

LLETRES DE BATALLA

La geologia regional, clau de volta del mètode geològic

Pere Santanach Prat*

Rebut: 13.07.95
Acceptat: 27.11.95

Resum

Des dels inicis de la geologia moderna, el mètode de treball impulsat per l'escola werneriana dona un paper fonamental a la geologia regional, tant pel que fa a la geologia històrica com a la geologia causal o dels processos. El desenvolupament de la geologia regional porta al mapa geològic, des d'aleshores l'eina més estesa per comunicar, de manera sintètica, les informacions fenomenològiques de caràcter regional. La geologia regional té avui una important presència en els diferents camps de la geologia i ocupa una posició clau en el mètode geològic, atès el caràcter essencialment històric i regional de la geologia. Constitueix un primer graó interpretatiu que es pot interpretar en termes de geologia històrica, explicar en termes de geologia causal o utilitzar-lo en la producció de teoria causal, amb la qual, en la progressió del pensament geològic manté una necessària relació iterativa.

MOTS CLAU: Mètode geològic, geologia regional, mapa geològic.

Resumen

La geología regional, piedra angular del método geológico

Desde los inicios de la geología moderna, el método de trabajo impulsado por la escuela werneriana otorga un papel fundamental a la geología regional, tanto en relación a la geología histórica como a la geología causal o de los procesos. El desarrollo de la geología regional conduce al mapa geológico, desde entonces la herramienta más extendida para comunicar, de manera sintética, las informaciones fenomenológicas de carácter regional. La geología regional tiene hoy en día una importante presencia en los distintos campos de la geología y ocupa una posición clave en el método geológico dado el carácter esencialmente histórico y regional de la geología. Constituye un primer escalón interpretativo que puede, a su vez, interpretarse en términos de geología histórica, explicarse en términos de geología causal o utilizarlo en la producción de teoría causal, con la que, en el progreso del pensamiento geológico, mantiene una necesaria relación iterativa.

PALABRAS CLAVE: Método geológico, geología regional, mapa geológico.

*Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Facultat de Geologia. C. Lluís Solé i Sabarís, s/n. Universitat de Barcelona. E-08028 Barcelona

Abstract

Regional geology, keystone of the geological method

Since the early stages of modern geology, the method developed by geologists of the wernerian school has given a fundamental role to regional geology in relation to both, historical geology and causal or process geology. The development of regional geology led to geological maps, since then the most extended tool to synthetically communicate phenomenological informations of regional nature. Nowadays, regional geology is largely present in the different fields of geology, and is a keystone of the geological method because of the essentially historical and regional nature of geology. It constitutes a first step in geological interpretation which can be interpreted in terms of historical geology, explained in terms of causal geology, or be used in the production of causal theory, with which it maintains a necessary iterative relationship in the advance of the geological thought.

KEYWORDS: Geological method, regional geology, geological map.

Introducció

L'anàlisi de la pràctica de la geologia mostra que els objectius bàsics de la geologia són dos (LAUDAN, 1987, cap. 1). Un és històric: la geologia ha de descriure el desenvolupament de la Terra des dels seus inicis fins a la seva forma actual. En aquest enfocament la seqüència temporal és essencial, l'objectiu és reconstruir una seqüència d'esdeveniments únics. En les reconstruccions històriques de la Terra les entitats bàsiques són, doncs, esdeveniments històrics únics o, amb més precisió, les roques formades durant un període de temps

determinat. El resultat en són teories històriques. L'altre objectiu de la geologia és causal: la geologia ha d'establir les causes que han actuat per formar la Terra i donar lloc als seus objectes. Es tracta de desenvolupar teories causals amb lleis generals que relacionin causes i efectes. En aquest cas les entitats bàsiques són «ens naturals» –classes d'objectes amb alguna propietat no trivial o conjunt de propietats comunes (les seves essències)– ben diferenciats els uns dels altres, atemporals i immutables. Hi ha geòlegs que consideren aquest segon objectiu –entendre els processos causals que modelen la Terra– com l'objectiu central de la geologia. Aquest aspecte constituiria el que ha estat anomenat «geologia dels processos».

És en el marc d'aquests dos objectius que defineixen les dues grans branques de la geologia –la geologia històrica i la geologia causal o dels processos– que cal analitzar el paper de la geologia regional, que, com diu el seu nom, és l'estudi de la geologia d'una regió, l'àrea de la qual pot abastar des de pocs km² fins a la totalitat de la Terra. Això vol dir la descripció dels diferents tipus de terrenys que s'hi troben, així com les relacions geomètriques que presenten entre ells, i la interpretació de tot plegat en termes d'història geològica o d'algun problema causal. Ja des dels temps fundacionals de la geologia moderna, la geologia regional va desenvolupar un paper important en el mètode geològic, el mateix que continua tenint actualment. En aquest article, després de donar una ullada a la geologia regional a l'inici de la geologia moderna i d'analitzar la importància que continua tenint avui, es discuteix la posició de la geologia regional en el mètode geològic. De passada es dedica una certa atenció al mapa geològic, eina bàsica del llenguatge geològic estretament lligada a la geologia regional.

La geologia regional a l'inici de la geologia moderna

Ja des dels orígens de la geologia tal com l'entendem avui, és a dir, des de A.G. Werner (1749-1817) i la seva escola de Freiberg que, tal com ha posat de manifest la historiografia recent, van formular els fonaments conceptuals de la geologia i en van dominar el desenvolupament intel·lectual i institucional en el període comprès entre el 1780 i el 1830, es diferenciaven la geologia històrica i la geologia dels processos. I també es pot afirmar que fou en el marc de l'escola werneriana que la geologia regional assolí una entitat pròpia, més com a part d'un mètode d'estudi de la Terra que com a objectiu en ella mateixa (GREEN, 1982, cap. 1), i això tant en relació amb la geologia històrica com amb la geologia dels processos.

