

S. BONATTI

« LE GEMME »

Conferenza tenuta a Milano il 18 Aprile 1959

Questa mia conversazione ha per argomento « le gemme » ma voglio senz'altro sfrondare di tutta la sua pretenziosità questo titolo così generico che potrebbe far credere vi sia in me l'illusione di poter nel breve volgere di quest'ora riassumere, sia pur rapidamente, anche solo gli argomenti essenziali riguardanti le pietre preziose. La « gemmologia » cioè la « scienza delle gemme » specialmente in questi ultimi anni si è così ampiamente sviluppata come ramo di scienza applicata a sè stante, facendo suoi capitoli spesso astrusissimi della giacimentologia, della mineralogia morfologica ed ottica, della fisica, della chimica, delle scienze economiche, ecc. ecc. che vano sarebbe tentare una sintesi che possa esser diciamo così « panoramica » di questo poetico ma tanto vasto ramo delle conoscenze umane. Unico e ambito scopo di questo mio dire trattare brevemente di alcuni singoli argomenti, riguardanti le gemme, che a me son sembrati degni di essere ricordati o perchè, benchè importanti, non notissimi, o perchè, sebbene non essenziali, comunemente più trascurati di quanto non meritino.

E mi sia permesso incominciare ripetendo la bella definizione delle « pietre preziose » che tre secoli fa dava Anselmo de Boot, così compiutamente perfetta che il nostro compianto Piero Aloisi volle proprio con questa iniziare quel suo libro, « Le gemme », splendido per abito, per dottrina e per bellezza di stile, cosicchè, sebbene ormai superato da trattati più ampiamente illustrativi, ha sempre un posto di affettuoso privilegio nella biblioteca e nel cuore di tutti i mineralisti italiani.

Anselmo de Boot dice: « Bisogna dunque stabilire come definizione della pietra preziosa, che essa è una pietra piccola, rara, dura e che ha ereditato dalla natura il nome di bella ».

« *Piccola, rara e con fama di bella . . .* » non mi soffermo su questi attributi per i quali, invece, il letterato, il poeta, avrebbero fatto vibrare le corde più preziose della loro cetra . . . , come arido mineralista voglio

invece cercare di mettere bene a fuoco l'altra proprietà essenziale per le gemme « la durezza ». Tutti sanno che le gemme debbono esser dure inquantochè l'usura alla quale vengono sottoposte soprattutto a causa del contatto col pulviscolo atmosferico, con la comune polvere, porta alla perdita di vivezza degli spigoli e di lucentezza delle facce. A esclusione del diamante nessuna gemma sfugge a questa usura; anche le varie gemme del corindone, il rubino ad esempio, che pure occupano il penultimo posto nella scala di Mohs, dopo anni di uso quotidiano rivelano anche a occhio nudo di aver perso la loro freschezza.

Lo smeraldo, che pure è gemma preziosissima, ha durezza relativamente bassa (7,5) e quindi per conservare in pieno la sua bellezza richiede di esser rilucidato abbastanza frequentemente. In gioielleria non sono più considerate gemme le pietre con durezza inferiore a sei, il che equivale a dire, avendo il vetro durezza cinque, che tutte le gemme debbono rigare con facilità il vetro comune. Vi sono quindi minerali che pur avendo ogni altro carattere ottimo per dare bellissime gemme non possono essere usate come tali avendo scarsa durezza. La crocoite ad esempio (Pb Cr O_4) spesso ben trasparente, di un vago colore giallo-arancio, ha indici di rifrazione eguali e superiori a quelli del diamante e, come questo, dispersione fortissima per i varî colori. Ma ha durezza 2,5, meno della calcite, del marmo per intendersi, ed è quindi irremediabilmente relegata a brillare solo negli scaffali delle collezioni mineralogiche. Lo smeraldo, che divide col diamante e il rubino la più alta preziosità tra le gemme, ha in un oscuro minerale caratteristico delle steppe dei Kirghisi, il diottasio, un rivale dal color verde più bello e più intenso e con indice di rifrazione superiore. Pur avendo soltanto durezza 5 è tanta la sua vaghezza che, sia pur raramente, compare talvolta anche sui velluti delle gioiellerie. Ma l'incauto compratore non potrà godere a lungo della sua lucentezza.

Solo il diamante sfugge, ho già detto, a questo più o meno lento offuscamento per usura della gemma. Infatti è ben noto a tutti che il diamante, decimo termine della scala di Mohs, si distacca fortemente dal penultimo termine, il corindone, con un intervallo molto più ampio di quello che separa gli altri termini, intervallo incolmabile in quantochè non esistono sostanze naturali di durezza intermedia tra corindone e diamante. Solo prodotti artificiali quale il carborundum superano il corindone in durezza. Ma quale è la durezza del diamante?

Io ho fin qui nominato la scala di Mohs e fatto riferimenti ai suoi termini, non col pretenzioso preconetto che chiunque mi ascolta in questo momento debba avere un particolare corredo di cultura mineralogica. Egli è che, attraverso la mia ormai lunga esperienza didattica, so che la scala di Mohs è ben nota anche a tutti coloro che dopo le scuole secondarie, si sono dedicati a studi o attività anche molto lontani dalla mineralogia. Non credo di dire qualcosa di particolarmente peregrino, affermando che, salvo lodevolissime eccezioni, la mineralogia negli Istituti e nei Licei è insegnata poco e poco bene.

Ma la scala di Mohs sì, quella si impara sempre, anzi vorrei dire che in qualche caso la scala di Mohs è tutta la mineralogia che si identifica e si esaurisce con questa. (Non prendete però troppo sul serio le mie parole; spingo al limite una situazione che tende a questo limite pur essendone ancora, per fortuna, molto lontana).

Dunque la scala di Mohs è nota a tutti, la famosa scala di Mohs, famosa e *bistrattata*! Sì, bistrattata perchè se talvolta si vuole, sempre al di fuori delle aule universitarie, sviluppare ulteriormente la Mineralogia, allora, descritta la scala di Mohs, si aggiunge: « Ma badate bene che questa scala è una scala empirica e i varî termini sono stati presi così a caso e definiscono intervalli di durezza tra loro ampiamente variabili! ».

