

## LA DETERMINACIÓ CRISTAL·LOGRAFICA DELS MINERALS PETROGRAFICS

EN l'estudi mineralògic de les roques, la investigació cristal·logràfica de l'orientació de les seccions dels diversos cristalls que es presenten en les preparacions examinades al microscopi, rep cada dia més importància. Aquesta orientació té una gran valor en l'estudi de les constants òptiques i en la determinació de les espècies mineralògiques.

Com diu WALLERANT, ja THOULET, en 1878, resolgué el problema en el cas particular de cristalls d'una espècie determinada, que presentin dos sistemes d'exfoliacions i les seccions dels quals formin part d'una zona coneguda. El mentat autor calculà els angles que els plans d'exfoliació principals dels piroxens, dels anfíbols i dels feldespats formen en les diverses zones principals, i dressà taules que permeten deduir l'orientació de les seccions per medi dels angles de les exfoliacions, sempre que la zona a la qual pertanyen sigui coneguda. Una modificació del mètode proposat per WERTHEIM li permeté de mesurar els angles sòlids dels cristalls microscòpics, a base de la resolució trigonomètrica dels triangles rectangles formats per les cares i llur altura, amidada mitjançant el vis micromètric del microscopi. Aquest mètode fou indicat per FOUQUÉ i MICHEL-LÉVY i l'aplicà WALLERANT per determinar la posició dels plans de macla en les preparacions microscòpiques. Els resultats de THOULET, combinats amb les constants òptiques, han estat també adoptats per MICHEL-LÉVY en la investigació dels minerals petrogràfics, tant senzills com maclats.

WALLERANT, generalitzant els estudis de THOULET, ha indicat una sèrie de mètodes concrets a fixar l'orientació de les seccions, els quals, però, són de difícil aplicació: es dibuixen, en projecció estereogràfica, les corbes de

birefringència d'igual extinció i d'angles d'exfoliació d'identíc valor que el de la secció; llur intersecció ens dona la posició cercada.

Posteriorment, en 1901, SOUSA-BRANDAO, ha resolt el problema de l'orientació d'una secció qualsevol d'un mineral contingut en una preparació d'una roca, seguint mètodes matemàtics, els quals, tot i semblar complicats i de difícil aplicació, resulten senzills i elegants tantost se'ls coneix a fons. Amb aquests mètodes es fixa directament el pol d'una secció en la projecció estereogràfica del cristall, a base dels angles de les cares i de les traces determinatives. STÖBER, en 1903, després de revisar el treball el troba complicat i els resultats assolits d'una precisió dubtosa. La seva comprensió segurament hauria estat facilitada despullant-lo de l'aparell analític i matemàtic que SOUSA-BRANDAO, sens dubte per considerar-lo imprescindible per a la deducció i la comprensió de les fórmules que localitzen el pol de la secció en la projecció estereogràfica del cristall, hi desenrotlla. L'autor, per tal de donar caràcter pràctic als seus mètodes directes, matemàtics, donà un apèndix on els aplica a la determinació de les plagioclases; però, amb tot, aquests exemples són insuficients per fer-se càrrec complet del mètode, si no es dominen abans les circumstàncies que presideixen l'aplicació de les fórmules.

Nosaltres ens proposem d'adaptar els mètodes de SOUSA-BRANDAO a la investigació petrogràfica i donarem una sèrie de figures i consideracions originals que facilitaran llur comprensió i aplicació.

En el nostre treball doctoral: "*Nuestros métodos estereográficos de determinación cristalográfica de los minerales de las rocas en preparación microscópica*", exposarem, d'una

manera general, *mètodes gràfics* basats en la projecció estereogràfica, pels quals el pol de la secció es localitza en la intersecció de diverses *corbes determinatives*; d'aquestes, algunes són noves i altres isogones poc conegudes i emprades: isogones de traces, isocromàtiques, isotaques, isogires i isogones d'extinció, les quals, en les investigacions petrogràfiques, poden donar bon resultat. Aquests mètodes indirectes són de gran aplicació quan els pols pertanyen a una zona determinada. Les corbes que hom fa servir són: corbes d'angles de traces, de birefringència, d'isogires centrals i d'extinció, que ofereixen per a cada secció, representades per diàmetres, valors característics. La majoria d'aquestes corbes foren emprades per primera vegada.

En els cristalls maclats, així com també en seccions zonars, una mateixa secció ofereix diverses corbes determinatives d'identica espècie, que hom pot denominar *conjugades*: isocromàtiques conjugades, etc. El fenomen de la il·luminació comuna de les seccions maclades ha permès d'establir una sèrie de corbes determinatives de primera importància, algunes no ideades encara: corbes isogones d'il·luminació i d'igual intensitat, corresponents a seccions qualsevulles i corbes d'il·luminació comuna i d'intensitat, en seccions zonars.

\* \* \*

La *determinació directa de l'el·lipsoide òptic* i de la seva *orientació en la secció* i, per tant, en el cristall, ha estat, fins fa poc temps, gairebé no realitzada, puix que no es podia precisar l'orientació de les seccions dels minerals petrogràfics.

