

EL PAISAJE GLACIAR DE SIERRA NEVADA A TRAVÉS DE LOS ESCRITOS DE ÉPOCA (SIGLOS XVIII Y XIX). CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO GEOGRÁFICO ESPAÑOL

Antonio Gómez Ortiz
Josep A. Plana Castellví
Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional
Universitat de Barcelona

RESUMEN

Los escritos de época, generalmente libros de viajeros y de científicos, son una fuente de conocimiento valiosa para el saber geográfico de las regiones o países que se relatan. Y en el caso de descripciones científicas, además, denotan el grado de progreso de la ciencia. De Sierra Nevada existe una producción literaria muy abundante cuya lectura crítica e interpretación científica, sobre todo la procedente de la segunda mitad del siglo XIX, está llamada a aportar datos de gran interés acerca del paisaje glaciar de la Sierra y contribuir al conocimiento de la evolución del pensamiento geográfico español.

Palabras clave: geomorfología, libros de viaje, paisaje glaciar, pensamiento geográfico, Sierra Nevada.

ABSTRACT

Antique writings, chiefly travellers notes and scientific books, are a valuable source to geographical knowledge regions involved. In case of scientific descriptions, moreover, indicate science evolution. There are a great many literature from Sierra Nevada; its critic reading and scientific interpretation, particularly second half XIX century, is destined to yield upmost interest information about Sierra Nevada's glacial landscape and contribute to Spanish geographical evolution thought.

Key words: geographical thought, geomorphology, glacial landscape, Sierra Nevada, travellers notes.

1. Introducción

El paisaje de Sierra Nevada, particularmente el de sus altas cumbres, empezó a conocerse y a describirse con cierto detalle a partir de que viajeros ilustrados acceden a ella. Esto debió ocurrir en la primera mitad del siglo XVIII, que es cuando comisionados ilustrados comienzan a dar noticia de las riquezas que guarda la Sierra y de los beneficios que ellas pueden aportar a la sociedad. De esta época son, como comentaremos oportunamente, los primeros relatos del paisaje (muy en particular de la organización espacial de sus lomas y barrancos, de sus muchas aguas, de la variedad de plantas y riqueza de minerales) y también de sus pueblos y de sus hombres y costumbres. Sin embargo, la descripción científica de la Sierra y con ello la explicación de su paisaje, empezó a fraguarse décadas más tarde y se hizo de la mano, sobre todo, de botánicos que, deseosos de herborizar y clasificar las plantas encontradas, ascendieron a las cumbres. Estos viajeros fueron los que sentaron las bases del conocimiento científico de Sierra Nevada, de acuerdo con el estado de progreso de la ciencia de la época. La mayor parte de ellos fueron extranjeros formados en universidades centroeuropeas, aunque también españoles pero muy influenciados por las corrientes del pensamiento científico europeo.

El presente artículo desea aportar nuevos datos al cómo se ha ido construyendo a lo largo de los siglos XVIII y XIX el conocimiento del paisaje glaciar de Sierra Nevada, sobre todo, durante la segunda mitad del XIX, que es cuando las ciencias naturales y, en particular, la geología, centran atención en las montañas como objeto de estudio preferente. De esta época existe abundante bibliografía referida a la Sierra (Titos Martínez, 1997) y un ensayo sobre las primeras ideas glaciológicas (García Navarro, 1997). Sin embargo, aún no se ha realizado una lectura crítica e interpretación particular desde la geografía física de las descripciones dedicadas a ella, sobre todo, valorando ideas y principios, por lo que creemos que nuestro empeño, de saldarse positivamente, puede aportar nuevos datos a la historia reciente del pensamiento geográfico español.

2. La singularidad de Sierra Nevada

Sierra Nevada es la montaña andaluza por excelencia, pues a su importante altitud y volumen hay que añadir su amalgama de paisajes, reflejo de la multivariiedad de climas y ambientes que alberga. Su extensión se reparte entre las provincias de Almería y Granada y su localización geográfica divide aguas hacia el Guadalquivir (a través del Genil y Fardes, principalmente) o directamente hacia el Mediterráneo (p.e. Guadalfeo o Andarax). Sierra Nevada es una montaña humanizada, a pesar de superar con creces los 3300 m, pues la altitud nunca fue obstáculo para que el hombre trepara loma arriba construyendo bancales para beneficio de la agricultura.

La montaña, en su sector occidental o granadino, aglutina las cotas más elevadas de la Península Ibérica, con más de una docena de cerros o picachos que sobrepasan los 3200 m (Alcazaba, 3371 m; Veleta, 3394 m; Mulhacén, 3482 m). Es en este sector donde la Sierra presenta un interés particular, emanado de la singularidad geomorfológica que ofrece el paisaje, pues el relieve se muestra enérgico y agresivo frente a las formas maduras y evolucionadas del resto de cumbres. La razón se debe al trabajo mecánico que los glaciares llevaron a cabo durante las crisis frías cuaternarias, pues los hielos invadieron cordales, planicies y barrancos, desde el cerro de Trevélez (2877 m) hasta el cerro del Caballo (3013 m). El resultado, también ocurrió en las principales cordilleras de nuestras latitudes (Pirineos, Alpes, Cárpatos, etc.), fue la creación de un

relieve alpino con huellas morfológicas glaciares significativas, como ocurre en los parajes de Valdeinfierno, Cascajar Negro, Siete Lagunas, Juntillas, etc.

Sin embargo, la singularidad de la Sierra no se resume a sus formas de relieve sino que también incluye a sus ecosistemas y muy en especial aquellos biotopos que albergan un buen número de especies vegetales endémicas. Para el estudioso las cumbres de Sierra Nevada son, ante todo, un espacio privilegiado que por su alto valor y significado científico deben protegerse y conservarse. Esta riqueza biofísica, puesta ya de relieve en los escritos de los viajeros ilustrados y, sobre todo, en los científicos románticos que la visitaron durante la segunda mitad del siglo XIX, fue, en su momento, un sólido argumento para que las cumbres fueran declaradas Reserva de la Biosfera del Programa MAB de la UNESCO (1986), Parque Natural por la Junta de Andalucía (1989) y, recientemente, Parque Nacional por el Gobierno de España (1999).

3. Sierra Nevada, la montaña de la nieve o la montaña del Sol. Noticias árabes

El atractivo secular que despertó siempre Sierra Nevada en las personas que la describieron radicó en la permanencia de la nieve en las alturas, incluso en verano. También en que en sus cumbres brilla el Sol antes de que éste alumbre el horizonte de la Vega de Granada. De ahí, que noticias, crónicas, relatos o descripciones antiguas se refirieran a ella como la montaña de la nieve o la montaña del Sol. Los textos árabes la denominaron unas veces *Yabal al-Taly* y otras *Yabal Sulayr* o simplemente *Sulayr*, que es la traducción latina de *Solarius-ris* (Monte del Sol) (Torres Palomo, 1967-1968).

