crionivales resulten dominantes, con clara repercusión en las formas de modelado, pues el pastizal psicixerófito que tiende a cubrir la formación superficial es incapaz de contrarrestar su desplazamiento (Gómez Ortiz et al. 1998).

RESULTADOS

La descripción de los primeros viajeros ilustrados

A pesar de las dificultades que entrañó adentrarse en las montañas hasta entrado el siglo XIX algunos viajeros ilustrados ya lo hicieron durante la primera mitad del siglo XVIII dejando constancia escrita de su empeño. En tal sentido, y por lo que se refiere a Sierra Nevada, uno de los documentos pioneros y más sólidos que da información del medio biofísico de las cumbres de la Sierra se debió a Antonio Ponz (fig. 3), publicado en 1797, aunque redactado en 1754 (Titos Martínez, 1991), décadas antes que editara su monumental obra “Viaje de España”.

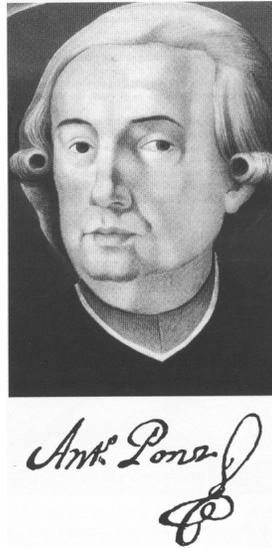


Figura 3. Antonio Ponz (1754) describió por primera vez los hielos del Corral del Veleta

El contenido de este documento recoge la descripción del viaje que hizo Ponz a Sierra Nevada a instancias del marqués de la Ensenada. Durante su desarrollo, que le ocupó seis días, recorrió las cumbres y barrancos de la cara norte (Guarnón, Valdecasillas, Valdeinfierno), desde el picacho del Veleta hasta el puntal de Vacares. De él interesa la descripción de aquello que observa y le llama la atención, en particular la organización orográfica y la disposición de los barrancos; la abundancia de aguas –torreteras y lagunas- y plantas; la existencia de minerales; el panorama que se divisa desde las cumbres, dando cuenta de pueblos y usos del suelo; etc. Sin embargo, y por lo que ahora interesa, destacan las observaciones que hace del frío y bajas temperaturas que imperan y, particularmente, de la abundancia de ventisqueros que encuentra durante la expedición, algunos explotados para el comercio de la nieve: “Solo lo que advertimos de especial en este sitio, (parece aludir a las inmediaciones del collado de la Carihuela -3179 m-) fue ver nieve distinguida por los años, según las listas o líneas terrosas y oscuras que separan los tendeles ó mantas de ella, encuadradas unas sobre otras con distinción; y también en la más o menos solidez adquirida con la respectiva antigüedad” (citado en Titos Martínez, 1991, p. 59). Aunque lo más sobresaliente por su componente geomorfológica y glaciológica es la descripción que anota del Corral del Veleta, al que desciende y visita tras haber coronado el picacho del Veleta: “Dexado este sitio (se refiere al picacho del Veleta) pasamos a registrar el propinquo llamado corral del Veleta, nombre ajustado a sus proporciones, por ser una profundidad ancha y cerrada de tajos muy peynados sin entrada por parte alguna, caxon ambicioso de nieve, que se cree guarda la primera que cayó después del Diluvio, reducida a piedra, pues estando abierto hacia el Norte, aquí es yelo lo que es nieve en otros lugares; y nunca se derrite mas que la superficie, que es lo que el Sol le descubre” (citado en Titos Martínez, 1991, p. 64).

Otro documento de interés, también de estas décadas, se debe a Tomás López y Vargas Machuca, recogido en su “Diccionario Geográfico e Histórico”, que se empezó a publicar a partir de 1776. Su contenido interesa, sobre todo, por la rica información que suministra, particularmente y para

esta ocasión, la relativa a geografía física, entre otra demandada a los curas de los pueblos a partir de un cuestionario que remitió el propio autor. Al respecto, destaca la del término de Güejar Sierra, en cuya jurisdicción se incluyen las cabeceras y barrancos principales de la cara norte de la Sierra (área pico del Cuervo-picacho del Veleta). Del barranco El Real (Valdecasillas) señala: “... y parte de las aguas que se destilan del gran témpano de nieve que forma un puente en todo tiempo sobre el mencionado barranco, de manera que por debajo de dicho témpano se puede andar con desahogo más de un cuarto de legua alumbrados por la claridad de la nieve, y lo andan efectivamente los pescadores de truchas que en aquel paraje ...” (citado en Titos Martínez, 1997, V. 1, p. 62). Y respecto al barranco del Guadarnón (Guarnón), describe su cabecera, que coincide en el Corral del Veleta: “... porque el conjunto de cerros y colinas puestos por la misma naturaleza forman a manera de un corral de grande profundidad con un depósito de nieve que no se puede regular desde qué años, ni para cuántos ya hay allí, porque la expresada nieve está ya petrificada o cristalizada la más, dividiéndose los nevazos de todos los años por las piedras y brozín que meten los aires del verano” (citado en Titos Martínez, 1997, V. 1, p. 63).