Vogliamo vedere se, mentre cerchiamo di puntualizzare la questione della durezza del diamante, non si possa anche riabilitare questa povera scala di Mohs, così severamente tacciata di empirismo? La durezza è una proprietà difficile sia a definire sia a determinare perchè in effetti convergono nel suo esplicarsi diversi fattori che prevalgono l'uno sull'altro più o meno a secondo del metodo scelto per la misura della durezza. Così si parla di durezza all'abrasione, alla scalfittura, alla penetrazione, ecc. Per quanto riguarda la durezza all'abrasione sono ormai classiche le determinazioni del Rosiwal (1) eseguite con polveri abrasive e basate sul calcolo del volume abraso per rendere inefficiente la polvere. Si hanno questi risultati: facendo 1.000 il valore di durezza del corindone quello del diamante risulterebbe 140.000. Questo dato significa che in effetti il diamante è 140 volte più duro del rubino? No certamente. Il metodo è ampiamente empirico (basta cambiare il liquido dell'impasto dell'abra-

(1) ROSIWAL - Verh. Geol. Reichsanst. - Wien (1916) S 117.

sivo per avere forti variazioni) ed ha solo un valore grossolanamente indicativo per il problema del taglio delle gemme in funzione degli abrasivi a disposizione dell'uomo. Il metodo della determinazione della durezza per incisione è invece molto meno inquinato da fattori diciamo così di disturbo. Da molto tempo vantaggiosamente usato per i metalli, per i minerali sembrava perder molto della sua attendibilità a causa degli effetti nocivi del fattore fragilità. Ma Bridgman, recentemente, nel 1952 ha esaurientemente dimostrato che, agendo con un penetratore, anche per i cristalli fragili la deformazione ha carattere essenzialmente plastico. Vediamo quindi cosa ci dicono i risultati di accurate esperienze recentemente eseguite sui minerali della scala di Mohs, e quindi, tra questi, anche compreso il diamante.

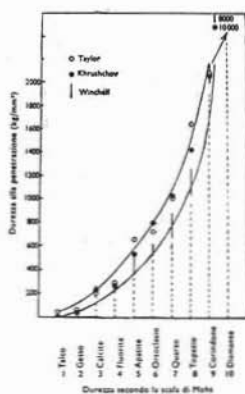


Fig 1

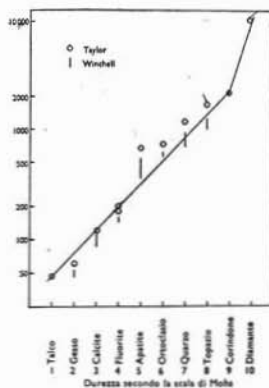


Fig. 2

Noi abbiamo qui nelle ascisse segnati i vari termini da 1 a 10 della scala di Mohs. In ordinate il valore della durezza alla penetrazione espresso come chilogrammi su millimetro quadrato. I punti bianchi e i punti neri segnano i dati ricavati da due sperimentatori con la prova di tipo Vickers, le linee i dati ottenuti con la prova Knoop. Risulta evidente che i vari termini non sono ugualmente intervallati tra loro però l'andamento della curva ci dice che ogni termine ha rispetto al precedente pressochè sempre lo stesso incremento di durezza e quindi gli intervalli sono progressivamente concordanti. Più precisamente ogni termine ha circa 1,6 volte la durezza del precedente. L'andamento è quindi logaritmico. Infatti se ripetiamo il diagramma con i valori

Kg/mm² in serie logaritmica, cioè con intervalli eguali che segnano 100, 200, 400, 800 ecc. ecco che i dati della durezza si dispongono su una retta; questa si interrompe dopo il corindone lasciando il diamante come termine aberrante della serie.

Cosa significa questo? Significa che Mohs è stato abilissimo sperimentatore e la sua mano particolarmente felice, quando basandosi unicamente sulla sensazione tattile dell'operazione di incisione, scelse i termini il più possibile regolarmente intervallati. Ma perchè in scala logaritmica?

Qui è entrato in gioco la vecchia legge psico-fisica di Weber-Fechner che le recenti ricerche elettrologiche hanno confermato in pieno: in molti processi fisiologici la risposta è proporzionale al logaritmo dello stimolo; Mohs dovette necessariamente provare molti minerali finchè si convinse di aver ottenuto la « eguaglianza di intervalli ». Il suo criterio si basava su una sensazione tattile e come tale seguiva necessariamente un tipo di legge logaritmica. Cercherò di spiegarmi meglio con un esempio. Una persona bendata richiesta di scegliere soppesandoli con la mano una serie di pesi con intervalli uguali di aumento di peso non sceglierà partendo ad esempio dal peso 2 il peso 3 il peso 4 il peso 5, ma invece il peso 2 il peso 3 il peso 4½, 6¾ ecc., cioè ogni peso starà al precedente come il secondo al primo. Conclusione per quel che riguarda genericamente la scala di Mohs: lodiamo la scala di Mohs che è una ottima scala.

E il diamante? Il diamante, e il Mohs lo sapeva benissimo ma non aveva alcun minerale che potesse colmare la lacuna, esce dalla serie. Con che valori secondo il metodo dell'incisione? Circa 10.000 rispetto al 2.000 del corindone. Pressochè cinque volte tanto. Siamo di fronte quindi a due valori molto distanti tra loro. Metodo della levigazione durezza 140 volte, metodo dell'incisione 5. Quale è la cifra giusta? Nessuna delle due, molto più vicina però la seconda. Nella taratura delle durezze avviene questo fatto particolare: con l'uso di una sostanza più dura si possono fare buoni confronti tra sostanze meno dure ma non con la sostanza campione. Da qui l'incertezza dei dati sul diamante. Ricordiamo però che sulla durezza delle sostanze si può anche speculare su base puramente teorica. I recenti studi in questo campo del Frederich portano per il diamante un valore di 2,2 volte rispetto al carborundum che porta a un valore rispetto al corindone di 3,3 molto vicino a quello sperimentale per scalfittura.