De las referencias escritas acerca del paisaje de Sierra Nevada las de procedencia árabe son, quizás, de las más antiguas, aunque resultan poco precisas en lo que respecta a los niveles de cumbres, pues al citarlos sólo indican de ellos aspectos muy genéricos y, casi siempre, repetitivos entre autores. No sucede así cuando se da cuenta de poblaciones, usos de la tierra o vías de comunicación, pues al constituir hechos instalados en las partes más bajas de la montaña la información resulta más completa. Esta falta de datos para las cumbres de la Sierra nos hace pensar, habría que confirmarlo, que sus parajes deberían ser recorridos por los árabes muy puntualmente y con finalidades muy precisas, a juzgar del contenido de las informaciones que se tiene de ellos (la mayoría relativa a la comunicación entre la ciudad de Granada y los pueblos de la Alpujarra, en la que se cita los pasos posibles durante el verano) y que cubren desde el inicio del siglo X hasta bien entrado el XVI, ya tomada la ciudad de Granada por los Reyes Católicos.

La constancia que se tiene de la Sierra es que conforma una unidad orográfica bien delimitada en el territorio de Al-Andalus, que coincide con el distrito de Elvira. Que en sus laderas existen muchas aldeas y que en su extremo occidental se sitúa la ciudad de Granada. De sus cumbres, como ya se dijo, su conocimiento es mucho más limitado, sin embargo, lo que se insinúa de ellas resulta útil. En efecto, así se deduce de Ibn al-Faqid al-Hamadani que en el año 903 y refiriéndose a la ciudad de Córdoba señala: «*En Córdoba se goza de una temperatura agradable, incluso no hay necesidad de usar trajes de lino en el verano. Tiene manantiales y pozos y cerca de ellos la nieve cae sobre el monte Sulayr, que queda a cuatro días de marcha de Córdoba*».

La descripción de las cumbres de Sierra Nevada por los autores árabes, con más o menos riqueza de detalles, variará poco a lo largo de los próximos siglos, pues las referencias a su paisaje girarán en torno a las siguientes ideas clave: Sierra Nevada mantiene en sus alturas nieve permanente; las cimas de la Sierra sólo pueden transitarse durante los días del calor estival y por unos determinados pasos; las aguas que en ella nacen —abundantes

y saludables— dan origen a muchos ríos; en sus cumbres existe variedad de plantas medicinales y el viento resulta violento y helado; etc. etc. De los relatos más significativos en los que estas ideas se recogen destaca el de Muhammad b. Abi Bakú al-Zuhri, que visitó la ciudad de Granada en 1137: *«Y esta montaña es una de las maravillas del mundo porque no se ve limpia de nieve en invierno ni en verano. 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. En la cumbre de esta montaña las plantas no crecen ni los animales pueden vivir (...). Nadie puede subir a esta montaña, ni andar por ella, salvo en la época de calor, cuando el Sol está en el signo de Escorpión, siendo entonces posible su acceso».*

Incluso, como antes comentábamos, estas ideas clave perdurarán hasta bien entrado el siglo XVI, tal como se deduce del escrito de Ahmad b. Ali al-Muhalli, fechado en 1553, en el que refiriéndose a la Sierra señala: *«No tiene acceso esta montaña más que por tres lugares especiales y cuando se sube por alguno de ellos y se ha llegado a la cumbre se divisa desde allí la tierra de Tremecén (...). Sopla en ella un viento helado que mata a todos aquellos sobre los que pasa. Al pie de esta montaña, hacia occidente, está la ciudad de Granada que se cuenta entre las más bellas».*

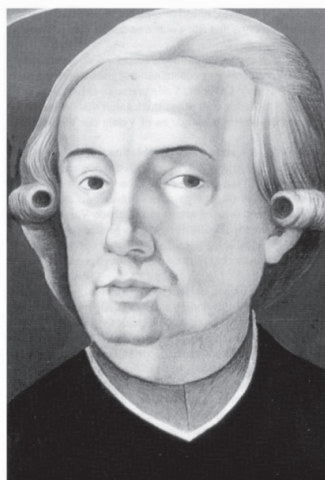
4. Las descripciones de la Sierra en los viajeros ilustrados

El pensamiento ilustrado supuso para las ciencias, sobre todo para las denominadas «útiles» un progreso significativo, que afectó positivamente al pensamiento científico español, pues fue durante el último tercio del siglo XVIII y primeros años del XIX, cuando nuestro país se incorporó de pleno a la Revolución Científica europea, iniciada en el siglo XVII. La idea utilitaria y reformista de los ilustrados llevó a la Administración del Reino de España a comisionar a científicos y a estudiosos para que dieran cuenta precisa de la realidad de muchas regiones de España, lo que supuso recorrerlas y dar conocimiento del territorio.

Sierra Nevada no fue ajena a este deseo de la Corona, lo que significó redescubrir la montaña. Los viajeros, en sus distintas expediciones, tuvieron que adentrarse en ella a través de sus barrancos y lomas e inventariar y describir todo aquello que pudiera resultar valioso y útil y también de interés científico. El resultado de este empeño, como se comprenderá, resultó doble: se logró tener un mejor conocimiento geográfico del territorio (de los aspectos físicos y de los humanos) y, al tiempo, se favoreció el progreso de determinadas ciencias, en especial las naturales, las matemáticas y la física. La interpretación de los relatos escritos por los viajeros son una fuente valiosa que permite hacerse una idea bastante aproximada del paisaje de las tierras que visitaron. En nuestro caso de las cumbres de la Sierra, y de ellas su configuración orográfica, condiciones climáticas —particularmente la innivación, rigor del frío e intensidad del viento—, abundancia de aguas, naturaleza de su vegetación, etc. etc.

De Sierra Nevada la unidad del Veleta y toda la fachada orientada al valle de Lecrín y ciudad de Granada (barrancos de Dílar, Monachil, San Juan y Guarnón, particulamente), fueron los enclaves a los que mayor atención se les fue prestando durante el siglo XVIII, probablemente porque son los que mejor se distinguen desde Granada —lo que de por sí ya resultaba un atractivo— y, además, porque a través de ellos resultaba más fácil el acceso a las cumbres de la montaña.

La información que se tiene de la Sierra durante la primera mitad del siglo XVIII continúa siendo genérica, pero ahora enriquecida por una mayor precisión de datos de carácter geográfico, humano, económico y social, tal como se denota en las geografías históricas o diccionarios geográficos históricos que se publican. En tal sentido, Pedro



Ant. Ponz

FIGURA 1. Antonio Ponz, ilustrado que visitó Sierra Nevada y el Corral del Veleta en 1754.

Murillo Velarde (1752), en su *Geografía Histórica*, al referirse a la Sierra da cuenta de ello en los siguientes términos: *La Sierra Nevada está entre Granada y el Mar Mediterráneo: llámase así, porque nunca le falta nieve en lo que llaman el Picacho del Veleta. Hay tanta abundancia en lo más riguroso de el Estio, como en lo más helado del Invierno*».