En una preparació d'una roca, un mateix mineral, i per consegüent també l'el·lipsoide òptic que tanca, es presenta tallat segons plans diversos. D'ací que la identificació del mineral s'hagi fet, sovint, per la investigació de les constants indispensables, les de més fàcil determinació, en les seccions que millor s'hi presenten, les quals constants, en certes ocasions, es poden conèixer aproximadament. La impossibilitat en què, actualment, ens trobem de de-

terminar directament els índexs de refracció dels minerals petrogràfics amb la precisió indispensable i amb la comoditat que requereixen aquesta mena d'investigacions, obliga a deduir l'el·lipsoide per mètodes indirectes: investigació del signe òptic, valor de l'angle dels eixos òptics, de la birefringència i angle màxim d'extinció d'una zona important. Cal remarcar que totes aquestes constants podrien ésser deduïdes directament del valor dels índexs, si aquests fossin ben determinats; actualment, però, llur valor aproximada sols serveix a coòperar a la caracterització del mineral.

L'*orientació de l'el·lipsoide òptic* respecte de les cares determinatives pot ésser fixada per mètodes directes i indirectes.

Pels *mètodes directes* s'adopta la fórmula de MALLARD, la qual determina l'orientació de les direccions principals de l'el·lipsoide en la mateixa secció; el pla d'aquesta correspon, generalment, amb el pla de projecció.

Pels *mètodes indirectes*, seguint investigacions estauroscòpiques i de retards o birefringències. Els *mètodes estauroscòpics*, poden ésser estereogràfics o matemàtics. A SOUSA-BRANDAO és deu, especialment, l'aplicació en Petrografia dels *mètodes matemàtics estauroscòpics d'orientació òptica*. BEREK els seguí i desenrotllà en els moderns mètodes petrogràfics de FEDEROW. Nosaltres hem donat a conèixer *mètodes gràfics*, molt preferibles als altres en les investigacions petrogràfiques. Els mètodes per determinació de retards o birefringències permeten també fixar l'orientació de l'el·lipsoide i foren explanats en el nostre treball doctoral esmentat; posteriorment, BEREK n'ha tret un gran partit en altres aspectes de la investigació petrogràfica. Generalment, per aquests procediments el pla de projecció pot ésser un de general.

En certes ocasions es poden també seguir *mètodes mixtes*.

Els diferents procediments d'orientació òptica donen, a l'ensens que la posició del pla dels eixos òptics, la dels altres plans de l'el·lipsoide, el signe òptic de les seves direccions principals, el signe òptic del mineral, l'angle

del eixos òptics i l'obliquïtat de l'el·lipsoide.

En la tesi doctoral esmentada donem a conèixer els nostres *mètodes gràfics*; dels matemàtics n'han tractat diversos autors. Hem utilitzat noves corbes molt importants en la investigació de l'angle dels eixos òptics i de l'obliquïtat de l'el·lipsoide. Aquestes corbes són isogones d'extinció (funció de l'angle dels eixos òptics i d'obliquïtat de l'el·lipsoide), isogones dels eixos òptics i d'obliquïtat de l'el·lipsoide (funció de l'extinció o de la birefringència), isocromàtiques (funció de l'angle dels eixos òptics o de la obliquïtat de l'el·lipsoide).

Els mètodes esmentats eixamplen considerablement el camp d'acció de les investigacions petrogràfiques, ja que amb *una sola secció* d'un mineral d'una preparació petrogràfica, aquell pot ésser caracteritzat, donant totes les seves constants. L'estudi d'una simple secció dona l'axicitat, el signe òptic, la birefringència de totes les seccions—i, per consegüent, la màxima—el valor de l'angle dels eixos òptics i els índexs aproximats. A més, si la secció està orientada en el cristall, poden deduir-se les extincions de les diverses cares del mateix.

Finalment són diversos els camins que menen a comprovar els valors de les constants òptiques, degut a l'íntima i matemàtica relació que existeix entre tots els elements del cristall.

Nosaltres hem escollit la projecció estereogràfica pels avantatges que presenta i la seva fàcil aplicació en Petrografia.

\* \* \*

La determinació de l'orientació de les seccions i de les constants òptiques de l'el·lipsoide en *una mateixa placa mineral* pot realitzar-se amb més perfecció i elegància mitjançant els *mètodes universals* de FEDEROW. Aplicant

aquests mètodes s'obté el coneixement de l'el·lipsoide, col·locant en una *platina universal* la secció i fent-la voltar a l'entorn de dos o tres eixos, amb la qual cosa la secció es presenta en les diverses posicions possibles en l'espai, de tal manera que els raigs que procedeixen del polaritzador travessen la placa mineral seguint totes les direccions possibles de l'el·lipsoide. L'orientació de la secció pot determinar-se pels angles de la secció amb els plans d'exfoliació o de macla que presenti. L'orientació de l'el·lipsoide pels angles de les seves direccions principals respecte les cares determinatives, d'exfoliació o dels plans de macla. Amb aquests mètodes, *una sola placa mineral d'una roca ofereix totes les seccions possibles*, el què permet la determinació de les constants amb gran precisió.

\* \* \*

Estudiant *directament* altres seccions de la roca, les investigacions petrogràfiques esdevenen més completes. Amb les dades recollides es veuen *les variacions de les constants i de l'orientació de l'el·lipsoide* existents entre els diversos cristalls de la mateixa preparació, veritable *estudi dinàmic de les diverses espècies minerals de la roca*, amb el qual les investigacions petrogràfiques es vitalitzen.

*Els mètodes òptics permeten determinar la composició química dels cristalls i llurs variacions*, en la mateixa roca, per l'íntima relació que existeix entre les constants òptiques dels cristalls i llur composició química.

Veus ací una de les investigacions més interessants que permet el coneixement de les constants òptiques dels minerals petrogràfics, els quals mètodes de treball hem procurat analitzar somerament en aquest article.

DR. J. MARCET I RIBA