

EL GLACIARISMO CUATERNARIO EN LOS PIRINEOS

Quaternary Glaciation in the Pyrenees

Jaume Bordonau (*)

RESUMEN

Los Pirineos constituyen la cordillera de la península Ibérica donde el glaciario cuaternario alcanzó el mayor desarrollo. El relieve pirenaico es el resultado, en gran parte, de la acción de los glaciares correspondientes a la última glaciación. Se describen las principales formas de erosión (circos, cubetas de sobreexcavación, valles en artesa, etc.) y de acumulación glacial (tills y morrenas, etc.), enmarcadas en una historia geomorfológica sencilla que comienza en el último máximo glacial (Pleistoceno superior) y acaba con las fases glaciares más recientes (Pequeña Edad del Hielo). Por último se presentan algunas actividades didácticas relacionadas con el glaciario pirenaico.

ABSTRACT

Many pyrenean landscapes are mainly the result of glacial activity during the last glaciation. The main glacial landforms (cirques, glacial overdeepened basins, glacial troughs, tills and moraines, etc.) are described, following a simple geomorphological history from the last glacial maximum (Upper Pleistocene) to the latest glacial phases (Little Ice Age). Moreover, some didactic activities related with the pyrenean glacialism are presented.

Palabras clave: Glaciar, Cuaternario, Pirineos, Actividades didácticas.

Keywords: Glacier, Quaternary, Pyrenees, Didactic activities.

INTRODUCCIÓN

Los Pirineos constituyen la cordillera de la península Ibérica donde el glaciario cuaternario alcanzó su mayor expresión y desarrollo debido a dos factores: en primer lugar, su septentrionalidad (los Pirineos están situados a una latitud comprendida entre 42 y 43°N) y, en segundo lugar, su altitud (numerosos macizos tienen cumbres que sobrepasan los 3000 metros de altura, culminando en el pico de Aneto, de 3404 m) (Figura 1).

Los estudios sobre el glaciario pirenaico, iniciados a finales del siglo XIX, son muy abundantes y comprenden trabajos de carácter local y regional, estudios de carácter temático y trabajos de síntesis. Entre estos últimos puede destacarse el libro editado por Martí Bono y García Ruiz (1994) que incluye, entre otros trabajos, una síntesis cartográfica del glaciario surpirenaico oriental (Serrat *et al.*, 1994) y un resumen de los rasgos fundamentales del glaciario Cuaternario en el Pirineo aragonés (García Ruiz y Martí Bono, 1994). Recientemente, Calvet (2004) ha publicado un trabajo de síntesis donde resume la cronología y las principales características del glaciario cuaternario en ambas vertientes de los Pirineos e incluye, además, una completa y actualizada bibliografía.

El presente trabajo no pretende sintetizar de manera exhaustiva el conocimiento que se tiene actualmente sobre el glaciario pirenaico. Por el contra-

rio, el objetivo principal es presentar de una forma muy sencilla y ordenada los principales aspectos del glaciario pirenaico, a modo de historia geomorfológica. Esta historia, escrita con un lenguaje de carácter divulgativo, asequible a un lector no especializado, puede constituir el núcleo al que se añadan, de manera contextualizada, los datos que proporcionen tanto la lectura de la extensa bibliografía como las propias observaciones de campo (obtenidas en excursiones geológicas, turísticas o en actividades llevadas a cabo con estudiantes).

En gran parte, este artículo consiste en la traducción y adaptación de un trabajo previo (Bordo-



Fig. 1. El pico de Aneto (3404 m) y su glaciar, vistos desde la cresta de los Portillones.

Grupo RISKINAT, Dpt. de Geodinàmica i Geofísica, Universitat de Barcelona. c/ Martí i Franquès s/n; 08028 Barcelona. E-mail: jaume.bordonau@ub.edu

nau, 2005), publicado en un número monográfico sobre la geomorfología de Andorra, editado por el Centre de Recerca en Ciències de la Terra (CRECIT) del Institut d'Estudis Andorrans. En el último apartado del presente artículo se incluyen algunas propuestas de actividades que pueden realizarse bien individualmente o con un grupo de alumnos, así como diversa información que puede ser de utilidad en la preparación de las mismas.