En similar estilo se refiere Antonio Ponz (1797) que, a instancias del Marqués de la Ensenada, visita la Sierra en 1754 con el fin de darle cuenta de todas las cosas que pudiera observar (fig. 1). En su viaje inspecciona la carta norte y oeste del macizo y describe la configuración del territorio, la organización de los barrancos y las lagunas y, particularmente, los usos del suelo y riqueza de plantas. Desde la perspectiva geomorfológica y glaciar aporta datos muy valiosos del Corral del Veleta, acaso los primeros en su contenido. De este enclave escribe: «*Dexado este sitio (se refiere al picacho del Veleta) pasamos á registrar el propincuo llamado corral del Veleta, nombre ajustado á 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 descubierto 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*».

Años más tarde, Tomás López y Vargas Machuca, en su *Diccionario Geográfico-Histórico*, que comienza a publicarse a partir de 1776, recoge más referencias de Sierra Nevada, incluso de carácter cartográfico (fig. 2). Acerca del municipio de Güejar Sierra la información que ofrece resulta muy útil para nuestro interés. Facilitada por el párroco del pueblo, en 1795, informa de las características de los barrancos del Genil en los siguientes términos: «*El Guadarnón (alude al Guarnón), que tiene como cabeza el Corral del Veleta,*

llamado así 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 se puede regular desde qué años, ni para cuantos hay allí, porque la expresada nieve está ya petrificada o cristalizada la más, dividiéndose los nevazos de todos los años por las piedras y brocín que meten los aires del verano».

De las tres descripciones mostradas y que abarcan la segunda mitad del siglo XVIII se repite una constante y es la atención preferente que merece el Corral del Veleta a los viajeros que acceden a la Sierra, interés que se mantendrá hasta los últimos decenios del siglo XIX, pues no será hasta entonces, como se verá en su momento, cuando los naturalistas científicos que recorren las cimas de la Sierra se percatan de que las huellas glaciares se extienden más allá del Corral del Veleta, incluyendo, particularmente, las cabeceras de barrancos. Sin duda, la atención que mereció el Corral durante la segunda mitad del siglo XVIII residió en el cúmulo de nieve y hielo que ofrecía en su seno, hecho excepcional y digno de mención por parte de aquellos viajeros. Hay que señalar que cuando se describe aún no se habla de glaciar ni de morfología asociada a él pues el conocimiento científico ilustrado no había llegado a esos extremos.

Sin embargo, el contenido de las descripciones sí nos permite interpretar las líneas maestras del paisaje, instalarlo en formas de relieve precisas e incluso, deducir situaciones atmosféricas. Por ejemplo, los autores insisten en que la nieve perdura todo el año y en su estado físico *«Hay tanta abundancia en lo más riguroso de el Estio, como en lo más helado del Invierno»*, *«... reducida a piedra, pues estando descubierto hacia el Norte, aquí es yelo lo que es nieve en otros lugares...»*, *«... porque la expresada nieve está ya petrificada o cristalizada la más...»*. También perseveran en la configuración del Corral *«... nombre ajustado á sus proporciones, por ser una profundidad ancha y cerrada de tajos muy peynados sin entrada por parte alguna...»*, *«... así porque el conjunto de cerros y colinas puestos por la misma naturaleza forman a manera de un corral de grande profundidad...»*. E igualmente hacen notar en la actuación del viento *«... dividiéndose los nevazos de todos los años por las piedras y brocín que meten los aires del verano»*. La conjunción que podría hacerse de toda esta información no va más allá de la simple descripción pero resulta valiosa para poder afirmar hechos geomorfológicos y, sobre todo, glaciológicos históricos. Por ejemplo, las descripciones permiten afirmar que en 1752 existía un aparato glaciar colmando su circo (Corral del Veleta). Que éste estaba abierto al norte y limitado por paredes empinadas. Que periódicamente recibía nieve y escombros detríticos de sus bordes (muy probablemente a través de avalanchas y de barrido eólico). Etc.

4.1. La aportación de los botánicos

La contribución de los botánicos ilustrados al conocimiento de la Sierra resultó decisivo, pues en sus campañas de reconocimiento no se limitaron sólo a describir e inventariar especies sino que tuvieron en consideración todos aquellos aspectos que a su juicio condicionaban el desarrollo de las plantas (geológicos, geomorfológicos, climáticos, edáficos, etc.). Esto hizo que la botánica se convirtiera, a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, en una disciplina de prestigio que será cultivada por excelentes científicos. Un dato de interés para la historia de la botánica española que refleja tal interés es que en 1755 se crea el Real Jardín Botánico de Madrid, que asume como finalidad destacada descubrir e inventariar especies nuevas, y de manera muy especial las que pudieran tener repercusiones terapéuticas o industriales o contribuir a renovar la agricultura. Estos objetivos convirtieron, aún más, a Sierra Nevada, por su situación, altitud y volumen orográfico en objeto de exploración preferente.

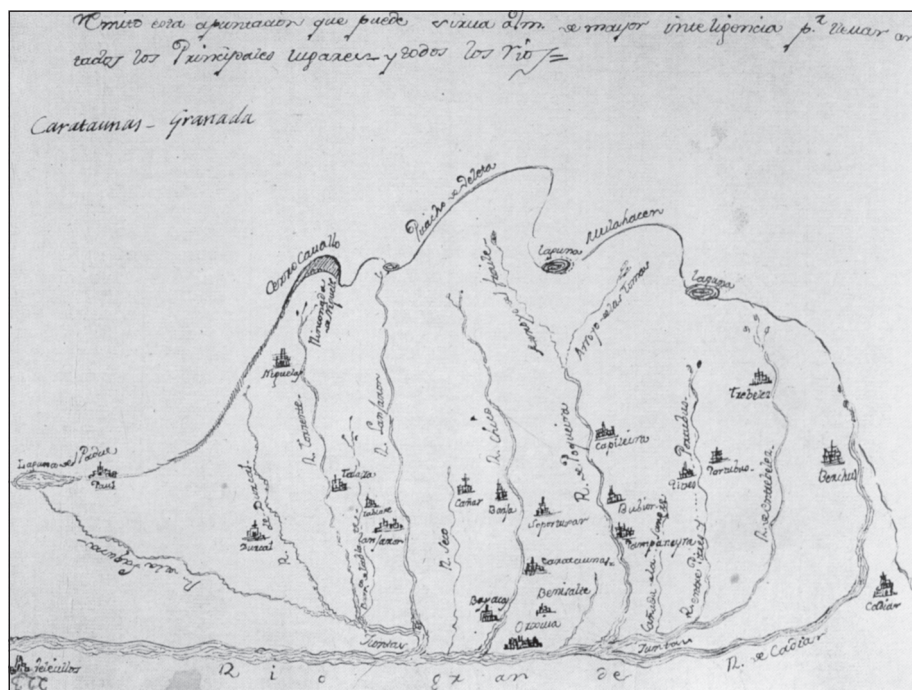


FIGURA 2. Croquis geográfico del sector occidental de la Alpujarra (Tomás López y Vargas Machuca, 1776).