La información del ilustrado Simón de Rojas Clemente y Rubio

La figura de Simón de Rojas Clemente y Rubio marca un antes y un después en la historia del conocimiento biofísico de Sierra Nevada, en gran modo porque las descripciones que hace de sus observaciones tiende a darles explicación y enmarcarlas en un discurso científico. Recorrió la Sierra durante los veranos de 1804 y 1805 y dejó escritas sus observaciones y puntos de vista en la obra “Historia Natural del Reino de Granada (1804-1809)”, compilada, transcrita y editada recientemente (Gil Albarracín, 2002).

Rojas Clemente fue un naturalista seguidor de Linneo que se formó junto a Antonio José de Cavanilles en el Real Jardín Botánico de Madrid (fig. 4). Como botánico le interesó, primordialmente, la flora nevadense, lo que le llevó a inspeccionar la Sierra y a inventariar sus especies. Y lo hizo desde la visión geográfica, a partir de la definición de los ambientes bioclimáticos de la montaña. Para ello la estratificó en zonas, siguiendo un transecto que estableció entre la cima del Mulhacén y las orillas del Mediterráneo.



Figura 4. Simón de Rojas Clemente y Rubio (1804-1805) determinó condiciones frías generalizadas en Sierra Nevada por encima de los 2424 m

Los trabajos de Rojas Clemente resultan de un gran interés por lo que se refiere a nuestros objetivos, pues describe detalladamente aquello que le resulta de interés, siempre desde el establecimiento de relaciones entre los elementos que interesan, lo que le lleva a buscar explicaciones. De la mano de la botánica nos informa del medio natural de la Sierra contribuyendo, con ello, a hacer su geografía física (Capel, 2002). En tal sentido, se interesa por las aguas y lagunas, rocas y minerales, condiciones climáticas (frío y viento), distribución y permanencia de la nieve -que le permite fijar el límite de nieves perpetuas-, y, lógicamente, le preocupó la planta. Pero también se interesó por el poblamiento de la Sierra, por su gentes y costumbres, por su economía y usos del suelo. En definitiva Rojas Clemente dio cuenta de la geografía de la montaña.

Por lo que respecta a sus observaciones en las cumbres de la Sierra, que instala en las dos zonas superiores de las seis que distingue entre el Mulhacén y la costa mediterránea (zonas o ambientes glacial –entre 3554 y 2758 m-y frigidísima –entre 2758 y 2424 m-), interesa resaltar por su contenido y por la fecha de las observaciones (agosto-septiembre) las siguientes ideas acerca de las condiciones ambientales: *“Noto de paso que todas las altas cumbres de Sierra Nevada están peladas no porque deje de caer en ellas la nieve, sino porque la arrojan de ellos los vientos fuertes a que están expuestas, así muy cerca de ellas, como a 100 varas o menos más bajo (así se observa en el Mulhacén y Veleta) ya se hallan grandísimos ventisqueros perpetuos. No puedo dudar que la nieve última que toman por otoño los neveros de Granada (excepto en rarísimo año después de un Invierno en que apenas nevó) está 500 varas, o más, más baja que la notada en el último resultado, lo que apoyo en la observación de las plantas, principalmente del Geranium. Así el verdadero límite de nieves perpetuas o permanentes en el Norte de la Sierra Nevada será aproximadamente a 2800 varas sobre el nivel del mar”*, aunque en párrafos siguientes modifica tal cota y señala *“... y así dejar la línea de las nieves perpetuas en el Norte de Sierra Nevada en 2900 varas sobre el nivel del mar; digo que en dos mil y novecienta varas sobre el nivel del mar”* (citado en Gil Albarracín, 2002, p. 951).

La localización de la nieve preocupó a Rojas Clemente de manera particular y la mejor prueba es la atención que presta a ella en sus descripciones. De éstas resulta de máximo interés la referida al pequeño glaciar del Alhorí, a raíz de las observaciones que hace del puerto de Maitena en su ascensión al Picon de Jeres: *“Desde lo alto de este Puerto veíamos a nuestra izquierda y muy inmediato el gran ventisquero eterno que llaman el Alholí (se refiere al Alhorí)”* (citado en Gil Albarracín, 2002, p. 687). También interesan las referidas a los abundantes neveros de la cabecera del Dílar (paraje de los lagunillos de la Virgen), que es de donde toman la nieve los arrieros al final del verano para su venta en la ciudad de Granada: *“Volviendo a los ventisqueros digo que al atravesarlos no me acordé del peligro de hundirme en algún hueco o hendidura de los que describe Saussure ... (...). Cuando subíamos al Veleta estaba la nieve tan endurecida por la superficie que apenas se hundía en ella nada el pie porque se había helado en la noche anterior por la superficie como suele hacerlo muchas aún los meses de Julio y Agosto cuando corre cierzo ...”* (citado en Gil Albarracín, 2002, p. 687). Igualmente se refiere a los neveros y ventisqueros del Cauchil y Panderones (cabecera del barranco de San Juan), y, sobre todo, a los del collado del Veleta, que son de los más duraderos de la Sierra. Las referencias a las nieves e hielos del Corral del Veleta resultan escasas.