EL RELIEVE DE LOS PIRINEOS

El relieve de los Pirineos está constituido por un conjunto de formas relacionadas con procesos geomorfológicos funcionales y, al mismo tiempo, por numerosas formas heredadas. Estas formas heredadas muestran la variabilidad, tanto espacial como temporal, de los procesos geomorfológicos. Los cambios climáticos ocurridos a lo largo del Cuaternario son la causa principal de esta variabilidad.

A modo de resumen podemos afirmar que el relieve actual de los Pirineos es el resultado de tres períodos o etapas morfogénicas con procesos y formas de modelado características:

- a) Un modelado producto de la alteración y erosión del substrato rocoso, heredado de finales del Terciario. Este modelado se originó durante el llamado "período preglaciar", un largo período erosivo de edad claramente posterior a la formación de la cordillera pirenaica y anterior a las épocas glaciares cuaternarias. Durante este período se desarrollaron extensas superficies de aplanamiento, también llamadas superficies de erosión, y se estructuró la red hidrográfica que, con numerosos e importantes retoques posteriores, perdura hasta la actualidad.
- b) Un modelado glaciar, resultado de la acción erosiva y sedimentaria de los glaciares cuaternarios. Este modelado se generó durante el llamado "período glaciar", caracterizado por la alternancia de episodios glaciares e interglaciares. El modelado glaciar es el más evidente en los sectores más elevados de los Pirineos, con circos glaciares que recortan las antiguas superficies de erosión y valles en artesa que redibujan los perfiles de los antiguos valles fluviales.
- c) Un modelado generado por procesos fluviales, periglaciares, de ladera, etc., similares a los actuales, que actuaron durante el período glaciar y que han perdurado durante el período interglaciar Holoceno, denominado también "período postglaciar". Después de la desaparición de los glaciares de los Pirineos (exceptuando los pocos que todavía persisten en los macizos más elevados, por encima de los 3000 metros), diversos procesos geomorfológicos que aún son funcionales retocaron, y retocan, el relieve de origen glaciar dando lugar al paisaje actual. Entre estos procesos destaca la dinámica periglaciar (gelifracción)

que da lugar a canchales y conos de derrubios, la dinámica nival representada por los aludes, las dinámicas fluvial y torrencial que generan llanuras aluviales y conos de deyección y, por último, los movimientos de masa que afectan a las laderas pirenaicas.

EL MODELADO GLACIAR DE LOS PIRINEOS

Un tema que ha sido ampliamente debatido por los geomorfólogos y cuaternaristas que han estudiado los Pirineos es el número de glaciaciones que han afectado la cordillera Pirenaica (Serrat, 1995): teorías pluriglaciarias que suponen la existencia de diversas glaciaciones y teorías monoglaciarias que consideran una única glaciación. La dinámica glaciar se caracteriza por el carácter acumulativo de sus formas de erosión: cualquier circo glaciar que observemos hoy en día en los Pirineos es el resultado, probablemente, de la acción erosiva de los glaciares correspondientes a diversas glaciaciones que han ocurrido a lo largo del Cuaternario, aunque los rasgos finales correspondan a los retoques producidos durante la glaciación más reciente. Del mismo modo, los depósitos glaciares correspondientes a glaciaciones antiguas pueden ser totalmente erosionados o, en el mejor de los casos, ligeramente retrabajados, por los glaciares de la última glaciación.

Los estudios más recientes sobre el glaciario pirenaico coinciden en afirmar la existencia de una última e importante glaciación en los Pirineos, durante el Pleistoceno superior, a la que pueden atribuirse las principales formas de erosión y de acumulación que se reconocen en los Pirineos. Los escasos depósitos correspondientes a glaciaciones antiguas (bloques erráticos dispersos, terrazas fluvio-glaciares elevadas, etc.) suelen presentarse aislados, carentes de un contexto geomorfológico bien definido, hecho que dificulta enormemente su estudio y la posibilidad de realizar reconstrucciones detalladas de la extensión de los glaciares que los sedimentaron.