Una de las figuras más destacadas en asumir estas ideas fue Simón de Rojas Clemente y Rubio, discípulo de Antonio José de Cavanilles. Simón de Rojas recorre la Sierra durante los años 1804 y 1805 y de ella describe, a través de itinerarios, hechos físicos, naturales y humanos, aunque siempre con particular empeño en los botánicos. La novedad de sus observaciones radica en el principio de relación entre los elementos del paisaje y en el caso de los vegetales entre relieve, altura y ambiente climático. Pero también la novedad incluye la estratificación de la vegetación de la montaña en altura, lo que supuso un importante acontecimiento bioclimático, posiblemente pionero o coetáneo al que llevó a cabo Humboldt en el Chimborazo, en 1802 (Capel 2002). De esta estratificación o sucesión de «temperamentos», como él los llama y que establece entre Castell Ferro y la cima del Mulhacén, distinguió seis zonas bioclimáticas, definiendo a las dos más elevadas como frigidísima (2424-2758 m) y glacial (2758-3555 m), ésta última de nieves perpetuas (Quesada Ochoa et al. 1996).

De las observaciones que hace Simón de Rojas se deducen varios hechos climatológicos y geomórficos de interés, sobre todo, referidos a la acción del viento y al reparto de la nieve, como ya apuntó Tomás López y Vargas Machuca. En tal sentido, Simón de Rojas señala: «Nota 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 ellas los vientos fuertes a que están expuestas, así muy cerca de ellas, como a 100 varas o menos más abajo (así se observa en el Mulhacén y Veleta), ya se hallan grandísimos ventisqueros perpétuos. 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 perpétuas o permanentes en el Norte de Sierra Nevada será aproximadamente a 2800 varas sobre el nivel del mar» (transcrito de Gil Albarracín, 2002, p. 951).

De lo referido podrían interpretarse interesantes hechos geográficos. Uno, referido a las planicies cimera que no deberían albergar nieve permanente, pues el viento, al igual que hoy, tendería a barrerla y a acumularla a sotavento. Otro, la fijación de los neveros permanentes o de fusión tardía, que los distribuye 100 varas por debajo del Veleta y del Mulhacén. Y otra observación de interés es a la conclusión que llega respecto a la fijación de las nieves perpetuas, que en orientación norte la instala a partir de 2800 varas.

5. Científicos románticos en la Sierra: de la descripción a la explicación

El siglo XIX resultó definitivo para el descubrimiento científico del glaciario de Sierra Nevada, pues se sientan principios glaciológicos básicos, particularmente durante la segunda mitad, que es cuando empieza a discutirse el origen de las lagunas, de los corrales y de los depósitos que se instalan en los fondos de barrancos. Este progreso operado se canalizó de la mano de científicos formados en universidades centroeuropeas y significó pasar de la descripción a la explicación morfológica del hecho glaciar, esto ya en el último tercio del referido siglo XIX. Los primeros hombres de ciencia que marcaron el cambio de rumbo continuaron siendo botánicos, pues en sus campañas de recolección fueron haciendo notar aspectos de gran interés acerca de la morfodinámica de los glaciares, sin que fuese ésta su especial preocupación. Sin embargo, hay que reseñar que continuaron focalizando la información en el Corral del Veleta, lo que nos hace sospechar en que aún no ha arraigado entre los estudiosos que acuden a la Sierra la idea de un glaciario pleistoceno generalizado en la montaña y como, consecuencia, resulta notoria la dificultad de relacionar sus resultados con las formas de relieve creadas fuera del ámbito del Corral.

Una de las informaciones más completas del glaciar del Corral del Veleta y que denota un conocimiento avanzado de la morfodinámica glaciar, a juzgar por la terminología que se utiliza y la relación de ideas que se expresan, se debe al trabajo de Boissier (Viaje botánico al sur de España durante el año 1837), que fue publicado en 1845. La referencia al Corral y a su glaciar es muy completa y precisa y denota en su contenido rigor conceptual y experiencia de campo: *«El glaciar tiene una pendiente muy inclinada, su altura perpendicular sólo tiene 200 a 300 pies, su ancho más o menos 600 pasos y está atravesado por numerosas grietas transversales de apenas una pulgada 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»*.

Los datos que ofrece Boissier resultan novedosos e inéditos y muy en particular en lo relativo a las circunstancias topográficas y climatológicas que explican la existencia del glaciar. Se trata de ideas que por su interés fueron retomadas por otros autores, entrado ya el siglo XX (Quelle, 1908; Obermaier, 1916; García Sainz, 1947; Messerli, 1965). Nos referimos a que el glaciar del Corral del Veleta fue el más meridional de Europa; que su origen se debe a la especial configuración del circo y al barrido de la nieve que hizo el viento de las cumbres; y a que la masa helada glaciar incluye morrenas de fondo y laterales.

5.1. El decisivo progreso: geólogos y geógrafos se ocupan del tema

La segunda mitad del siglo XIX resultó decisiva para la afirmación del hecho glaciar nevadense, pues en sus últimos decenios se asume la existencia de un glaciario generalizado heredado. Los responsables de este progreso son ahora geólogos y geógrafos alineados en los principios que fundamentan el actualismo y la noción de evolución geológica no catastrofista propugnada por Lyell. La implantación de estos principios e ideas en las universidades centroeuropeas supuso que la geología entrara en una etapa de madurez y que la geomorfología comenzara a diseñarse con entidad propia. En esta línea de progreso científico y conceptual el estudio de los ríos y de las montañas, y de éstas los glaciares y los volcanes, adquirieron especial relevancia (Martínez de Pisón, 1995). Particularmente de los glaciares pues éstos empezaron a considerarse como agentes externos capaces de introducir modificaciones en las formas de relieve de las montañas.

La irrupción de estas ideas llegó a España a través de los propios científicos centroeuropeos que las desarrollaron y comenzaron a aplicar en los Alpes y Pirineos, o de los españoles formados en las universidades donde aquellos principios e ideas comenzaron a estructurarse (Berlin, Freiburg, Bonn, Munich, Berna, Viena). Lo cierto es que esta concepción evolucionista del relieve, particularmente entendido en las montañas, significó a todo lo largo del último tercio del siglo XIX una confluencia de intereses entre investigadores y naturalistas que cristalizó en toda Europa con la creación de instituciones preocupadas por el conocimiento de la naturaleza y, a la par, el progreso de la ciencia, lo que contribuyó, como han señalado algunos autores, al nacimiento del denominado excursionismo científico (Martí Henneberg, 1994).