Siamo riusciti a preparare prodotti artificiali più duri del diamante? Sì, ma solo molto recentemente. L'azoturo di boro BN nella sua fase normale è esagonale con struttura simile a quella della grafite e quindi facile sfaldatura e piccola durezza. Si pensò che potesse esistere anche la modificazione cubica con passaggio analogo a quello grafite → diamante. Sotto altissima pressione la modificazione cubica dell'azoturo di boro è stata ottenuta (dalla G.E.) e ha durezza superiore al diamante. E' stato chiamato « Borazon ». Sul borazon non si hanno ancora notizie particolari.

Prima di abbandonare la durezza del diamante voglio ricordare quale particolare deformazione abbia avuto nei tempi antichi questo suo carattere che gli valse dai greci l'appellativo di « *ἀδάμας* » l'« indomabile ». Ci mostra una volta di più come la scienza antica rispetto alla moderna non solo fosse enormemente più povera di cognizioni ma usasse illogicamente anche quelle poche a sua disposizione. La constatata durezza alla scalfittura del diamante portò alla credenza, anche da parte di persone di qualificata dottrina, che fosse infrangibile all'urto. Plinio ad esempio è molto esplicito e sicuro in proposito. Questa credenza, perpetuata anche nel medioevo ed oltre, ha portato alla distruzione di diamanti alcuni dei quali dovettero essere ottime pietre, di gran valore. Valga per tutti un ricordo storico per il quale non si sa per altro quanta parte si debba alla leggenda. Carlo il Temerario, duca di Borgogna, sembra fosse un accanito collezionista di gemme e pare fosse solito portare con sé sulla sua persona i migliori pezzi della preziosa collezione. Forse per questo era chiamato il Temerario! Fatto sta id est, che alla battaglia di Granson, definitasi ormai la sconfitta dei suoi armati, da parte dei soldati svizzeri la battaglia si trasformò in una accanita caccia al Duca, non tanto per la sua illustre persona, quanto per le gemme che si sapeva avesse con sé. Carlo il Temerario scampò la pelle, ma non le gioie; fra queste vi era anche lo splendido monile del quale si conserva una riproduzione dell'epoca. Vi erano tre bellissimo balasci detti « i tre fratelli », quattro perle e un grossissimo diamante. Orbene, sembra che i soldati svizzeri messe le mani sul bottino per prima cosa fecero su molti diamanti la prova del martello con una ben triste conclusione e per i diamanti e per il buon nome di Carlo il Temerario che avrebbe sfoggiato e menato vanto di pietre fasulle!

Ma giacchè siamo venuti a parlare delle pietre preziose dell'antichità permettetemi un ultimo rilievo interessante. Le nostre conoscenze

sul mondo antico sono basate, oltre che sui reperti archeologici, soprattutto su quanto di scritto ci è stato tramandato. Quello delle pietre preziose si può dire sia stato uno degli argomenti più ampiamente trattati inquantochè oltre agli scritti specifici, diciamo così « tecnici », non v'è opera di carattere anche puramente letterario che non faccia un qualche riferimento alle gemme. Con tutto questo noi sappiamo ben poco sulle pietre preziose dell'antichità e i dati più attendibili sono i reperti archeologici. Così ad esempio siamo sicuri che gli Egiziani conoscevano gli smeraldi inquantochè ne sono stati trovati su alcune mummie egiziane. Evidentemente provenivano dai giacimenti dell'Alto Egitto (Kosseir). Ma dallo studio dei vecchi testi? Vi è un ostacolo pressochè insormontabile! La confusione dei nomi. O nomi a noi sconosciuti, o nomi simili a quelli ora usati nelle diverse lingue ma che in genere non corrispondono alla pietra indicata da noi con quel nome. Un esempio: pare che Nerone fosse molto miope. E ci dice Plinio « Nero princeps gladiatorum pugnas spectabat in smaragdo ». E' evidente però che non si trattava del nostro smeraldo. E' vero che Nerone snobbava forte, e ce lo prova l'incendio di Roma, ma non certo fino ad adoperare una pietra colorata intensamente in verde per vederci meglio!

Neppure il diamante sfugge a questa incertezza del nome. In un trattato del Mercati della fine del '500 noi troviamo una illustrazione delle forme presentate dai cristalli naturali di diamante. Non vi è dubbio che vi siano riportati anche dei banali quarzi.

Ma i dati sull'origine, le descrizioni delle proprietà dovrebbero aiutare l'identificazione? Certamente notizie del genere non mancano nei vecchi autori anzi direi ve ne sono anche troppe. Un solo altro esempio. Che pietra era la famosa « draconite »? Plinio ce ne descrive minutamente la genesi e i giacimenti: — « Nasce nel cervello del dragone » però è necessario che si decapiti il dragone vivo, altrimenti essa non « diventa mai gioia per invidia di quella bestia che si sente morire »: bisogna perciò tagliargli il capo mentre dorme —. E le proprietà? Non le ricordo con precisione ma certamente: era un ottimo antidoto contro le infedeltà femminili, e strofinato accuratamente nelle parti malate curava un mucchio di malattie.

Capite bene che tutta questa profusione e confusione di notizie non è però di troppo aiuto per il povero etimologista! E quindi noi non sappiamo cosa fosse la « draconite », e ce ne dispiace!

Perchè gli antichi usavano le gemme come medicinali e non vi era malattia che non avesse pronto come infallibile antidoto la sua

gemma. A questo proposito dirò soltanto che, dato che in ogni opera umana mai dovrebbe mancare un soffio di poesia, dobbiamo purtroppo constatare che la medicina, da questo punto di vista è in notevole regresso. Dalle belle e fulgenti gemme siamo scesi a cercare medicinali tra i sieri e le muffe! Tanto più che mi punge il sospetto che le medicine degli antichi a base di rubini e smeraldi allora fossero effettivamente ottimi rimedi e che, se oggi hanno perso la loro efficacia, sia semplicemente per un fenomeno di assuefazione analogamente a quanto sta ora succedendo per la penicillina e il DDT.