Los momentos culminantes de la última glaciación

En los momentos culminantes de la última glaciación, la línea de equilibrio glaciar (es decir, la línea que separa las zonas de acumulación y de ablación de un glaciar) se situaba unos 1000 metros por debajo de la cota actual (aproximadamente 3000 m). Por este motivo, una parte muy importante de los Pirineos estaba ocupada por hielo, con extensas plataformas de hielo y grandes circos glaciares en los sectores más elevados que alimentaban largas lenguas glaciares que fluían por los valles. En la vertiente septentrional de los Pirineos, las principales lenguas glaciares llegaban a cotas relativamente bajas, inferiores a 400 metros, y formaban extensos lóbulos de piedemonte en la cuenca de Aquitania. Los cuatro glaciares principales del Ariège, Garona, Gave d'Ossau y Gave de Pau tenían unas longitudes respectivas de 52, 66, 38 y 52 kilómetros. En la vertiente meridional de los Pirineos, los glaciares de valle tenían una longitud menor: entre 35 y 36 kiló-

metros en los glaciares del Gállego, del Esera y de la Gran Valira; poco más de 25 kilómetros en los glaciares de la Noguera Ribagorçana y del Querol, y un máximo de aproximadamente 50 kilómetros para el glaciar de la Noguera Pallaresa, el más extenso de todos.

La disimetría en los glaciares de ambas vertientes de los Pirineos puede explicarse atendiendo al contraste orográfico (la vertiente norte de los Pirineos es mucho más abrupta que la vertiente sur), al diferente grado de insolación y, finalmente, a las mayores precipitaciones registradas en la vertiente norte de los Pirineos, más expuesta a las borrascas atlánticas, en relación con las de la vertiente sur, más seca y con una mayor influencia mediterránea.

Los grandes glaciares pirenaicos modelaron los rasgos fundamentales del relieve que observamos en la actualidad. Como resultado de su acción erosiva se generaron las principales formas glaciares que son evidentes en el paisaje: circos glaciares con cubetas de sobreexcavación desarrolladas en sus fondos (actualmente ocupadas por lagos o, en algunos casos, totalmente colmatadas de sedimentos) (Figura 2); valles glaciares con un perfil transversal en artesa y con grandes cubetas (colmatadas en la actualidad) de sobreexcavación glaciar (Benasque en el valle del Esera, Bono en la Noguera Ribagorçana, Barruera en la Noguera de Tor, Esterri d'Àneu en la Noguera Pallaresa, la mayor de todas ellas con una profundidad que alcanza los 400 metros, etc.). A estas macroformas de erosión glaciar hay que añadir todo un conjunto de formas menores, evidentes en todos los sectores antiguamente ocupados por glaciares: superficies rocosas con muestras de pulido glaciar, estrías y acanaladuras, rocas aborregadas, etc.

Los materiales erosionados y transportados por los glaciares se acumularon formando las morrenas, que pueden ser frontales (situadas al frente del glaciar y que permiten determinar la máxima extensión alcanzada por la lengua glaciar) o laterales (situadas en el margen del glaciar y que permiten determinar el espesor de hielo de la lengua glaciar) (Figura 3). La mayor parte de los glaciares de la vertiente meridional de los Pirineos quedaron



Fig. 2. Circo y lago de Cregüña, en el macizo de la Maladeta, vistos desde el collado Maldito.



Fig.3. Morrenas laterales del antiguo glaciar de Remáscaro, afluente del Esera, en las inmediaciones de Cerler.

confinados en el interior de la cordillera, en valles estrechos donde las condiciones topográficas no favorecieron la construcción de grandes complejos morrénicos terminales. Por otra parte, los posibles arcos morrénicos que pudieran haberse formado habrían sido erosionados por la acción de las aguas torrenciales después del retroceso y desaparición de los glaciares. Hay algunas excepciones notables, como la secuencia de morrenas frontales en el valle del río Aragón o el complejo morrénico de Puigcerdà, en el valle del Querol. Los cordones morrénicos laterales, en cambio, son bastante frecuentes y permiten reconstruir lenguas glaciares con espesores de hielo que pueden superar los 500 metros. Como ejemplo pueden citarse las morrenas laterales de Engolasters (Gran Valira, Andorra), Senet (Noguera Ribagorçana), Cerler y Chía (Esera), Vió y Fragén (valle del Ara), etc.