La aportación del científico romántico Charles Edmond Boissier

Sin lugar a dudas Boissier es el botánico más importante que recorre y da información de la flora de Sierra Nevada durante la primera mitad del siglo XIX (fig. 5). Sus descubrimientos los ordenó y sistematizó en su libro *“Voyage botanique dans le Midi de l’Espagne pendant l’année 1837”*, publicado en París en 1839 y en 1845. Formado en Ginebra y en París bajo la tutela De Candolle y Philip Barrer Webb, respectivamente, recibió una sólida formación, particularmente en Ciencias Naturales y, sobre todo, en Botánica. Buen conocedor de los Alpes, afrontó el estudio de la flora de Sierra Nevada durante el verano de 1837, realizando tres ascensiones a las cumbres donde herborizó y recogió semillas de nuevas especies.

La información que nos ofrece Boissier de las cumbres de la Sierra, que con frecuencia las compara con los Alpes, es completa. Al igual que Rojas Clemente su objetivo es el estudio botánico pero entendido desde la explicación del entorno ecológico de la planta. Por ello, su trabajo nos proporciona datos del conjunto biofísico de la montaña. Esta perspectiva global del paisaje le lleva a interesarse por los terrenos geológicos, la geomorfología, las condiciones climáticas, etc. Y como científico culto y de formación enciclopédica que fue Boissier no pierde ocasión para referirnos, al tiempo, los temas sociales, humanos y económicos de los habitantes de la Sierra. Y lo hace estableciendo relaciones a partir de la observación y relación de hechos, lo que infunde al conjunto de su obra, entretejida con terminología precisa, un carácter más científico que descriptivo.

Acerca de la estructura general de la Sierra sus observaciones resultan ajustadas: *“Toda la parte central está formada por pizarra micácea y otras rocas primitivas, pero contra ella se apoya en*

el norte, cerca de Granada, una formación caliza que se eleva sobre sus flancos hasta 6000 y 7000 pies, y que está cubierta en su base por unos terrenos de transición, como las colinas sobre las cuales está situada Granada” (Boissier, 1995, p. 260). Este estilo preciso también se repite cuando describe la morfología general de la cabecera del barranco del Guarnón: “Lo que primero que llama la atención al llegar al Veleta y al aproximarse con precaución a su borde septentrional, es un circo de casi 2000 pies de profundidad que se abre al noreste; sus paredes están casi siempre cortadas en vertical y en el fondo se apercibe un pequeño glaciar muy inclinado: es el lugar llamado Corral del Veleta” (Boissier, 1995, p. 287).



Charles Edmond Boissier

Figura 5. Charles Edmond Boissier (1845) definió como glaciar a los hielos del Corral del Veleta

Conocedor de la organización morfológica de los Alpes aplica el esquema de los valles glaciares a los sistemas de circos de las cabeceras de los barrancos de la Sierra: “... todas estas cimas (alude a la Alcazaba y al Mulhacén) juntas al Picacho, forman una especie de circo gigantesco muy profundo que a su vez está dividido por varias crestas de rocas en hondonadas longitudinales y encajonadas, entre las cuales tenemos el Corral del Veleta” (Boissier, 1995, p. 288). Y como atento observador del paisaje de montaña establece relaciones de causa-efecto a la hora de explicar la distribución de la nieve en las cumbres de la Sierra, que la recluye durante el verano en la región nival y que fija a partir de los 8000 pies: “... en estos puntos culminantes (se refiere al Veleta y al Mulhacén) la nieve no es perpetua y sólo persiste en los lugares abrigados, hundidos, donde la fuerza del viento la ha acumulado (...). Sierra Nevada no llega en ninguna parte al límite inferior de las nieves perpetuas, en el sentido estricto de esta palabra, pero su parte superior, en una zona de 1500 a 2000 pies, conserva numerosas acumulaciones durante los veranos normales” (Boissier, 1995, p. 290).

Sin embargo, hemos de admitir que uno de los pasajes más interesantes que nos relata Boissier desde la perspectiva geomorfológica y glaciológica es el dedicado al Corral del Veleta (fig. 6), de cuya información, por su contenido, precisión de ideas y empleo de términos, puede decirse que es la primera en que se califica al conjunto del enclave como glaciar: “Llegué (se interna en el Corral por el veredón) pronto sobre una verdadera morrena compuesta por unos residuos esquitosos humedecidos por los riachuelos de nieve derretida y salpicada con unos gruesos bloques dispersos. El glaciar tiene una pendiente muy inclinada, su altura perpendicular solo tiene 200 a 300 pies, su ancho más o menos 600 pasos y está atravesado por numerosas grietas transversales de apenas unas pulgadas de ancho. (...). Tiene la peculiaridad de ser el único en toda la Sierra y el más meridional de Europa; debe su formación a su posición, en el fondo de un circo abrigado y dominado en todas partes por las altas cumbres donde las tormentas barren la nieve en invierno. Su altura media es de 9000 pies y presenta en miniatura todos los caracteres de los glaciares alpinos, hendiduras, hielo impuro, morrenas fangosas en su base y sus laterales, por fin, riachuelos de aguas turbias que se escapan en su extremidad por varias cavernas excavadas en el hielo” (Boissier, 1995, pp. 294-295).