Ma ritorniamo ai tempi moderni e, soprattutto, entriamo un po' di più nell'argomento specifico delle « gemme » della pietra « preziosa ». Vorrei ora cercare di analizzare quali sono i fattori che concorrono a formare la preziosità di una pietra. Diamante, rubino, smeraldo, sono queste le gemme di più alta preziosità. Ci limiteremo quindi per evidenti ragioni di tempo a esaminare particolarmente queste tre gemme.

* * *

Il diamante - Vorrei dire che il diamante raccoglie in sé tutti i caratteri per l'alta preziosità ed è per mio conto veramente la regina delle gemme. L'unica sua posizione di svantaggio rispetto alle altre due, rubino e smeraldo, si può trovare nel fattore rarità, fattore che si esplica in questo senso: è più facile trovare diamanti molto puri e belli anche di elevata caratura che non trovare rubini e smeraldi della stessa grandezza, non dico perfetti, ma senza difetti notevoli. Nell'antichità i diamanti provenivano tutti dall'India ma attualmente, o perchè i giacimenti sono mal sfruttati o perchè in effetti vicini all'esaurimento, la produzione indiana è estremamente piccola. E siccome i maragià indiani, pur essendo la produzione caduta così in basso, hanno conservato altissima la passione per le gemme, l'India attualmente importa diamanti. Ricordiamo però come i giacimenti indiani abbiano fornito molti diamanti e di acqua purissima cosicchè ancora oggi è usata la locuzione « diamanti di cava vecchia » per indicare le pietre perfettamente incolori. Al principio del secolo XVIII (1722) furono scoperti i giacimenti del Brasile e la produzione mondiale ebbe notevole incremento; avvenuta nella seconda metà del secolo passato (1817) la scoperta dei giacimenti del Sud Africa si aprì la via allo sfruttamento delle ricchissime miniere ivi esistenti raggiungendo cifre di produzione molto

più alte che per il passato. Attualmente la produzione dei diamanti, in regime di trust, è controllata ma è difficile poter dire fino a che punto questo controllo incida deformando l'effettiva rarità del diamante. Io credo meno di quel che che non si pensi generalmente: non bisogna dimenticare che il diamante è richiesto in quantità enorme anche nelle industrie per scopi tecnici, quelli utilizzabili come gemme rappresentano un piccolo percento del totale. Non credo che dovendo estrarre i diamanti per uso industriale per i quali la domanda è fortissima si eviti di raccogliere quelli gemmiferi o che si facciano scorte sempre crescenti! Rimane però come fatto indiscusso che i bellissimi rubini e i bellissimi smeraldi sono più rari dei bellissimi diamanti. Questo fatto si rispecchia perfettamente nei prezzi con l'andamento particolare che a molti di loro è certamente noto.

Ciò però che conferisce al diamante una posizione di predominio a parer mio, anche rispetto al rubino e allo smeraldo, è il particolare comportamento ottico, comportamento che nessun'altra gemma naturale possiede in modo anche vicino. Il diamante, sia perfettamente o imperfettamente incolore, lancia intorno a sè lampi vivissimi di luce bianca alternantesi rapidamente con fulminei sprazzi rossi, gialli, azzurri, con effetto ottico inimitato. Vediamo, sia pure in breve, come ciò avvenga. E' ben noto che il diamante ha un elevato indice di rifrazione (2,37) e, quindi, un raggio luminoso incidendo obliquo sulla faccia di un brillante si deflette fortemente. Ma la proprietà che porta al particolarissimo gioco dei colori del diamante non è tanto l'elevato indice di rifrazione, ma piuttosto la forte dispersione cioè la forte differenza nella deviazione dei raggi per le varie lunghezze d'onda della luce bianca, cioè per i vari colori. Sarà più facile spiegare il fenomeno, a chi non lo conosce già perfettamente, con l'aiuto di queste figure:

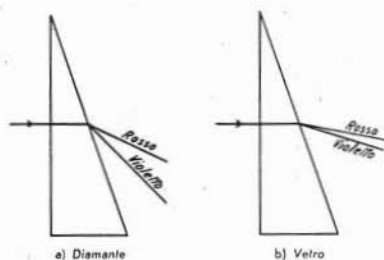


Fig. 3

In questa prima figura vediamo la diversità di comportamento del diamante rispetto al vetro.

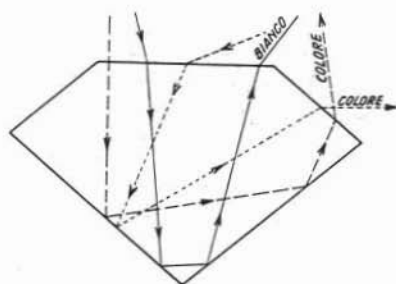


Fig. 4

In questa seconda figura vediamo ben schematizzato il gioco di luce del diamante. Si tenga presente che dato l'indice di rifrazione del diamante tutti i raggi che dall'interno del diamante incidono sulle facce con angolo (è l'angolo limite) superiore a 25° vengono riflessi e quindi non escono ma riattraversano il diamante stesso. Si tenga presente però che questo fenomeno di riflessione avviene con gli stessi valori angolari indistintamente per i vari colori che quindi non vengono dispersi. La dispersione, la separazione dei colori avviene soltanto nella rifrazione obliqua, nell'attraversamento della faccia del diamante, ed, essendo nulla per incidenze normali, aumenta proporzionalmente con l'obliquità. Seguiamo quindi l'andamento del raggio che proviene dall'esterno e che è segnato nella figura con « bianco » all'emergenza. Incide pressochè normalmente e quindi i colori si disperdono debolmente, si riflette due volte totalmente, e in questa riflessione abbiamo detto non esservi separazione dei colori, per riemergere quindi leggermente obliquo con piccola dispersione di senso opposto però a quella di entrata. Avremo quindi che la luce si mantiene bianca e il diamante per quei raggi brillerà come bianchissima stella. Seguiamo invece il cammino dei raggi segnati « colore » nella figura. Per uno di questi si ha incidenza normale, senza quindi dispersione ma l'emergenza è fortemente obliqua, per l'altro e l'entrata e l'uscita sono oblique e sommano le due dispersioni; avremo quindi forte scomposizione dei colori. Per questi due raggi il brillante lancerà sprazzi intensamente colorati alternando il rosso, il giallo, il violetto.