Los sedimentos que forman las morrenas, resultado de la erosión, el transporte y la sedimentación por parte de un glaciar, se denominan tills. Los tills pueden clasificarse, atendiendo a la posición que ocupan en relación al glaciar que los sedimentó, en tills supraglaciares y subglaciares, siendo éstos últimos los más abundantes y característicos. Los tills subglaciares son sedimentos que no presentan clasificación, constituidos por clastos muy heterométricos (desde gravas a grandes bloques) incluidos en una matriz que suele ser lutítica (arcillas y limos) y, en algunos casos, arenosa. Los clastos suelen presentar formas afacetas y estrías (más frecuentes en determinadas litologías como, por ejemplo, los esquistos). La matriz presenta, generalmente, un elevado grado de compactación debido a la presión ejercida por la masa glaciar. La fábrica de los tills subglaciares está generalmente soportada por la matriz (los clastos están englobados en la matriz sin tocarse entre sí). Los afloramientos de tills son muy abundantes en todos los valles pirenaicos y pueden encontrarse tanto ocupando el fondo de antiguos valles y circos glaciares como tapizando las laderas.

Los grandes glaciares que circulaban por los principales valles pirenaicos obstruyeron el drenaje

de diversos valles tributarios, algunos desprovistos de glaciares y otros ocupados por pequeños glaciares desconectados de la lengua principal. De esta manera se formaron unos lagos yuxtaglaciares, situados en los márgenes de un glaciar, que actualmente están totalmente colmatados por sedimentos glaciolacustres (lutitas y arenas finamente laminadas). Estos complejos glaciolacustres son bastante frecuentes en los Pirineos y pueden destacarse, por la calidad de los afloramientos y la fácil accesibilidad, los complejos de Llestui (Figura 4), en el valle de la Noguera Ribagorçana, Cerler (valle del Esera) y Linás de Broto (valle del Ara).



Fig.4. El complejo glaciolacustre yuxtaglaciario de Llestui, en el valle de la Noguera Ribagorçana. A la izquierda y en el centro de la fotografía se observan los depósitos aluviales y glaciolacustres. A la derecha se observan los tills que constituyen la morrena lateral del antiguo glaciar de Llauset.

La deglaciación

Después de los momentos culminantes de la última glaciación descritos hasta ahora tuvo lugar un proceso generalizado de deglaciación; es decir, de retroceso de los glaciares hasta su total desaparición (exceptuando los pocos que aún persisten en los macizos pirenaicos más elevados). De todas formas, este período de retroceso glaciar se vio interrumpido por algunos períodos, de corta duración, de estabilización e incluso de ligero avance de los glaciares, evidenciados por diversas morrenas frontales y laterales, generalmente muy bien conservadas. La posición de estas morrenas permite reconstruir la extensión de los glaciares a lo largo de la deglaciación, desde pequeñas lenguas glaciares con pocos kilómetros de longitud hasta pequeños glaciares totalmente confinados en el interior de los circos. Este conjunto de morrenas son las más evidentes en las cabeceras de los valles glaciares, generalmente por encima de los 1500 metros de altura.

Durante los últimos episodios de la deglaciación también se desarrollaron glaciares rocosos, de los cuales se conservan en la actualidad sus morrenas (Figura 5). Estos glaciares rocosos son frecuentes en muchos circos por encima de los 2000



Fig. 5. Morrenas de glaciar rocoso al pie del pico del Estanyol, en la cuenca del Querol.

metros de altura, especialmente al pie de paredes rocosas orientadas al norte. La formación de glaciares rocosos obedece a una dinámica entre los procesos glaciares y periglaciares: el aporte de gelifractos (clastos procedentes de las paredes rocosas de los circos) es muy importante y el hielo que ocupa los espacios intersticiales entre los bloques hace posible el desplazamiento del glaciar rocoso, que adopta unas típicas morfologías lobulares.

Los glaciares actuales de los Pirineos, de reducidas dimensiones (con una superficie siempre inferior a 100 ha), se encuentran únicamente en los macizos más elevados de los Pirineos (Vignemale, Monte Perdido, Posets, Maladeta-Aneto, etc.), confinados en los circos rodeados por picos de más de 3000 metros. La mayoría de estos glaciares presentan unos cordones morrénicos frontales y laterales, con la morfología perfectamente conservada, separados algunos centenares de metros de los frentes glaciares actuales (Figura 6). Estas morrenas corresponden a la última pulsación fría que afectó a los Pirineos, conocida a nivel global como la Pequeña Edad del Hielo, que tuvo lugar entre los siglos XIV y XIX.