Figura 6. El Corral del Veleta albergó el último glaciar histórico de Sierra Nevada (Gómez Ortiz, 2005)

Otras aportaciones de interés

De entre ellas destaca la de Pascual Madoz (1849) recogida en su “Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar” y que en su tomo XIV, en la voz dedicada a Sierra Nevada, describe sus características geográficas, resaltando lo relativo a aguas y orografía. Respecto a las cumbres señala que los neveros permanentes comienzan a partir de los 9180 pies, afirmando, también, la existencia de masas heladas en todos los corrales de la cabecera del Genil (Guarnón, Valdecasillas y Valdeinfierno), lo que vendría a mostrar su generalización en los cuencos de la fachada norte de la Sierra: *“Los parages que en estas dos elevadas montañas, Mulahacen y Veleta, y en sus inmediaciones, se hallan cubiertos de perpetuas y endurecidas nieves, cuyas capas o estratificaciones se pueden contar fácilmente en muchas de sus quebradas, se llaman en el país corrales: el más considerable de todos ellos es el nombrado Veleta, el cual por su situación entre el pico de su nombre y el de Mulahacén presenta la figura de un gran circo, en cuyo centro brotan las primeras aguas del Genil. La nieve, acopiada por los vientos, que encierra el grandísimo depósito de este corral, está tan petrificada, que tiene la consistencia del mármol más duro y cuesta trabajo hacer en ella la más pequeña incisión aún con una herramienta muy fina”* (Madoz, 1849, Tomo XIV, p. 384).

INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

El período 1754-1849 se ha mostrado como significativo en el conocimiento de la Pequeña Edad del Hielo en Sierra Nevada. La información que nos suministran los escritos de viajeros ilustrados y científicos románticos así lo atestiguan. Todos coinciden en señalar condiciones climáticas frías en las cumbres de la montaña, propias de ambientes periglaciares, en las que se incluyan enclaves con hielos permanentes y muchos más con neveros de fusión tardía. Sin embargo, antes que ellos otros autores ya resaltaron en sus escritos la particularidad de este clima. Así ocurrió con las referencias árabes aparecidas a partir del siglo X. Una de las más significativas resalta: *“Y esta montaña es una de las maravillas del mundo porque no se ve limpia de nieve en verano ni en invierno. Allí se encuentra nieve de muchos años que, ennegrecida y solidificada, parece piedra negra; pero cuando se rompe se halla en su interior nieve blanca”* (transcrito a partir de Abu Yahyà Zakariya b. Muhammad b. Mahmud al-Qazwini (661/1263) por Torres Palomo, 1967-1968, p. 68). Estas observaciones permiten plantear la hipótesis de que durante la Edad Media, en el llamado Óptimo Medieval, las condiciones climáticas de la Sierra serían propicias para haber albergado masas heladas duraderas en sus cumbres.

A lo largo del siglo XVIII el interés por el conocimiento de Sierra Nevada, como el del resto de las montañas españolas, fue incrementándose y respondió al espíritu reformista y utilitario de las ideas de la Ilustración, lo que llevó a la Administración borbónica a potenciar la exploración de las

tierras peninsulares y de las colonias americanas. El objetivo fue tener constancia escrita de todo aquello que poseyeran y resultara beneficioso para la sociedad, en particular de sus recursos naturales y potencialidades económicas (aguas, minerales y plantas). En el ámbito del saber este modo de actuar benefició a la ciencia y a la técnica. Y en particular a la botánica, por sus derivaciones en la agricultura y la medicina (en 1755 se crea el Jardín Botánico de Madrid), y la minería, por su interés en la industria (en 1777 se funda la Escuela de Minas de Almacén). En este plan de actuación reformista hay que instalar los viajes de Antonio Ponz y Simón de Rojas Clemente y Rubio, ambos distanciados en el tiempo medio siglo, el que marca el tránsito entre el XVIII y XIX, que es cuando las incipientes ideas del actualismo de Hutton relativas a la explicación de la formación e historia de la Tierra comienzan a cobrar contenido frente a aquellas otras arraigadas en el relato bíblico, imperantes en el pensamiento científico de la época.

Ponz, ante todo, y desde la perspectiva geomorfológica, describe la fachada norte de Sierra Nevada insistiendo, particularmente, en la organización del relieve y de él en el trazado de los barrancos y en la disposición de las lomas, pues son los elementos clave de la arquitectura del territorio, de acuerdo con la idea dominante de los ilustrados de la época, a partir de la observación precisa y cuidadosa de los hechos, como así defendió Bowles en su “Introducción a la Historia Natural y a la Geografía física de España (1775)” (Capel, 1985).