En España, esta inquietud se materializa, entre otras actuaciones, en la constitución de entidades preocupadas por el avance científico, el progreso social y la educación (Sociedad Española de Historia Natural, 1871; Sociedad Geográfica de Madrid, 1876; Institución Libre de Enseñanza, 1876; Asociación Catalanista de Excursiones Científicas, 1876, etc.). Este despliegue de intereses conllevó adentrarse en el mejor conocimiento de las tierras españolas, lo que permitió establecer objetivos confluyentes entre naturalismo y geografía (Gómez Mendoza et al. 1992). Además, supuso validar, aún más, los trabajos iniciados en 1849 por la Comisión Nacional del Mapa Geológico de España, convirtiendo a las montañas en objetivos predilectos. El tema de las montañas, por tanto, ocupará lugar predilecto entre los científicos del último tercio del siglo XIX, y el glaciario de ellas motivo de atención preferente. En tal sentido hay que reseñar que una de las primeras figuras en interpretar la acción glaciar fue Casiano del Prado (1857, 1864), al referirse al posible origen glaciar de sedimentos inmersos en los cauces fluviales en Picos de Europa y Guadarrama. Y por lo que respecta a Sierra Nevada y también en lo concerniente a la acción de glaciares antiguos, Obermaier (1916) cita a Schimper (1849) como el pionero en hacerlo, señalando de su discurso el origen de los conglomerados de la Alhambra, que atribuye a depósitos morrénicos del Genil.

6. La irrupción de nuevas ideas. La aportación de Otto Quelle

Desde Schimper las referencias al paisaje glaciar de la Sierra son continuas, a la luz de los escritos que se suceden, en particular de geólogos y geógrafos que tienden a describir y explicar con terminología glaciológica precisa las formas de relieve creadas. Sin embargo, hay que subrayar que no se trata aún de estudios monográficos específicos sino de referencias inmersas en planteamientos de carácter general y que, en ocasiones, su contenido desconcierta, pues el hecho glaciar se niega, se pone en duda o se afirma, según autores.

Una de las aportaciones más valiosas del último tercio del siglo XIX se debe a Mac-Pherson (1875) que insiste, como también se deduce en Schimper, en que el glaciario en la Sierra tuvo dimensión regional afectando a los principales barrancos. Y para ello basa su argumentación en los datos que ofrece del valle de Lanjarón, donde fija abandono de carga glaciario a 700, 900 y 1000 m de altura, además de registros de pulido glaciario en rocas. Acerca del avance máximo de los glaciares lo sitúa en 600-700 m, por lo que también admite como origen glaciario los conglomerados de la Alhambra.

Tras la afirmación de Mac-Pherson las posiciones de algunos autores son paradójicas, pues admitiendo al pequeño glaciario del Corral del Veleta como tal, ponen en duda la existencia de anteriores sistemas glaciares en la Sierra. Así ocurre en Drasche (1879), Hellmann (1881) y Rein (1899). De este último resulta interesante su forma de expresarlo en su obra monográfica dedicada a la Sierra (Aportación al estudio de Sierra Nevada): *«Tras haber estudiado el resultado de la acción del agua sobre los blandos materiales de los taludes, que a menor escala produce efectos similares, y tras haber constatado la labilidad de los esquistos micáceos y arcillosos de Sierra Nevada, creo personalmente que los corrales nacen por la acción erosiva del agua. Por otra parte aún no se han encontrado aquí huellas de glaciares, pues el hielo del Gualnón admitiría otra posible interpretación»* (...) *«Se le ha creído resultado de la Era glaciaria, modesto remanente de un gigantesco glaciario que en un tiempo cubriera todo el valle del Genil y que almacenara las grandes masas pétreas a la salida del mismo, donde se une a la altiplanicie. Las observaciones que hasta ahora han realizado los geólogos en el Glaciario del Veleta son insuficientes para establecer sin lugar a dudas su origen y constitución»*.

Sin embargo, Rute (1889) y Bide (1893) son de opinión distinta a Rein, pues admiten, como también lo hiciera Penck (1894), un glaciario generalizado en la Sierra, responsable de la existencia de las lagunas de cabecera. Además, Penck, en contraposición a Mac-Pherson, pone en entredicho el origen morrénico de los conglomerados de la Alhambra, posición en la que también se alineó años después Hoernes (1905) al otorgarles un origen neógeno (Vindoboniense). Ambas actitudes tienen un particular sentido glaciológico para la Sierra pues recluyen la acción glaciaria al interior de la montaña.

Respecto al pequeño glaciario del Corral del Veleta, Rute (1889) esboza también otra idea de gran interés al apuntar que sería fruto de un antiguo glaciario de mayores dimensiones, expresándolo así: *«Más abajo se reúne el Genil al sombrío Gualnón que baja desde el Corral del Veleta, glaciario sin duda alguna, resto de otros glaciares que trabajaron en aquella parte las vertientes del Genil, y que, de la gigantesca brecha abierta al pie de las tres pirámides, arrastraron los escombros que forman hoy el manto de aluviones del cerro del Sol que mide poco más de 100 m de espesor»*. Y en cuanto a Bide y también refiriéndose a las altas cumbres de la Sierra y, en particular al Corral del Veleta, aporta una excelente cartografía general en la que distingue de manera precisa la superficie que ocuparía este pequeño glaciario (fig. 3 y 4).

En el tránsito del siglo XIX al XX se opera un relevante avance en el conocimiento del paisaje glaciario de Sierra Nevada, probablemente uno de los de mayor interés. Este progreso se debió a Otto Quelle y quedó reflejado en el capítulo de su tesis doctoral *«Beitragë zur kenntnis der Spanischen Sierra Nevada»* dedicado a la innivación y límite climático de las nieves perpetuas. Los datos que se aportan, las ideas y las interpretaciones que propone significaron un decisivo avance, que fue ampliado con nuevos conceptos e información cartográfica inéditas por Obermaier en su trabajo de 1916.

Quelle, muy influenciado por Penck, se preocupó por establecer el límite inferior de nieves permanentes durante el Cuaternario y la actualidad. Para el Cuaternario lo fijó en 2850 m y 2950 m en cara norte y sur, respectivamente. Y para la actualidad en 3350-

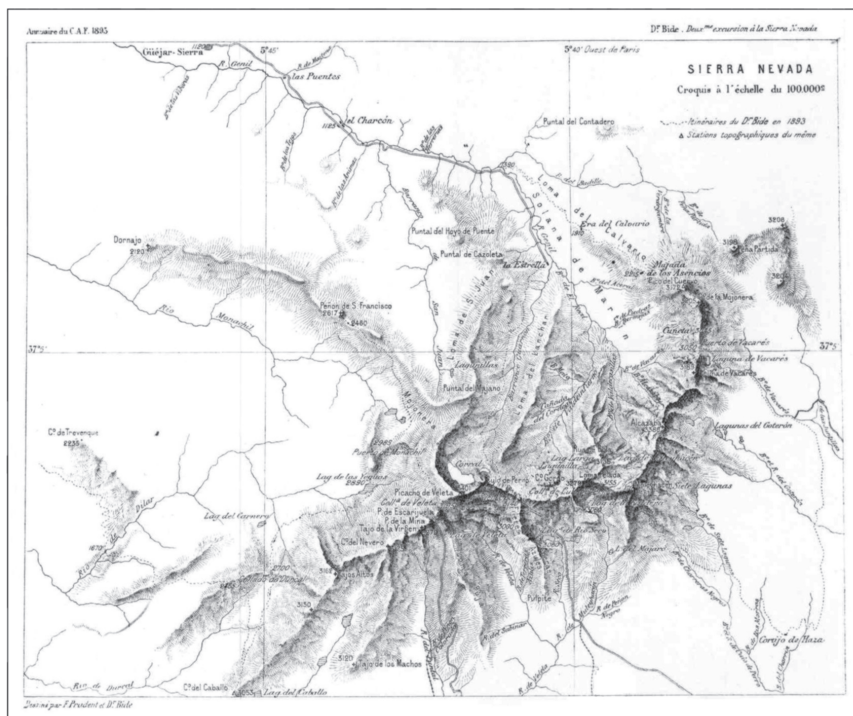


FIGURA 3. Orografía de las altas cumbres de Sierra Nevada —distingase el glaciar del Corral del Veleta— (Bide, 1893).