Fig. 6. Morrena de la Pequeña Edad del Hielo del antiguo glaciar de la Brecha de Rolando, actualmente reducido a un nevero-helero, en el circo de Gavarnie.

LA CRONOLOGÍA DEL GLACIARISMO PIRENAICO

El estudio geomorfológico de diversos macizos y valles glaciares de los Pirineos, y la posterior correlación entre los resultados obtenidos en todos ellos, ha permitido establecer una síntesis de las fases glaciares correspondientes a la última glaciación pirenaica. Las edades absolutas propuestas para cada fase proceden de las relativamente escasas localidades datadas. Las fases glaciares definidas por Bordonau (1992) y por Bordonau *et al.* (1992) han sido utilizadas por autores posteriores, modificando y adaptando en algunos casos la terminología. Dichas fases se mencionan también, en este mismo número, en el trabajo de Eduardo Acaso sobre el fenómeno glaciario cuaternario en la península Ibérica.

Un tema muy debatido es la edad del último máximo glaciario pirenaico. Hasta el momento se han propuesto diversas edades: entre 50.000 y 70.000 años; entre 45.000 y 50.000 años; anterior a 38.000 años. En cualquier caso, todas estas edades propuestas implicarían un claro diacronismo con respecto al máximo glaciario a nivel global, establecido entre los 18.000 y 20.000 años (Gillespie y Molnar, 1995).

En muchos casos, las edades obtenidas mediante dataciones absolutas pueden mostrar un claro envejecimiento, proporcionando edades superiores a las reales. A modo de ejemplo se puede presentar el caso del complejo glaciolacustre yuxtaglaciario de Llestui (Figura 4), en el valle de la Noguera Ribagorçana. Dicho complejo, como se ha descrito con anterioridad, se formó como resultado de la obstrucción del drenaje de un valle tributario por parte del glaciar que fluía por el valle principal. Este tipo de complejos sedimentarios son característicos de la llamada *Fase de estabilización post-máximo*, que siguió al último máximo glaciario pirenaico. Las dataciones obtenidas por Vilaplana (1983) en los sedimentos de Llestui (edades anteriores a 31.500 y a 34.000 años ^{14}C BP) sirvieron a Bordonau (1992) para atribuir a la *Fase de estabilización post-máximo* una edad comprendida entre 31.000 y 45.000 años. Sin embargo, la toma de nuevas muestras en la misma localidad y el tratamiento analítico de las mismas, evitando al máximo la contaminación (envejecimiento) por carbono inorgánico, proporcionó edades comprendidas entre 18.000 y 21.000 años ^{14}C BP (Bordonau *et al.*, 1993), poniendo en entredicho algunas de las afirmaciones hechas con anterioridad sobre la cronología glaciario pirenaica.

Recientemente, Pallàs *et al.* (2005 *submitted*) han llevado a cabo una revisión crítica de las dataciones de las distintas localidades pirenaicas citadas en la literatura. En el mismo trabajo se presentan también nuevas dataciones obtenidas mediante isótopos cosmogénicos (^{10}Be) en bloques morrénicos y rocas aborregadas del valle de la Noguera Ribagorçana.

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS EN RELACIÓN AL GLACIARISMO DE LOS PIRINEOS

Las actividades que pueden realizarse en los Pirineos, tanto individualmente como con un grupo de alumnos, son muy numerosas. Seguidamente se presentan algunas de estas actividades que consisten, principalmente, en la realización de excursiones y visitas que tratan específicamente la temática glaciario.

Itinerarios geológicos

Los itinerarios geológicos referidos a la temática glaciario que pueden realizarse en los Pirineos son muy abundantes. En casi todos los valles pirenaicos hay afloramientos, itinerarios y paisajes que merecen una visita. La preparación de cualquier itinerario es más fácil si se dispone de una guía donde se especifiquen las paradas, los objetivos y las principales observaciones a realizar en cada una de ellas, etc. La mayor parte de guías editadas corresponden a itinerarios realizadas en el marco de reuniones y congresos científicos tanto de carácter nacional como internacional. En bastantes casos, el grado de detalle y la complejidad del texto y de las figuras contenidas en estas guías dificulta su uso y exige una labor previa de simplificación y adaptación antes de poder ser usadas por un público no excesivamente especializado.