La aportación básica de Ponz, que ahora interesa a nosotros, es la descripción geomorfológica y glaciológica del Corral del Veleta, aunque, claro está, desde el empleo de un lenguaje y una terminología particular: *“una profundidad ancha y cerrada de tajos muy peynados sin entrada por parte alguna (...) caxon ambicioso de nieve, que se cree guarda la primera que cayó después del Diluvio, reducida a piedra ...”*. Esta definición, probablemente la primera de este tipo por el contenido científico que desprende, permite afirmar la existencia de un foco glaciar bajo el picacho del Veleta cuyo hielo es antiguo, confirmado también en 1776 por Tomás López y Vargas Machuca, a raíz de la información geográfica que proporciona del término de Güejar Sierra. Se trata de datos genéricos, aunque significativos que permiten deducir el ambiente frío que debería dominar las cumbres de la Sierra, atestiguado, además, por la proliferación de neveros permanentes y de fusión tardía que se citan.

La información de Rojas Clemente resulta más rica, precisa y de mayor contenido científico. Ahora se trata de un reconocido naturalista, botánico, que recibió enseñanzas directas de Cavanilles y que mantuvo contactos académicos y científicos con pensionados españoles en la Escuela de Minas de Freiberg, lo que le proporcionó conocimientos de geognosia y orictognosia. Y que igualmente debió conocer los trabajos de Saussure sobre los Alpes. Toda esta sólida formación justifica su notoria aportación al conocimiento del paisaje de cumbres de Sierra Nevada, que recorre durante los veranos de 1804 y 1805. Particularmente resulta relevante su contribución a la flora, aunque para nuestro interés sobresale la metodología de trabajo en que sustentó sus observaciones, ante todo, el análisis geográfico de los condicionantes biofísicos (altitud y condiciones climáticas, sobre todo), lo que le lleva a definir, hoy diríamos, el medio ecológico.

Esta visión integradora del medio que concibe Rojas Clemente, en la línea que también propugnaba su coetáneo Humboldt por las mismas fechas durante sus viajes por América, justifica la distribución que propone de los ambientes o zonas bioclimáticas que distingue en la Sierra. De ellos, ahora interesan los dos más elevados los denominados frigidísimo y glacial, instalados por encima de los 2424 m. Por la descripción que hace de ellos puede deducirse que estarían caracterizados por el predominio del frío y de la nieve, lo que vendría a denunciar un dominio generalizado de procesos fríos periglaciares en las cumbres de la Sierra con inclusión de pequeños focos glaciares, como el que identifica en la cabecera del barranco del Alhorí: *“... las altas cumbres de Sierra Nevada están peladas no porque deje de caer en ellas la nieve, sino porque la arrojan de ellos los vientos fuertes a que están expuestas, así muy cerca de ellas, como a 100 varas o menos más bajo (así se observa en el Mulhacén y Veleta) ya se hallan grandísimos ventisqueros perpetuos (...)”* lo que apoyo en la observación de las plantas, principalmente del *Geranium*”.

Tema de gran interés es el relativo al nivel de nieves perpetuas que instala en las 2900 varas sobre el nivel del mar, es decir en los 2352 m. De momento señalemos que sorprende su baja altitud si tenemos en consideración que en pleno verano los neveros motivo de explotación por los comerciantes de Granada se instalaban superados los 2500 m y por encima de los 2900 en los años secos, y durante aquellos otros excepcionalmente secos sólo se obtenía nieve en esta parte de la Sierra más cercana a Granada, en el seno del Corral del Veleta, a 3050 m. Ante estos datos cabe la duda acerca de que entendía Rojas Clemente por nivel de nieves permanentes, pues no parece que respondiera a lo que se define como límite inferior de la zona permanentemente cubierta por la nieve. Sin embargo, esta observación sí podría asociarse, a partir de la cota señalada, a la existencia de manifestaciones crionivales.

La solidez de ideas y conceptos sobre el conocimiento geomorfológico de Sierra Nevada es ya más notoria en Boissier, treinta y dos años después que hiciera su aportación Rojas Clemente. Probablemente una de las razones clave fue el progreso que experimentó la nascente geología que, paulatinamente, y desde comienzos del siglo XIX tiende a abandonar el relato bíblico del Génesis y a construir su cuerpo doctrinal a partir de las ideas del actualismo, encabezadas por Hutton y Lyell (Virgili, 2003), en cuyos principios se contempla la eficacia de los grandes agentes externos (ríos y glaciares) como responsables de generar modificaciones en el relieve sin el concurso de acontecimientos catastróficos. Ideas, por cierto, que ya aplicó Cavanilles a los ríos, a raíz de sus observaciones en el Maestrazgo, donde no aludió al Diluvio universal (Mateu, 1983; Capel, 1985).