FIGURA 4. Panorámica del Corral del Veleta (Bide, 1893).

3450 m y 3550-3650 m en vertiente norte y sur, respectivamente. Igualmente admitió un glaciario generalizado, aunque, quizá sea el primero en señalarlo de manera rotunda, lo relegó a las cumbres, que es donde las formas de relieve resultan más nítidas y significativas: *«En Sierra Nevada sólo hay formas típicas de la alta montaña en la región de las cumbres. Su presencia se debe exclusivamente a la sucesiva aparición de circos de acumulación. Como es en estos circos donde se encontraban la mayoría de los heleros perennes, también se originaron en ellos los pequeños glaciares de Sierra Nevada. Estos circos son, junto a las lagunas glaciares, los pequeños depósitos de morrenas y las rocas aborregadas que hay en sus alrededores, la herencia que han dejado en esta sierra las glaciaciones cuaternarias»*. Del pequeño glaciar del Corral del Veleta también se ocupó, señalando su punto más bajo en 2835 m, y su anchura, que la estimó en 540 m.

7. Secuenciación de principios y conceptos a lo largo del tiempo. Comentarios a cómo se construyó el conocimiento del paisaje glaciar de Sierra Nevada

Los libros de viajes de época y más cuando proceden de personas cultas o científicos resultan fuentes de conocimiento valiosas para reconstruir el paisaje de la región que se describe. También permiten valorar la situación de progreso científico de la época. Ésto a partir del análisis de las proposiciones que se hacen y de la terminología que se emplea. La experiencia llevada a cabo a partir de libros de época relativos a Sierra Nevada a lo largo de los siglos XVIII y XIX así viene a confirmarlo.

La información que nos procede de los viajeros ilustrados, que precisa y amplía los datos de autores árabes, nos señalan que la Sierra se conoce y distingue bien como unidad orográfica y de ella mejor aún hasta donde llega la influencia de los pueblos instalados en sus lomas y, en particular, de los sectores de la Alpujarra, el Marquesado del Zenete y las estribaciones encaradas al valle de Lecrín y ciudad de Granada. Pero de la geografía de los tramos más elevados se tiene poca noticia, probablemente porque adentrarse en ellos resultaba inseguro por la falta de una adecuada cartografía. Sin embargo, nos resistimos a creer que los lugareños no los conocieran con cierto detalle e, incluso, hicieran uso de sus recursos, sobre todo los pastizales de altura que serían aprovechados por la ganadería trashumante y por los recolectores de plantas medicinales. Algo similar harían con la nieve aquellos que se dedicaban a su comercio, a juzgar por la importancia que su consumo siempre tuvo en la ciudad de Granada (Titos Martínez, 1996).

Sólo disponemos de información más precisa de las cumbres a partir de la segunda mitad del siglo XVIII que es cuando los comisionados reales las exploran para describir, de acuerdo con la idea reformista, «todo aquello que pudiera ser útil y beneficioso». De todas formas las ideas que nos transmiten estas descripciones acerca del paisaje de los altos tramos de la montaña son muy genéricas, no así de algunos elementos definitorios de sus parajes: abundancia de nieve, riqueza de plantas medicinales, profusión de riachuelos y lagunas. En cuanto al relieve, las noticias sólo permiten tener una idea global en el sentido de que estaría estructurado a partir de una red de barrancos de acusada pendiente que fijan cabecera en corrales de paredes empinadas y en los que en algunos la nieve perdura todo el año. Este último dato, de Ponz (1754), resulta de un valor científico excepcional y podría ser considerado como el punto de partida para reconstruir el paisaje glaciar de la Sierra. Su interés radica, sobre todo, en que el enfriamiento generalizado que afectó a las latitudes medias durante los siglos XV-XVI/XIX-XX (la denominada Pequeña Edad del Hielo), también invadió a Sierra Nevada y se tradujo, en el seno del Corral del Veleta, en un pequeño glaciar («caxon

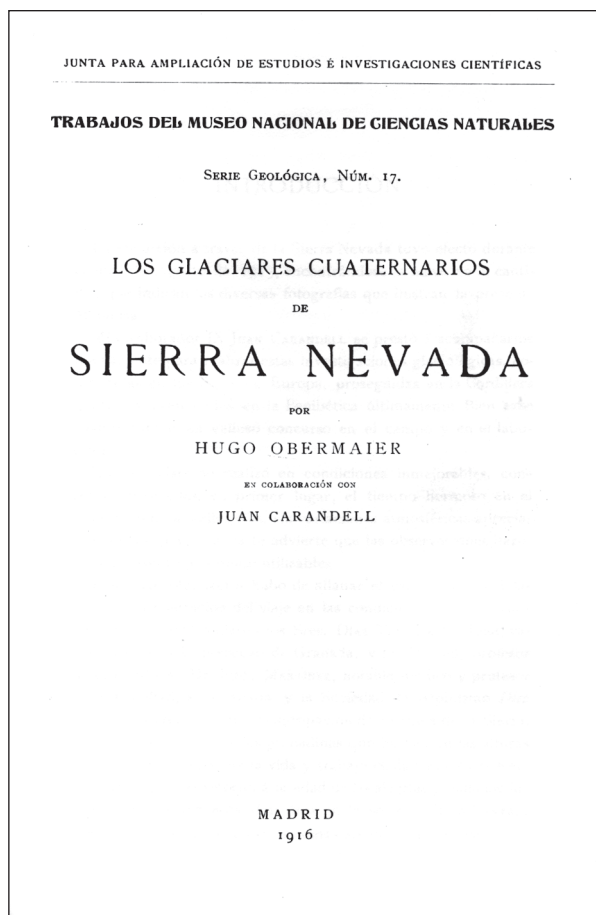


FIGURA 5. Cubierta del monográfico *Los glaciares de Sierra Nevada* (Obermaier, 1916).

ambicioso de nieve, que se cree guarda la primera que cayó después del Diluvio, reducida a piedra, pues estando descubierto 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»), lo que confirmaría la eficacia de esta crisis climática global hasta el borde más meridional de Europa.