E' inutile ricordi come il perfetto taglio moderno del diamante sfrutti al massimo queste possibilità di riflessioni e rifrazioni cosicchè tutta la luce che penetra dalla parte superiore è riemessa scomposta o indecomposta. Nei brillanti con taglio moderno manca la piccola tavola inferiore, inutile anzi nociva al gioco di luce, che pure fino a non molto tempo fa faceva comunemente parte del normale taglio a brillante.

Un'altro fatto che porta all'elevata preziosità del diamante e lo pone in posizione di preminenza rispetto alle altre gemme, compreso il rubino e lo smeraldo, è quello di aver resistito fino ad oggi e presumibilmente di poter resistere ancora per molto tempo ai molti tentativi di sintesi atte a produrre diamanti artificiali utilizzabili come gemme. Non ho ricordato fin'ora, non ve ne era bisogno, che il diamante non è altro che carbonio, elemento abbondante in natura sotto la forma del corpo semplice grafite, esagonale, con i molti particolari aspetti che può assumere pura, in miscugli, in combinazioni. Il diamante è la modificazione polimorfa cubica del carbonio che però assume solo sotto altissime pressioni per cui anche in natura difficilmente si sono realizzate le condizioni necessarie alla sua formazione e *conservazione*. Ho detto anche *conservazione* perchè non bisogna dimenticare che se in natura, nelle viscere della terra, le temperature e le pressioni necessarie alla formazione del diamante possono realizzarsi anche con una certa frequenza, bisogna che si verifichi anche l'evento, questo veramente eccezionale anche in natura, di un repentino abbassamento dei due fattori che impedisca al diamante pre-formato di trasformarsi in grafite. Di qui la sua rarità. Da qui i molti tentativi di riproduzione artificiale fatti nel passato tra i quali notissime le esperienze del Moissan, cosicchè la sintesi del diamante del Moissan è divenuta anch'essa insieme alla scala di Mohs, cavallo di punta delle cognizioni mineralogiche nelle scuole secondarie. Io non voglio fare nè l'esposizione dei metodi, nè la critica ai risultati dei molti sperimentatori. Ricorderò solo come alcuni neghino che in queste esperienze si siano mai ottenuti veri diamanti, il che a me pare eccessivo. Ritengo che effettivamente qualche volta piccolissimi diamanti siano stati preparati. Ma, a parer mio, il lato debole di tutte queste sintesi condotte nel passato è che i diamanti, se erano diamanti, qualche rara volta saltavan fuori, più spesso no; e a noi, fedeli seguaci della metodologia galileiana, la non possibilità di ripetere « ad libitum » l'esperienza, ha sempre dato noia. Però, tra le esperienze passate, di una almeno debbo fare un breve cenno e, questo,

per questione personale. Molto nota fra i mineralisti e gemmologi, perchè riportata anche in testi e trattati, la misteriosa storia dello sconosciuto signore di Forlì che fabbricava diamanti mettendo una polverina dentro dei ditali, facendo cuocere il tutto in un forno da calce. Il fondo di uno di questi ditali è conservato nel Museo Mineralogico di Pisa postovi da Antonio D'Achiardi che lo aveva avuto dal Prof. Sestini che lo aveva avuto dal misterioso signore di Forlì. Un appunto scritto di mano di Antonio D'Achiardi dà spiegazioni in proposito. Il fondo del ditale e l'appunto scritto sono conservati nel Museo di Pisa cosicchè chi ha interesse alla cosa può esaminarli. Si vede molto bene nel fondo una lamella cristallina trasparente incolore; per conto mio non è diamante, o, se è diamante, c'è stato messo. Non mi sono mai occupato di fare verifiche che forse oggigiorno sarebbero possibili anche senza togliere il cristalletto da dove è, perchè non ho mai preso la cosa sul serio. Come vedremo tra poco, per la sintesi del diamante si potrebbe rinunciare alle temperature elevate ma non alle pressioni altissime. Per questa ragione ed altre, il ditale, il forno da calce e lo sconosciuto signore di Forlì non mi hanno mai persuaso.

Voglio invece parlarVi, sia pure in breve, delle recenti ricerche condotte dalla « General Electric Co. » che a parer mio costituiscono il primo esempio (1954) di sintesi controllata del diamante. Le difficoltà nel realizzare le condizioni necessarie alla formazione (ed anche la conservazione) del diamante sono acuite da un motivo tecnico molto semplice. Affinchè si formi il diamante occorrono temperature e pressioni altissime. L'uomo riesce facilmente ad ottenere alte temperature e, un po' meno facilmente, anche alte pressioni. Però o le une o le altre; quando si tratta di fare agire insieme le alte temperature con le alte pressioni allora insorgono difficoltà tecniche enormi. Queste difficoltà i ricercatori della General Electric Co. sono riusciti, con gran dispendio di mezzi, a superarle ed hanno condotto una serie di esperienze speculando su vasti intervalli di temperature e pressioni combinate insieme. I migliori risultati sono stati ottenuti a mille gradi di temperatura e centomila atmosfere ma nel corso delle loro esperienze sono stati superati i 2.800° ed è stata usata una pressa da 1.000 tonnellate! E la camera dove avveniva la reazione aveva le dimensioni di un piccolo pisello! Non si sa ancora con precisione quali composti carboniosi siano stati usati, è però ben certo che il procedimento ripetuto più di cento volte ha fornito sempre diamanti. Si sono ottenuti diamanti neri, dia-

manti blu, diamanti gialli. Il più grande ottenuto è una sottile lamina spessa come un foglio di carta, lungo mm. 1,6 e del peso di un decimo di carato metrico (gr. 0,02).