La aportación de Boissier sobre Sierra Nevada es rica en contenidos e interpretaciones, sobre todo geomorfológicas y glaciológicas por lo que se refiere a sus cumbres, pues como buen conocedor de los Alpes y de los escritos de Saussure y Agassiz sobre esta misma cadena montañosa aplica sus experiencias en Sierra Nevada. Así, califica el hielo del Corral del Veleta como glaciar, mostrando de él similares características morfológicas que los sistemas glaciares alpinos: *“El glaciar tiene una pendiente muy inclinada (...) y presenta en miniatura todos los caracteres de los glaciares alpinos, hendiduras, hielo impuro, morrenas fangosas en su base y sus laterales, por fin, riachuelos de aguas turbias que se escapan en su extremidad por varias cavernas excavadas en el hielo”*. E igualmente explica su razón de ser: *“Tiene la peculiaridad de ser el único en toda la Sierra y el más meridional de Europa; debe su formación a su posición, en el fondo de un circo abrigado y dominado en todas partes por las altas cumbres donde las tormentas barren la nieve en invierno”*.

Al igual que Rojas Clemente, Boissier estratifica bioclimáticamente a la Sierra, aunque sólo reconoce cuatro zonas o regiones, incluyendo en los niveles de cumbres dos, a partir de los 4500 pies: región alpina (4500-8000 pies) y región nevosa (por encima de 8000 pies). De éstas indica sus características biofísicas resaltando los pedregales que tapizan las laderas y cúmulos de bloques, lo empinadas de las vertientes en los barrancos y la proliferación de lagunas en sus cabeceras, que nunca asocia al trabajo mecánico de los glaciares. Destaca, también, un hecho de gran importancia relativo a su definición morfogenética y es que estas regiones no están dentro del dominio de nieves perpetuas, que niega para la Sierra y avala desde la climatología *“En los Alpes, a esta altitud (se refiere a 8000 pies) ya se hallan las nieves perpetuas; aquí nada parecido: los puntos culminantes, incluso, elevados a 10000 ó 11000 pies, están desprovistos de ella a mediados del verano; sin embargo la nieve caracteriza nuestra región, aunque solamente bajo la forma de manchas o montones acumulados en los fondos y pliegues del terreno (...) Desde final de septiembre, toda la región (alude a la nevosa) se cubre de una nieve nueva, que sólo desaparecerá parcialmente a partir de junio (...); además numerosas tormentas refrescan la tierra durante todo el verano, sobre todo en agosto (...). La temperatura es muy irregular durante el verano; con buen tiempo, el termómetro sube a menudo a 22° al mediodía, incluso en las cimas, mientras que un cielo cubierto o una tormenta puede hacerla bajar en algunas horas a 3 o 4°”* (Boissier, 1995, p. 466-468).

CONCLUSIONES

La existencia de la Pequeña Edad del Hielo en Sierra Nevada también se deduce a partir de la información de los libros de época. El contenido de ellos, además, permite, valorar el progreso del conocimiento geomorfológico de la Sierra, de acorde con el progreso de la ciencia. En esta ocasión el

periodo estudiado abarca desde mediados del siglo XVIII a mediados del XIX, instalado, probablemente, entre los mínimos denominados de Maunder y Dalton (fig. 1).

La repercusión ecológica de este periodo frío histórico quedó reflejada mayoritariamente en las cumbres y denunciada, sobre todo, por la existencia de focos glaciares cobijados en el seno de los corrales de la vertiente norte, a una cota media de 3000 m (Guarnón, Valdecañillas, Valdeinfierno, Alhorí), entre los que destacó el del Corral del Veleta. También a partir de las manchas de nieve permanente esparcidas y fijadas en las lomas, por debajo de las cuerdas cimeras.

Esta distribución espacial de ambientes ecológicos permite referirse a la existencia de dos sistemas morfoclimáticos con dominio espacial variable a lo largo del tiempo. Uno, glaciar o glacionival, recluso puntualmente en antiguos circos y del que en la actualidad no existe rastro alguno y que podría haberse establecido desde la cabecera del barranco de Lanjarón hasta la concavidad del Alhorí. Y otro, crionival o periglacial, mucho más extenso y extendido en altiplanicies y vertientes, cuyo límite inferior debió quedar instalado en torno a los 2424 m al inicio del siglo XIX y hoy fijado en torno a los 2700 m, en vertiente meridional. Este último sistema estaría caracterizado, sobre todo, por la profusión de neveros de fusión tardía y enclaves discontinuos de *permafrost* alpino (fig. 7).