El avance que experimenta la botánica durante la ilustración en lo relativo al descubrimiento de nuevas especies y en su utilidad, y muy notoriamente desde la fundación del Real Jardín Botánico de Madrid, supuso para Sierra Nevada que su territorio se recorriera con más detalle. El resultado de este empeño se tradujo en conocer mejor la geografía física de la Sierra y sus recursos naturales. Simón de Rojas Clemente y Rubio, discípulo de Cavanilles y seguidor de Linneo, es la figura clave de estos tiempos. Su particular preocupación por la botánica, haciendo notar los pisos bioclimáticos que incluye Sierra Nevada, significó un notable progreso en el conocimiento de su paisaje. Así, y a raíz de sus

descripciones, recogidas en Gil Albarracín (2002), nosotros interpretamos que los dos pisos más elevados (frigidísimo y glacial) se caracterizarían por la predominancia del frío y de la nieve y que en ellos la cubierta vegetal se distinguiría por una precariedad de elementos arbóreos, mayor desnudez del suelo y predominio de especies adaptadas a suelos helados durante buena parte del año. A partir de estas ideas y a la vista de la información que ofrece Simón de Rojas de la nieve en las cumbres de la Sierra, podemos plantear la hipótesis de que a principio del siglo XIX los procesos fríos de naturaleza periglaciaria serían activos en la Sierra en una franja superior a los 1000 m, a partir los 2300-2375 m, en su cara norte, cuando en la actualidad la generalización de ellos (sobre todo reflejados en procesos de gelifluxión y formación de figuras geométricas), también en la cara norte, se establece por encima de los 2550-2600 m, frente a los 2750 m en cara sur.

La segunda mitad del siglo XIX resultó definitiva para la afirmación de la existencia de un paisaje glaciario en Sierra Nevada, pues fue a lo largo de estas décadas, sobre todo en las últimas, cuando ideas, principios y conceptos glaciológicos, comienzan a arraigar en la explicación del relieve de cumbres de la Sierra. El paulatino progreso operado vino, en un primer momento, de la mano de los naturalistas cuyas observaciones y descubrimientos impulsaron, sobre todo, los aspectos geográficos de las ciencias naturales y, en menor medida, el desarrollo de los estudios relacionados con el relieve (Martínez de Pisón, 1995). El antecedente más notorio de este progreso podría ser la descripción que Boissier (1845) hace del glaciar del Veleta, en la que ya utiliza términos precisos y de rigor científico, « *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 presenta en miniatura todos los caracteres de los glaciares alpinos, hendiduras, hielo impuro, morrenas fangosas en su base y sus laterales ...*».

La explicación del progreso que se opera y el sólido avance que caracterizará a los estudios glaciológicos en décadas posteriores tiene mucho que ver con la renovación de postulados y la introducción de nuevos planteamientos que va a sufrir la geología a partir de los primeros decenios del siglo XIX, que es cuando se opera la admisión paulatina del principio del actualismo frente al abandono progresivo de las teorías catastrofistas, lo que supondrá tener en consideración la acción dinámica de los agentes externos en la explicación de las formas de relieve. Sin lugar a dudas, un hecho que favoreció grandemente esta nueva concepción de los cambios en la superficie terrestre fue la publicación de «Elements de Geologie», de Lyell (1847) (primera edición de 1938), donde se defiende la idea de que «*no es necesario recurrir a grandes cataclismos para explicar cambios en la superficie terrestre, sino que éstos son causa de la marcha natural y responden a las mismas causas que están obrando en la actualidad*» (Ezquerro del Bayo, 1847; citado en Blázquez Díaz, 1992). Ante estas novedosas ideas las montañas se convirtieron en lugar preferente de estudio y los glaciares en temas predilectos de exploración. Así debió ocurrir, si tenemos en consideración, además, que es por estos años cuando comienzan a gestarse los clubes alpinos y las sociedades científicas y, con ello, a establecerse una relación estrecha entre excursionismo y ciencia tomándose a los Alpes y Pirineos como metas de exploración y estudio. Probablemente el germen de esta inquietud ya estuviera en Ramond de Charbonnières, al inicio del siglo XIX, a raíz de sus campañas por el Pirineo y, en particular, por el área del Monte Perdido. Sin embargo, parece prudente admitir que los primeros síntomas firmes de esta nueva perspectiva hacia las montañas y sus glaciares debió ocurrir entre 1835-1841, que es cuando Jean de Charpentier y Louis de Agassiz, comienzan a interesarse por los glaciares de los Alpes suizos y constatan su capacidad erosiva y de transporte, lo que les llevó a considerarlos como agentes modificadores del relieve, posición intelectual

instalada en postulados actualistas. En estas coordenadas de intereses y preocupación científica hay que entender, por tanto, la atención que mereció el conocimiento del paisaje glaciar de las montañas, que se vería enormemente enriquecido y potenciado a partir de finales del siglo XIX gracias a las aportaciones de Penck, cuyos planteamientos geomorfológicos participarían de la influencia de los principios evolucionistas de Darwin (Gómez Mendoza et al., 1982) y contribuirían al desarrollo de la Geomorfología climática a partir de mediados del siglo XX.

El reflejo de esta renovación científica también incluyó a las montañas españolas, pues ahora serán consideradas, además de enclaves florísticos valiosos para los botánicos, reductos de interés mineralógico y morfológico para ingenieros de minas, geólogos y geógrafos. Así se desprende, por ejemplo, de las diferentes Memorias Provinciales de la Comisión del Mapa Geológico de España, creada en 1848, tal como ya se vislumbra en Casiano del Prado cuando redacta la Memoria de la provincia de Madrid (1864). Para Sierra Nevada, y por lo que respecta al paisaje geomorfológico de cumbres, el autor que marca decididamente este cambio de rumbo en el estudio, aunque aún tímido en contenido, fue Mac Pherson (1875) que con sus datos del valle de Lanjarón hace notar la acción de un glaciario heredado afectando al conjunto de la montaña, responsable de muchas de las formas de su relieve, *«Por lo tanto, queda, en mi juicio, fuera de toda duda, que durante la época cuaternaria estuvo toda esta región sometida, a semejanza del resto del continente, á la acción glacial; bien porque sus cumbres se elevasen a mayor altura que en la actualidad, ó como consecuencia, según la general creencia, del enfriamiento en que en aquella época experimento nuestro hemisferio ...»*. Este hecho, también inmerso en la línea de pensamiento del actualismo, supuso no tanto un avance significativo en la exploración y catalogación de las formas glaciares de la Sierra, sino un cambio de actitud acerca del hecho glaciar nevadense, pues significó hilvanar ideas sobre la acción pretérita de hielos glaciares cuaternarios en esta montaña. Quienes se ocuparon de tejer y desarrollar estas ideas fueron Quelle y Obermaier, aunque ya entrado el siglo XX.