Fig. 5

Ecco una illustrazione tolta dal trattato della Cavenago che mostra questo diamante confrontato con una puntina di grammofono. (Farò notare che quello dell'amico di Forlì è più grande).

La General Electric Co. ha intrapreso queste ricerche non allo scopo di riprodurre artificialmente la gemma diamante. Ho già detto come il diamante sia usatissimo e per ora insostituibile in molte tecniche di grande importanza industriale. Lo scopo della General Electric Co. è di produrre diamanti per detti usi, e questo anche in funzione strategica, potendo venir precluse le fonti di rifornimento naturale. E' difficile, in campo scientifico, fare delle previsioni e quindi non si può dire se e quando la sintesi della gemma diamante sarà realizzata. Per ora, sia la piccolezza dei diamanti ottenuti, sia l'altissimo costo di produzione, sembrano mantenere ancora lontana nel tempo l'immissione, nel mercato delle pietre preziose, dei diamanti artificiali. Ciò non toglie nulla all'alto valore scientifico delle ricerche eseguite dalla General Electric Co. Noi siamo ora in possesso, con i dati precedenti e con quelli ottenuti dalla General Electric Co. del diagramma di stato del sistema grafite-diamante completo per lo meno nelle sue linee essenziali:

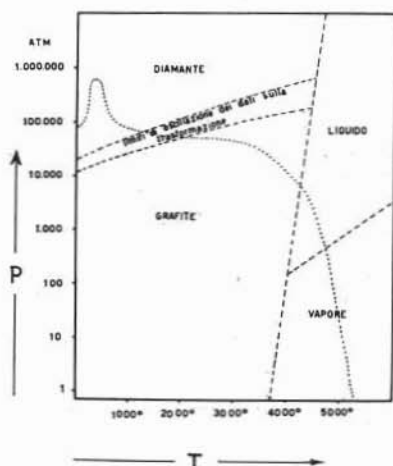


Fig. 6

* * *

Rubino - Ma passiamo al rubino, vediamo i motivi della alta preziosità. Come è ben noto il rubino è la varietà rossa del corindone (Al_2O_3) quella più pregiata tra le molte gemme date dal corindone e che sono, comunemente, distinte dall'attributo « orientale ». La intensa colorazione rossa del rubino deve esser riportata al contenuto in tracce del cromo e sembra anche del vanadio. Le proprietà ottiche del rubino non raggiungono i valori eccezionali del diamante. L'indice di rifrazione è notevolmente inferiore ($\sim 1,7$) il potere dispersivo addirittura meno di un quinto di quello del diamante. Quest'ultimo dato però perde di importanza in quanto ché, trattandosi di una pietra intensamente colorata, i giochi di luce sono legati essenzialmente alla luce rossa e non agli altri colori. Non più quindi un'ottica particolare come nel diamante e neppure particolarissima durezza. L'alta preziosità del rubino è legata invece all'associarsi delle due condizioni: la vaghezza della colorazione unita alla rarità della gemma. Sul colore non mi trattengo, tutti conoscono quale morbidezza vellutata di rosso caldo possano raggiungere i cosiddetti « rubini sangue di piccione » caratteristici soprattutto dei giacimenti Birmani (Mogouk). Dirò invece che difficilmente un rubino quasi puro (purissimi sono pressoché inesistenti) supera il peso di 2-3 carati metrici. Pietre di grandezza superiore e con gli stessi requisiti

sono veramente rarissimi. Questo fatto si rispecchia nel prezzo, mentre buoni rubini da 1 a 2 carati possono valere dalle 60.000 alle 120.000 lire al carato, le pietre da 3 o 4 carati raggiungono e superano le 500 mila lire e anche il milione al carato. I giacimenti di rubino nel mondo sono pochi e la loro singola produzione, in gemme pregiate, sempre di non grande entità. Sono pressochè gli stessi giacimenti sfruttati fin dai tempi remoti, non si è avuto cioè per i rubini quanto si è verificato per il diamante: il ritrovamento in tempi relativamente a noi prossimi di nuovi giacimenti molto ricchi per se stessi e non ancora depauperati da secoli di attività estrattive. Birmania, Siam, Ceylon, le stesse regioni che già Marco Polo e il Tavernier indicavano come luoghi di origine del rubino, sono tutt'ora la fonte più importante della produzione di queste gemme. Per il rubino non vi sono trust nè produzione controllata; i favolosi prezzi delle belle pietre sono conseguenti solo alla grande richiesta e alla produzione limitata.

La preziosità del rubino resiste anche alla concorrenza che già da molti anni i rubini preparati artificialmente dall'uomo fanno alla pietra naturale. La legge economica che preserva il rubino naturale dal deprezzamento conseguente alla presenza sul mercato di ottimi rubini artificiali è certo una legge molto complicata nè io tenterò spiegazioni in proposito. Nè molto neppure mi tratterrò sulla preparazione artificiale del rubino essendo questo ormai argomento ben conosciuto da chiunque per le gemme abbia un certo interesse anche come puro amatore. E' ben noto come alla fine del secolo scorso furono messi in commercio rubini ottenuti per fusione di residui della lavorazione del rubino stesso o piccoli rubini. Erano in parte vetrosi e quindi erano rubini imperfettissimi, si chiamarono « rubini ricostituiti » e questo nome è talvolta ancora usato molto impropriamente per i rubini sintetici. E' invece il metodo ideato da A. Verneuil nel 1891 con tutti i perfezionamenti introdotti in seguito, che ha portato all'attuale livello della preparazione artificiale del rubino e delle altre gemme del corindone. Il metodo è noto: in un piccolo forno di refrattario è immessa dall'alto una fiamma ossidrica nella quale a intervalli regolari viene iniettata una polvere impalpabile di allumina con l'aggiunta di ossido di cromo quale colorante. Sopra un supporto di refrattario, posto in basso e fronteggiante la fiamma, si ha un deposito lento di corindone che assume la forma di una grossa goccia piriforme congiunta al supporto dalla parte più fine.