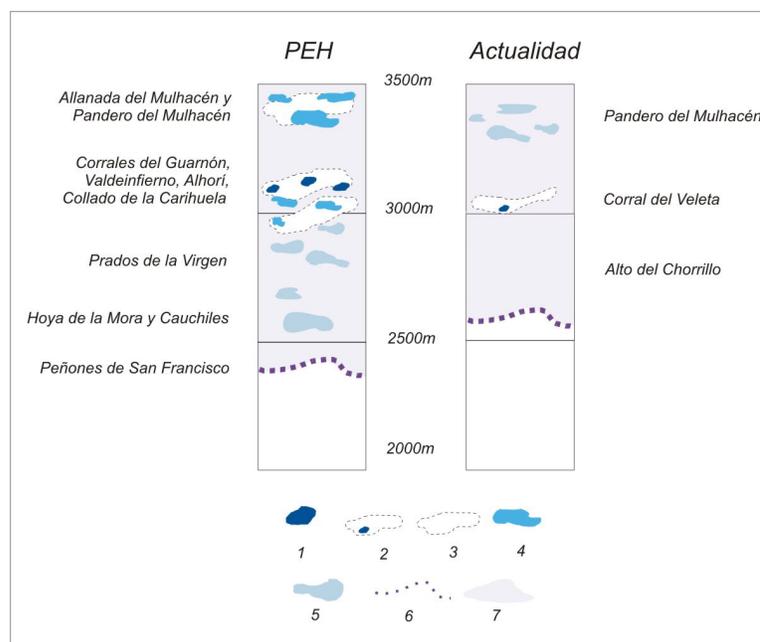


Figura 7. Comparación de ambientes morfoclimáticos en las cumbres de Sierra Nevada (Pequeña Edad del Hielo, PEH-Actualidad) (Gómez Ortiz, 2006)

1. focos glaciares; 2. hielo fósil y *permafrost* profundo; 3. *permafrost* alpino en bolsas discontinuas; 4. neveros o ventisqueros permanentes; 5. neveros o ventisqueros de fusión tardía; 6. límite inferior de los procesos crionivales; 7. dominio crionival. (Se indican parajes significativos).

El contenido y calidad de la información suministrada por estos libros evoluciona en el tiempo, pues a la descripción ilustrada de “aquello digno de mencionar”, siempre basada en la observación (“por ser una profundidad ancha y cerrada de tajos muy peynados sin entrada por parte alguna”, Ponz, 1754), le sucede otro tipo de descripción más explicativa, justificada en el análisis de los hechos observados (“estaba la nieve tan endurecida por la superficie que apenas se hundía en ella nada el pie porque se había helado en la noche anterior por la superficie como suele hacerlo muchas aún los meses de Julio y Agosto cuando corre cierzo”, Rojas Clemente, 1804-1805), a la que sigue, por fin, la explicación científica, fundamentada en principios e ideas y apoyada en la experiencia del trabajo de campo (“Sierra Nevada no llega en ninguna parte al límite inferior de las nieves perpetuas, en el sentido estricto de esta palabra, pero su parte superior, en una zona de 1500 a 2000 pies,

conserva numerosas acumulaciones durante los veranos normales”, Boissier, 1839). Este devenir expositivo de los hechos observados podría justificarse por dos razones: a) la formación disciplinar del autor; b) la evolución del pensamiento científico. Y en este último sentido, el devenir de la geología,

El progreso creciente que reflejó la geología a partir de las ideas de Hutton y, sobre todo, de Lyell, favoreció el nacimiento de la geomorfología, al contemplar la eficacia de los procesos externos en la modificación del relieve (Martí, 1988; Martínez de Pisón, 1995; Virgili, 2003). En tal sentido, resulta oportuno señalar que en las obras “Principles of Geology” y “Elements of Geology” de Lyell, aparecidas a partir de 1830, la atención que se presta al glaciario es considerable, dedicándosele varios capítulos, con ejemplos de regiones glaciadas (fig. 8), probablemente y en buena medida, por las aportaciones que Saussure, Agassiz y Charpentier, también venían haciendo. Ello explica, en parte, el interés que durante la primera mitad del siglo XIX despertaron los glaciares en la investigación geológica, en particular los alpinos, lo que llevó a emitir hipótesis relativas a su origen y significado geomorfológico y a acuñar terminología específica.

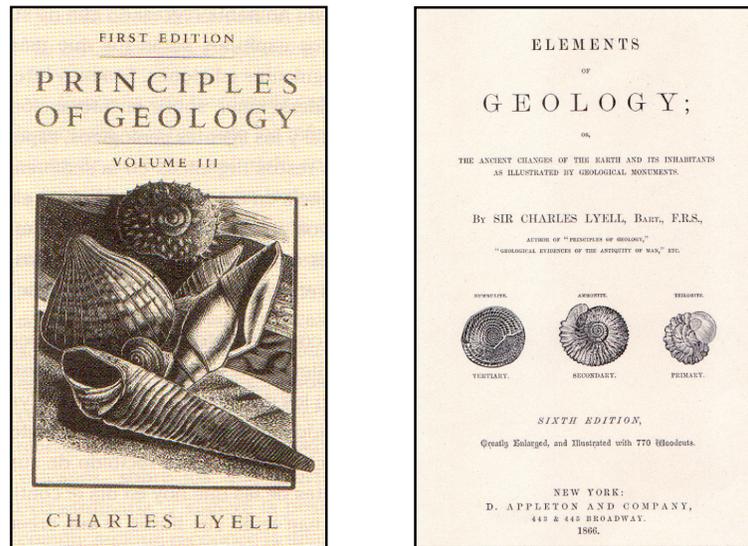


Figura 8. Cubierta de los manuales *Principles of Geology* y *Elements of Geology* (Lyell, 1866)