La guía *Geopirineos*, editada por Brusi (2000) con motivo de una excursión organizada por la AEPECT (Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra), presenta una introducción general sobre la geología y la geomorfología pirenaicas, así como diversos itinerarios geológicos bien detallados. Los itinerarios que tratan aspectos relacionados con el glaciario se desarrollan en las comarcas de la Alta Ribagorça (valles de la Noguera Ribagorçana y de la Noguera de Tor), Val d'Aran (valle de la Garona) y Pallars Sobirà (valle de la Noguera Pallaresa). Esta guía, tal como reseña Meléndez (1999), tiene un gran valor pedagógico y puede ser de gran utilidad, por su sencillez y su rigor, para cualquier docente que organice una excursión geológica por este sector del Pirineo.

Actividades en el Parque Natural Posets-Maladeta

El Parque Natural Posets-Maladeta, con una extensión de poco más de 33.000 ha, incluye unos de los paisajes de origen glaciario más espectaculares de los Pirineos, en las cabeceras de los valles de los ríos Cinqueta, Esera y Noguera Ribagorçana.

En la población de Erise se encuentra el Centro de Visitantes de los "Monumentos Naturales de los Glaciares Pirenaicos". Dicho centro acoge una exposición permanente con maquetas, animaciones y diversos elementos museográficos que tratan de los siguientes temas: ¿Qué es un glaciar?, ¿Cómo es el paisaje glaciario?, ¿Cuáles son los problemas relacionados con el cambio climático? ¿Qué podemos hacer por los glaciares?, etc. Además de la exposición permanente también dispone de un audiovisual sobre las características y los valores de este singular espacio

protegido. El Centro, además de diversos folletos informativos, cuenta con una guía didáctica relacionada con el audiovisual. Esta guía incluye diversas informaciones, acompañadas de actividades sencillas, para enseñar cómo son y cómo funcionan los glaciares, así como algunas propuestas que invitan a reflexionar sobre la naturaleza y a actuar individualmente y en grupo en la mejora del medio ambiente.

El Centro de Visitantes de Eriste, además de la atención a visitantes y turistas, ofrece un programa educativo para escolares durante el período lectivo y visitas con grupos organizados que lo soliciten. Para mayor información se puede llamar al teléfono del Centro (974 55 17 24); las reservas para grupos deben realizarse a través del teléfono de SEO/Bird-Life (976 27 76 38).

Además del Centro de Eriste, dedicado íntegramente a la temática glaciaria, el Parque Natural cuenta con otro Centro de Visitantes en las inmediaciones de Benasque (teléfono 974 55 20 66) con una exposición permanente que recoge los cuatro grandes ambientes que existen en el Parque (roca, hielo y nieve; pastizales y praderas; bosque de alta montaña y los valles habitados) y una sala audiovisual sobre el Parque.

En el ámbito del Parque Natural Posets-Maladeta se pueden realizar numerosas excursiones para reconocer el modelado glaciario cuaternario y los glaciares actuales. Uno de los itinerarios más sencillos y con un gran valor didáctico es el denominado "Sendero Geomorfológico de Aiguallut" (Figura 7). Dicho sendero, bien balizado en todo su recorrido y con algunos paneles informativos (no siempre bien conservados), parte del aparcamiento (accesible en autocar) de la Pleta de la Sarra (1725 m) y, después de pasar por el Espital de Benás (Hospital de Benasque) y la Besurta, conduce hasta el Pllan y Forau de Aiguallut (2000 m). La duración del recorrido (ida) es de aproximadamente 2 horas y el grado de dificultad es fácil en épocas en que está desprovisto de nieve. Para mayor información sobre este itinerario y las condiciones de accesibilidad puede consultarse la página web de la Oficina de Turismo y Cultura de Benasque (<http://www.turismobenasque.com/>). La información de carácter geológico



Fig.7. Llano d'Aigualluts, en el valle del Esera, con el pico de Aneto al fondo. El llano de Aigualluts constituye una antigua cubeta lacustre totalmente colmatada de sedimentos

contenida en dicha página es muy simple y contiene algunos errores, por lo que se recomienda consultar la bibliografía sobre este sector (García Ruiz *et al.*, 1992; Copons y Bordonau 1994, 1997).