Ma ciò che è molto importante è questo: la pratica dell'esperienza.

ha rivelato, benchè nessun presupposto teorico avrebbe potuto garantire questo effetto, che questo nucleo piriforme così ottenuto è un mono cristallo di corindone. Quindi, a parte la forma rotondeggiante con la mancanza delle facce cristalline, il prodotto così ottenuto è un cristallo di corindone, nel nostro caso colorato in rosso, cioè è un vero rubino. Vi è una piccola differenza di composizione chimica, per constatare la quale bisognerebbe però distruggere la pietra: nel rubino artificiale l'ossido di cromo rappresenta circa il 2%, nei rubini naturali accanto a poco ferro il cromo è presente solo in tracce insieme al vanadio. I primi rubini prodotti con questo metodo erano facilmente riconoscibili, all'esame microscopico condotto da un occhio esperto, da quelli naturali. Soprattutto la presenza delle striature curve che segnavano i successivi accrescimenti concentrici del prodotto e le bollicine gassose sempre abbondantemente presenti erano dati diagnostici relativamente facili, per la identificazione del prodotto artificiale. Ma la tecnica della preparazione dei rubini sintetici ha fatto grandi progressi. Molti accorgimenti sono stati ideati per evitare la formazione delle possibili caratteristiche differenziali. Dalla rotazione del supporto sul quale cresce il rubino si è giunti fino all'applicazione degli ultrasuoni che portano ad una perfetta omogenizzazione della massa. In questo campo si è, direi, addirittura esagerato. I rubini prodotti artificialmente con l'uso degli ultrasuoni sono ora spesso eccessivamente omogenei, più dei migliori rubini naturali e questa cosiddetta perfezione sminuisce la bellezza della pietra conferendogli l'aspetto di sostanza vetrosa. A questo punto insorge naturalmente la domanda: è possibile riconoscere un corindone, in particolare, un rubino sintetico da un rubino naturale? Posso a questo proposito esporre la mia personale opinione dichiarando però come questa sia frutto di alquanto dottrina acquisita su testi specializzati e da poca, pochissima pratica conseguente a esperienze personali. Oggigiorno vi sono invece esperti valentissimi che dedicano tutta la loro vita di studio essenzialmente a questi problemi. Premetto anzitutto che contemporaneamente al perfezionarsi delle tecniche di sintesi si sono di pari passo enormemente sviluppati i metodi e gli strumenti di indagine. Studio dei caratteri ottici al microscopio polarizzante, spettri di assorbimento, luminescenza ai raggi ultravioletti, ai raggi X, spettrografia roentgenografica, ecc., sono i moderni mezzi con i quali è affrontato il problema delle diagnosi nei laboratori di gemmologia. Riassumo quindi brevemente mie opinioni personali delle quali

ogni possibile confutazione è accettata e anzi gradita. Mi riferisco naturalmente alle riproduzioni artificiali definite buone e ottime. In alcuni casi un buon esame microscopico fatto da occhio esperto dà con facilità la diagnosi di pietra artificiale o pietra naturale. Un solo esempio: se all'esame microscopico di un rubino si vedono nell'interno aghetti di rutilo con questa disposizione state sicuri, il rubino è naturale, anzi potete anche specificarne la provenienza, è un rubino dei giacimenti birmani, quelli che forniscono le pietre più belle.

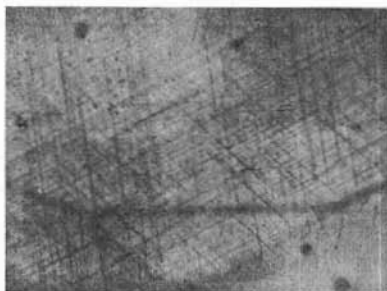


Fig. 7

In altri casi la diagnosi potrà essere molto difficile. Possono mancare caratteri assoluti che, da soli, decidano sul dilemma: naturale artificiale. Bisognerà quindi mettere in moto tutte le apparecchiature e tutti i metodi dei quali ho accennato poco fa. Si avrà così un complesso di dati che opportunamente vagliati dall'esperto porteranno anche in questo caso a una diagnosi vorrei dire sicura.

E può un gioielliere messo di fronte a una pietra di origine sconosciuta decidere con i comuni mezzi a sua disposizione se la pietra è naturale o artificiale?

La risposta è « no ».

E' vero però altresì che ogni buon gioielliere, pur mancandogli talvolta la possibilità di riconoscimento, *sa sempre benissimo*, e questo attraverso vie molto diverse, *se la pietra che offre in vendita è naturale o artificiale*. Quindi quale consiglio dare al compratore che voglia avere merce che valga il suo prezzo? Affidarsi con tranquillità al proprio gioielliere di fiducia. Il gioielliere onesto e saggio non deluderà mai il

proprio cliente. Invece diffidare sempre e quindi rinunciare agli « incauti acquisti », specialmente quando « sembrano vantaggiosissimi ».

* * *

Smeraldo - E passiamo quindi allo « smeraldo » l'altra gemma di altissima preziosità. Come è ben noto lo smeraldo è la varietà verde del berillo, silicato di alluminio e berillio. Altre varietà di altro colore, tra queste la più nota l'acquamarina, hanno preziosità molto inferiori.