Este avance científico resulta patente en la información que facilita Boissier sobre las cumbres de Sierra Nevada, de manera relevante en la interpretación de los hechos y en el lenguaje con que los describe y explica. El mejor ejemplo al respecto es cuando se refiere al glaciar del Corral del Veleta, según él el único de la Sierra: “*debe su formación a su posición, en el fondo de un circo abrigado y dominado en todas partes por las altas cumbres donde las tormentas barren la nieve en invierno*”. Y más adelante al completar la configuración geomorfológica del enclave utilizando términos precisos como “cavernas excavadas en el hielo”, “circo”, “morrenas”, “morrenas fangosas”, “hielo impuro”, “riachuelos de aguas turbias”, etc. Sin embargo, los escritos de la época estudiada aún no se ocupan del glaciario pleistoceno que afectó al conjunto de las cumbres de Sierra Nevada, para ello habrá que esperar a la segunda mitad del siglo XIX, a partir de las aportaciones de Mac Pherson (1875) y antes las de Schimper (1849).

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto CICYT del MEC, SEJ2005-00504/GEOG. También a David Serrano Giner por su buen hacer en la parte gráfica.

REFERENCIAS

AA.VV. (2005). Monográfico sobre la Pequeña Edad del Hielo. *Boletín Glaciológico Aragonés*, 7. Gobierno de Aragón-Universidad de Zaragoza. Zaragoza.

- Boissier, C. (1839). *Voyage botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année 1837*. Versión castellana en C.E. Boissier "Viaje botánico al sur de España durante el año 1837". Fundación Caja de Granada y Universidad de Málaga. Granada, 1995.
- Capel Sáez, H. (1985). *La física sagrada. Ciencias religiosas y teorías científicas en los orígenes de la geomorfología española (siglos XVII-XVIII)*. Ediciones del Serbal. Barcelona.
- Capel Sáez, H. (2002). El viaje científico andaluz de Simón de Rojas Clemente Rubio: de la Historia Natural a la Geografía. *Viaje a Andalucía. Historia Natural del Reino de Granada (1804-1809)*. G.B.G. Editora. Barcelona, pp. 17-46.
- Gil Albarracín, A. (2002). Transcripción de Simón de Rojas Clemente Rubio *Viaje a Andalucía "Historia Natural del Reino de Granada (1804-1809)*. G.B.G. Editora. Barcelona.
- Gómez Ortiz, A. (2001) (Coord.). *Mapa geomorfológico de Sierra Nevada. Morfología glaciar y periglaciario*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Granada.
- Gómez Ortiz, A. & Salvador Franch, F. (1998). Procesos periglaciares actuales en montaña mediterránea. Ideas clave, trabajos de campo y resultados en Sierra Nevada. *Procesos biofísicos actuales en medios fríos*. Servei de Paisatge de la Universitat de Barcelona. Barcelona, pp. 217-234.
- Gómez Ortiz, A. & Plana Castellví, J.A. (2004). El paisaje glaciar de Sierra Nevada a través de los escritos de época (siglos XVIII y XIX). Contribución al conocimiento geográfico español. *Investigaciones Geográficas*, 34, pp. 29-46.
- Le Roy Ladurie, E. (1983). *Historie du climat depuis l'an mil*. Flammarion. Paris. Existe traducción castellana en E. Le Roy Ladurie "Historia del clima desde el año mil". Fondo de Cultura Económica. México, 1991.
- Lyell, C. (1847). *Elementos de Geología* (traducción de "Elements of Geology", a cargo de J. Ezquerro del Bayo). Imprenta de Antonio Yenes. Madrid.
- Mac-Pherson, J. (1875). De la existencia de fenómenos glaciares en el sur de Andalucía durante la época cuaternaria. *Acta de la Sociedad Española de Historia Natural*, vol. IV, pp. 56-61.
- Madoz, P. (1849). *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Tomo XIV (voz Sierra Nevada). Madrid.
- Martí, J. (1988). La difusión de la glaciología en España (1849-1917). *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 21, pp. 235-246.
- Martínez de Pisón, E. (1995). La primera geomorfología española. *Geógrafos y naturalistas en la España contemporánea*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, pp. 81-106.
- Mateu Bellés, J. (1983). El relieve en las Observaciones sobre el Reino de Valencia. *Cavanilles, naturalista de la I. Il·lustració*. Cultura Universitaria Popular. Valencia, pp. 33-37.
- Schimper, K. (1849). *Voyage géologique botanique au Sud de l'Espagne*. L'Institut. Paris.
- Titos Martínez, M. (1991). *Textos primitivos sobre Sierra Nevada (1754-1838)*. Caja General de Ahorros de Granada. Granada.
- Titos Martínez, M. (1997). *Sierra Nevada: una gran historia*. Universidad de Granada-Ceturso Sierra Nevada, S.A. 2 Vol. Granada.
- Torres Palomo, M.P. (1967-1968). Sierra Nevada en los escritores árabes. *Miscelánea de Estudios Árabes y Hebraicos*. Vol. XVI-XVII, pp. 57-88.
- Virgili, C. (2003). *El fin de los mitos geológicos*. Lyell. Nívola. Madrid.