El interés que mostraron Quelle y Obermaier por el glaciario de Sierra Nevada debió estar influido por su maestro Penck, que tenía como meta, tras haber acumulado información de la acción glaciar en los Alpes y Pirineos, principalmente, determinar el límite inferior de las nieves permanentes cuaternarias en Europa, y la Sierra, por su altitud y fijación latitudinal estaba considerada como referencia obligada. Los trabajos asumidos por Quelle (1908) y Obermaier (1916), significaron no sólo la demostración de las ideas de Mac Pherson acerca de un glaciario dominando las cumbres de la Sierra, sino que además supusieron sistematización de ideas y principios, al tiempo que el empleo de un lenguaje científico de carácter geomorfológico y glaciológico. Incluso, y muy visible se detecta en la monografía de Obermaier (fig. 5), aportación de nuevas teorías acerca del número de glaciaciones que debieron afectar a la montaña, de acuerdo con la nomenclatura cronológica alpina de Penck. Ideas, la mayoría, que progresivamente se fueron demostrando a lo largo de todo el siglo XX y que han venido a consolidar la perspectiva geomorfológica de la geografía física (Gómez Ortiz et al. 2004).

Agradecimiento

El presente trabajo se incluye en el proyecto CICYT, BSO2000-0745 del Ministerio de Ciencia y Tecnología. También nuestra gratitud a Manuel Titos Martínez por el suministro de información original y novedosa.

Referencias bibliográficas

- BLÁZQUEZ DÍAZ, A. (1992). La contribución geológica del naturalismo: los trabajos del Mapa Geológico Nacional. In J. Gómez Mendoza & N. Ortega Cantero (Dtres.) *Naturalismo y Geografía en España*. Fundación Banco Exterior. Madrid, pp. 79-134.
- BIDE, F. (1893). Excursions à la Sierra Nevada. Deuxième excursion dans la Sierra Nevada. *Annuaire du Club Alpin Français*, vol. XX. Paris.
- BOISSIER, C.E. (1839). *Voyage botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année 1837*. Gide et Cie. París. Versión castellana en C.E. Boissier «Viaje botánico al sur de España durante el año 1837». Fundación Caja de Granada. Universidad de Málaga. Granada, 1995.
- CAPEL, 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.
- DRASCHE, R. (1879). *Geologische Skizze des Hochgebirgsteiles der Sierra Nevada in Spanien*. Jahrbuch der K.K. geolog. Reichsanstalt, vol. XXIX. Wien.
- GARCÍA NAVARRO, A. (1996). Contribución al conocimiento glaciar de Sierra Nevada a través de los escritos de viajeros del siglo XVIII y mediados del XIX. In J. Chacón Montero & J.L. Rosúa Campos (Eds.). *Ia. Conferencia Internacional Sierra Nevada*. Universidad de Granada-Sierra Nevada 96. Granada, vol. 4, pp. 107-116.
- GARCÍA SAINZ, L. (1947). *El clima de la España cuaternaria y los factores de su formación*. Secretariado de Publicaciones. Universidad de Valencia. Valencia.
- 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 MENDOZA, J.; MUÑOZ JIMÉNEZ, J. & ORTEGA CANTERO, N. (1982). *El pensamiento geográfico*. Alianza Universidad. Madrid.
- GÓMEZ MENDOZA, J. & ORTEGA CANTERO, N. (Dtres.) (1992). *Naturalismo y Geografía en España*. Fundación Banco Exterior. Madrid.
- GÓMEZ ORTIZ, A. & DESSY, P. (2003). Evolución del conocimiento glaciar de Sierra Nevada. La aportación del prehistoriador Hugo Obermaier. *Libro Homenaje al Profesor Emiliano Aguirre*. Museo Arqueológico Regional. Madrid (en prensa).
- HELLMANN, G. (1881). *Der südlichste Gletscher Europa's*. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, 16, pp. 362-367.
- LYELL, C. (1847). *Elementos de Geología* (Traducción 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.
- MARTÍ HENNEBER, J. (1994). *L'excursionisme científic*. Alta Fulla. Barcelona.
- 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.
- MESSERLI, B. (1965). *Beiträge zur Kenntnis der Sierra Nevada (Andalusien)*. Juris Verlag. Zurich.
- OBERMAIER, H. (1916). Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Geología)*, 17, pp. 1-68.
- PENCK, A. (1894). Studien über das Klima Spaniens während der jüngeren Tertiärperiode und der Diluvialperiode. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zur Berlin*, pp. 109-141.
- PONZ, A. (1797). *Relación del viaje que desde Granada hizo á Sierra Nevada D. Antonio Ponz á influxo del Exmo. Sr. Marqués de la Ensenada*. Mensagero económico y erudito de Granada, 25-30. Granada.
- PRADO VALLE C. del (1857). *Valdeón, Cain, la canal del Trea. Ascensión a los Picos de Europa en la Cordillera Cantábrica*. s/l/e.
- PRADO VALLE, C. del (1864). *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*. Junta General de Estadística. Madrid.
- QUESADA OCHOA, C. & ROSÚA CAMPOS, J.L. (1996). La «Historia Natural del Reino de Granada» de Simón de Rojas Clemente y Rubio: las excursiones por Sierra Nevada. In J. Chacón

- Montero & J.L. Rosúa Campos (Eds.) *1ª Conferencia Internacional Sierra Nevada*. Universidad de Granada-Sierra Nevada 96. Granada, vol. 4, pp. 51-64.
- QUELLE, O. (1908). *Beitrage zur Kenntniss der spanischen Sierra Nevada*. Tesis doctoral. Universidad Friedrich-Wilhelm. Berlin.
- REIN, J.J. (1899). *Beiträge zur Kenntniss der spanischen Sierra Nevada*. Viena. Versión castellana en J.J. Rein, «Aportación al estudio de Sierra Nevada». Caja General de Ahorros de Granada-AMA. Granada, 1994.
- ROJAS CLEMENTE RUBIO, S. de (2002). *Viaje a Andalucía. Historia Natural del Reino de Granada (1804-1809)*. Transcripción de Antonio Gil Albarracín. G.B.G. Editora. Barcelona, 2002.
- RUTE, L. (1889). *La Sierra Nevada*. Nouvelle Revue Internationale. Imprimerie Charaire et fils. París.
- SCHIMPER, P. (1849). *Voyage géologique, botanique au Sud de l'Espagne*. Journal de l'Institut. París.
- TITOS MARTÍNEZ, M. (1996). Los neveros: un oficio y un camino. In J. Pérez Chacón & J.L. Rosúa Campos (Eds.) *1ª Conferencia Internacional Sierra Nevada*. Universidad de Granada-Sierra Nevada 96. Granada, vol. 4, pp. 215-223.
- TITOS MARTÍNEZ, M. (1997). *Sierra Nevada: una gran historia*. Universidad de Granada-Cetursa Sierra Nevada, S.A. 2 vol. Granada.
- TORRES PALOMO, M.P. (1967-1968). Sierra Nevada en los escritores árabes. *Miscelanea de Estudios Arabes y Hebráicos*, Vol. XVI-XVII, pp. 57-88.