Lo smeraldo ha indice di rifrazione molto più basso (1,58) non solo del diamante ma anche del rubino, potere dispersivo molto piccolo. La durezza, come gemma, è anch'essa relativamente bassa. Anche in questo caso quindi, come per il rubino, la preziosità deriverebbe dalla bellezza del colore, che si mostra immutato sia alla luce del giorno sia a quella artificiale, unito alla rarità. Rispetto al rubino la difficoltà di avere pietre con pochi difetti è ancora più accentuato. Oltre gli altri difetti, le fratture interne nello smeraldo non mancano quasi mai, cosicché anche pietre con fessurazioni sono usate come gemme sempre di elevato valore. Anche la sintesi dello smeraldo, in questi ultimi venti anni, con l'applicazione del procedimento idrotermale che imita da vicino il processo di formazione dello smeraldo in natura, sostituendo le sintesi « a secco », ha raggiunto e superato in perfezione le sintesi del rubino. Gli smeraldi sintetici detti Chatham dal nome del fabbricante di S. Francisco e, ancor più, quelli tedeschi prodotti dalla Farben in Renania, mettono talvolta a dura prova per il loro riconoscimento anche i laboratori specializzati e gli esperti più provetti. Vorrei quindi dire che ciò che mantiene alta anzi altissima la preziosità dello smeraldo naturale, è in effetti soltanto la rarità. I giacimenti dell'Alto Egitto, della Columbia, degli Urali e quelli del Brasile forniscono smeraldi più o meno belli, ma la produzione complessiva mondiale in gemme pregiate è relativamente limitata, poichè lo smeraldo, il berillo *colorato in verde* è tutt'altro che comune in natura. Non così però può dirsi del berillo incolore o con altre colorazioni che non sia il verde. Il berillo, non colorato in verde, non è un minerale molto raro, le nostre collezioni mineralogiche sono fornitissime di bellissimi berilli anche italiani. « Se fossero tutti verdi, cioè smeraldi, le questioni economiche dei nostri Istituti potrebbero essere facilmente risolte ». L'Isola d'Elba, per citare luoghi vicini alla mia Università, ha fornito e fornirebbe, se si cercassero ancora, bellissimi

berilli di vari colori. Di vari colori a esclusione però del verde; smeraldi non ve ne sono. Vogliamo vedere, e così concluderemo questo mio zibaldone sulle gemme anche con un pizzico di geochimica, come mai la varietà verde abbia questa estrema rarità e soprattutto perchè non si trovi là dove pure i berilli di altri colori abbondano?

La rarità dello smeraldo in natura è conseguente alla storia geochimica di due elementi. La triste storia di due elementi che uniti insieme danno una fulgida gemma, ma che la crudele geochimica non vuol fare incontrare! I due elementi sono il berillio e il cromo. Il primo è il costituente più importante del minerale berillo, che ho già detto essere abbastanza comune in natura, il secondo è quello che immesso nel berillo in piccole quantità gli fa assumere la colorazione verde, dando lo smeraldo. Sembra che c'entri anche il vanadio ma non complichiamo le cose.

Il berillo è uno dei moltissimi minerali che si formano conseguentemente a quell'imponente fenomeno naturale che è la solidificazione, l'irrigidimento, dentro la crosta terrestre, delle grandi masse fuse silicate, i magmi, che ascendono da zone più profonde di alta temperatura. Questi magmi contengono elementi abbondantissimi e comunissimi che combinati tra loro costituiranno, dopo solidificazione, le grandi masse rocciose normali quali i graniti, le dioriti eccetera; contengono però anche elementi in quantità estremamente minore, tra questi vi è appunto il berillio e il cromo. Questi elementi presenti in piccole quantità nei magmi fusi assumono, di fronte al grande e lentissimo processo di solidificazione, comportamenti particolari, talvolta specifici di uno o pochi elementi, in relazione alle loro proprietà chimiche o fisiche, alla grandezza dei loro atomi, ecc. Quale è il comportamento del cromo presente in tracce nel magma? Il cromo segue un po' la sorte del ferro ferrico, dà precocissime cristallizzazioni quando il magma è ancora in piena fusione, sotto forma di cromite, e quindi si imboesca in tracce accanto al ferro ferrico in quei minerali tra i primi formati che i petrografi chiamano minerali femici. Quindi, il cromo, in uno stadio sempre abbastanza iniziale della solidificazione, ha già dato i suoi cristalli, i suoi composti, nel magma fuso è scomparso, *non ce n'è più*. Come si comporta invece il berillio? L'atomo del berillio è molto piccolo, non può trovar posto nelle comuni cristallizzazioni di silicati che si segregano dal magma fuso. Man mano quindi che procede la solidificazione si ritira concentrandosi sempre più nei residui ancora fusi.

Soltanto nella fase terminale dell'irrigidimento della roccia, e badate bene potranno essere passati centinaia di migliaia di anni dall'inizio del processo quando cristallizzava il cromo, anche questi residui fusi dove si è rifugiato il povero berillio solidificheranno anch'essi dando quelle particolarissime rocce che noi chiamiamo pegmatiti, e che talvolta sono ricche di berilli. Ma di cromo nelle pegmatiti non ce ne può essere e non ce ne è! Già da moltissimo questo elemento ha compiuto e ultimato il proprio ciclo di cristallizzazione. Quindi le pegmatiti che sono, dirò così, le comuni rocce madri del berillo, non danno però berilli verdi, quelli col cromo. Ma pure gli smeraldi in natura vi sono? Sì vi sono, ma conseguentemente non alla normale geochimica del berillo, ma prodotti da eventi eccezionali e quindi raramente verificantisi. *Il berillo non può utilizzare mai direttamente il cromo del suo stesso magma.* Bisogna che durante la solidificazione di un plutone vi sia una immissione di fluidi contenenti il berillio in rocce preesistenti che avevano già in loro piccole quantità di cromo e, pare, anche di vanadio. Tutti i giacimenti di smeraldi conosciuti sono in scisti o in calcari che hanno subito azione pneumatolitica da parte di fluidi portatori del berillio mentre le rocce così iniettate già contenevano il cromo.

Così finalmente avviene l'eccezionale incontro, così finalmente nasce la fulgida, rarissima gemma.