Actividades organizadas por la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona

La Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona organiza diversas actividades dirigidas a los alumnos de secundaria y bachillerato. Una actividad destacada es la organización de excursiones geológicas, preparadas y dirigidas por profesores de la Facultat, que se realizan junto con el profesorado de bachillerato y sus alumnos. En la preparación de las excursiones se han tenido en cuenta los programas de las materias y asignaturas de bachillerato con contenidos geológicos. Cuando se programa una excursión, el profesor responsable facilita al profesor de bachillerato un dossier con material pedagógico e información adicional (material gráfico, explicación de conceptos y de actividades a realizar en el campo, bibliografía, etc.) que ayuda a preparar previamente la excursión desde el centro de secundaria, a mejorar el rendimiento general durante la excursión que se llevará a cabo, y a facilitar que el profesorado de secundaria y bachillerato pueda repetir la excursión por su cuenta en cursos posteriores, con las modificaciones y mejoras que crea oportunas.

Cada curso se propone un total de diez o doce excursiones que cubren una temática muy variada. Los aspectos relacionados con el relieve y el glaciario de los Pirineos son objeto de la excursión "Las huellas de los antiguos glaciares en el macizo del Carlit". Los objetivos generales de esta excursión son el reconocimiento de las formas de erosión y de sedimentación de origen glaciario (Figura 5), la reconstrucción de los antiguos glaciares cuaternarios y la aplicación de los registros geomorfológicos para la caracterización de los cambios climáticos. El buen estado de conservación de las formas y depósitos de origen glaciario (Viers, 1961) y la facilidad de los accesos hacen del macizo del Carlit, en la cuenca del río Querol, una zona con un potencial didáctico muy elevado.

Los centros interesados en alguna de las excursiones geológicas propuestas deben rellenar el correspondiente formulario de inscripción. Para mayor información e inscripciones se puede consultar la página web de la Facultat de Geologia (<http://www.ub.edu/geologia/>) o directamente la sección dedicada a los Centros de Secundaria (<http://www.ub.edu/csecundaria/geologia/index.htm>).

BIBLIOGRAFÍA

En este apartado se recogen únicamente los trabajos citados en el presente artículo. Para obtener un listado exhaustivo de referencias bibliográficas sobre el glaciario pirenaico pueden consultarse los trabajos de Martínez de Pisón y Antón Burgos (1981) y de Gómez Ortiz *et al.* (2001). También puede consultarse la bibliografía citada en el trabajo de Calvet (2004) y en los distintos artículos

contenidos en la libro editado por Martí Bono y García Ruiz (1994).

Bordonau, J. (1992). *Els complexos glàcio-lacustres relacionats amb el darrer cicle glacial als Pirineus*. Geofoma Ediciones, Logroño, 251pp.

Bordonau, J. (2005). El relleu i el modelat glacial als Pirineus. *Horitzó*, 8: 15-22.

Bordonau, J., Serrat, D. y Vilaplana, J.M. (1992). Las fases glaciares cuaternarias en los Pirineos. En: Cearreta, A. y Ugarte, F.M. (eds.): *The late Quaternary in the western Pyrenaen Region*. Serv. Ed. Univ. País Vasco, Bilbao, pp.303-312.

Bordonau, J., Vilaplana, J.M. and Fontugne, M. (1993). The glaciolacustrine complex of Llestui (Central Southern Pyrenees): A key-locality for the chronology of the last glacial cycle in the Pyrenees. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t.316, Série II: 807-813.

Brusi, D. (ed.), Domingo, M. (coord.), Bordonau, J., Ambrós, S., Pèlach, A., Soriano, J.M., Molina, D., Pocolí, A., Millán, H., Molina, E., Lacasa, A., Martínez, A., Mata, R., Espuny, J., Rispa, J.M. y Vehí, M. (2000). *Geopirineos. Espacios naturales y Geología pirenaica. Sector central y centrooriental*. Monografías de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT), 126pp.

Calvet, M. (2004). The Quaternary glaciation of the Pyrenees. En: Ehlers, J. and Gibbard, P.L. (eds.): *Quaternary Glaciations - Extent and Chronology. Part I: Europe*. Elsevier B.V., pp.119-128.

Copons, R. y Bordonau, J. (1994). La Pequeña Edad del Hielo en el Macizo de la Maladeta (Alta Cuenca del Ésera, Pirineos Centrales). En: Martí Bono, C. y García Ruiz, J.M. (eds.): *El Glaciarismo Surpirenaico: Nuevas Aportaciones*. Geofoma Ediciones, Logroño, pp.111-124.

Copons, R. y Bordonau, J. (1997). El último ciclo glacial (Pleistoceno superior - Holoceno) en el Macizo de la Maladeta (Pirineos Centrales). *Rev. Soc. Geol. España*, 10 (1-2): 55-66.

García Ruiz, J.M., Bordonau, J., Martínez de Pisón, E. y Vilaplana, J.M. (1992). *Mapa geomorfológico de Benasque (M.T.N. 180) (Huesca-Lleida)*. Geofoma Ediciones, Logroño, Memoria 39pp. + 1 mapa a escala 1:50.000.

García Ruiz, J.M. y Martí Bono, C.E. (1994). Rasgos fundamentales del glaciarismo Cuaternario en el Pirineo aragonés. En: Martí Bono, C. y García Ruiz, J.M. (eds.): *El Glaciarismo Surpirenaico: Nuevas Aportaciones*. Geofoma Ediciones, Logroño, pp.17-31.

Gillespie, A. and Molnar, P. (1995). Asynchronous maximum advances of mountain and continental glaciers. *Reviews of Geophysics*, 33, 3: 311-364.

Gómez Ortiz, A., Martí Bono, C. E. y Salvador Franch, F. (2001). Evolución reciente de los estudios de Geomorfología glacial y periglacial en España (1980-2000): balance y perspectivas. En: Gómez Ortiz, A. y Pérez González, A. (eds.): *Evolución reciente de la Geomorfología española (1980-2000). Aportación española a la V Conferencia Internacional de Geomorfología (Tokyo, 2001)*. Sociedad Española de Geomorfología y Servei de Gestió i Evolució del Paisatge (UB), Barcelona-Madrid, pp.139-184.

Martí Bono, C. y García Ruiz, J.M. (eds.) (1994). *El Glaciarismo Surpirenaico: Nuevas Aportaciones*. Geofoma Ediciones, Logroño, 142pp.

Martínez de Pisón, E. y Antón Burgos, J. (1981). Repertorio bibliográfico sobre morfología glacial de la península Ibérica. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 7: 3-49.

Meléndez, G. (1999). Reseñas de libros: Geopirineos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7, 2: 165-168.

Pallàs, R., Rodés, A., Braucher, R., Carcaillet, J., Ortuño, M., Bordonau, J., Bourlès, D., Vilaplana, J.M., Masana, E. and Santanach, P. (2005 *submitted*). The late Pleistocene and Holocene glaciation in the Pyrenees: New evidence from ¹⁰Be exposure ages, Noguera Ribagorçana Valley, south-central Pyrenean range. *Quaternary Science Reviews*.

Serrat, D. (1995). El relleu dels Pirineus. Una serralada emergint del mar; l'aigua i el gel reduint les muntanyes. *Terra. Revista Catalana de Geografia, Cartografia i Ciències de la Terra*, 10, 25: 16-23.

Serrat, D., Bordonau, J., Bru, J., Furdada, G., Gómez, A., Martí, J., Martí, M., Salvador, F., Ventura, J. y Vilaplana, J.M. (1994). Síntesis cartográfica del glaciarismo surpirenaico oriental. En: Martí Bono, C. y García Ruiz, J.M. (eds.): *El Glaciarismo Surpirenaico: Nuevas Aportaciones*. Geofoma Ediciones, Logroño, pp.9-15.

Viers, G. (1961). Le glaciaire du Massif du Carlit (Pyrénées-Orientales) et ses enseignements. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 32: 5-33.

Vilaplana, J.M. (1983). Quaternary Glacial Geology of Alta Ribagorça Basin (Central Southern Pyrenees). *Acta Geològica Hispànica*, 18, 3/4: 217-233. ■