Abans de A.G. Werner les teories «geològiques» eren bàsicament teories genètiques –teories del desenvolupament històric, no pas teories històriques– i, desenvolupades pels cosmogonistes dels segles XVII i XVIII, tenien per objecte presentar principis generals que expliquessin com la Terra (o qualsevol altre cos en posició similar a l'univers) s'havia desenvolupat. Els historiadors de la geologia diferenciaven els cosmogonistes de tradició física i de tradició química. Tant els uns com els altres utilitzaven, per establir les seves teories, principalment el mètode de les hipòtesis o hipotètic deductiu, és a dir, l'obtenció de conclusions mitjanant deduccions a partir de l'acceptació de qualsevol hipòtesi compatible amb les evidències disponibles; tanmateix, també feien servir uns certs controls empírics: el testimoni humà (Gènesi) i el testimoni de les roques, que es reduïa al que ha estat

denominat per LAUDAN (1987, cap. 3) *common sense* de la mineralogia d'aquella època. A mitjan del segle XVIII, per construir les seves cosmogonies, els mineralogistes –de tradició química– feien servir el mètode analògic per passar de l'experiència adquirida als laboratoris a la interpretació genètica dels minerals que es troben a la Terra: d'acord amb la base empírica aportada per l'anàlisi química per la via humida, les cosmogonies d'aquesta tradició assumien que la deposició de les roques de l'escorça de la terra havia tingut lloc a partir de l'aigua (neptunisme). És en aquesta tradició que cal situar A.G. Werner (LAUDAN, 1987, cap. 3).

A.G. Werner presenta en els seus cursos de Geognòsia de l'escola de mines de Freiberg (publicats el 1787 en la *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten*) la seva teoria de la precipitació successiva de les substàncies en dissolució en un oceà en regressió, seguint les idees neptunistes de la tradició química. Amb aquesta idea central organitza els fenòmens geològics –geognòsics en el llenguatge wernerian– a escala planetària en un sistema coherent. Werner dóna prioritat al concepte de «formació rocosa» (*Gebirgsart*) –conjunt de roques formades durant un període determinat de temps– i amb això, de fet, crea la geologia històrica. Werner, l'objectiu del qual era principalment l'establiment empíric de la successió dels estrats i la immediata utilització d'aquesta successió per a fins pràctics i econòmics, va bastir una teoria que estava a mig camí de les dels cosmogonistes, que de tan generals no podien ser contrastades en el camp, i dels coneixements dels miners, que de tan locals no es podien utilitzar fora de la regió on s'havien adquirit. Enfront de la historiografia clàssica que considerava la teoria de Werner com un

exemple de teoria inspirada a partir d'un exemple regional ben concret i de dimensions reduïdes, sembla ben provat (OSPOVAT, 1980) que en l'elaboració de la seva teoria no tingué cap influència la geologia regional de l'Erzgebirge, que va servir, però, per a donar suport a la teoria un cop formulada.

Aviat, però, la constatació de la no universalitat de totes les formacions rocoses va plantejar el problema de la correlació i, per tant, la necessitat del treball de camp. Els deixebles de Werner, els alemanys i els d'arreu del món que havien estudiat Freiberg —entre ells, els espanyols (SOLÉ SABARÍS, 1981)—, es llancen a estudiar les geologies locals de diferents parts del món per constatar que «cada regió ha tingut la seva pròpia història, i que la història del món és feta de la juxtaposició d'esdeveniments locals. La recerca dels arxius [de les roques] no s'acabarà mai. La geologia és una ciència de camp. Cap llei general d'evolució no ens estalviarà de recórrer el món, martell a la mà» (GOHAU, 1987, p. 115). És el naixement de la geologia regional amb objectiu històric.

Paral·lelament a la geologia històrica, va tenir lloc el desenvolupament de la geologia causal, al qual també van contribuir alguns wernerians insignes, com L. von Buch (1774-1853) que, a part d'haver jugat un paper destacat en l'acceptació de l'origen igni dels basalts pels wernerians i haver estat el primer geòleg que s'adonà de l'aixecament d'Escandinàvia, és especialment conegut per la seva teoria volcànica dels «cràters d'elevació»; A. von Humboldt (1769-1859) que, a partir de les observacions de l'activitat volcànica fetes als Andes va defensar una teoria de l'aixecament de les muntanyes degut a la calor subterrània relacionant, igual que von Buch, volcanisme i formació de muntanyes,

i K. von Hoff (1771-1837), que publicà un important treball en quatre volums (*Geschichte der durch Überlieferungen nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche*) sobre els agents del canvi geològic basat en una llarga observació dels processos actuals, una aportació actualista a la geologia causal anterior a Lyell. HÖLDER (1989) considera que és el primer treball actualista, predecessor de Lyell, el qual conegué la publicació de von Hoff a través de von Humboldt.

A les acaballes del segle XVIII hi havia tres problemes causals que eren objecte d'intens debat: el problema de la consolidació de les roques i dels minerals, el del canvi de nivell relatiu de terra i mar i el de l'erosió. Per a la discussió dels problemes causals la majoria de dades essencials utilitzades pels geòlegs provenien dels camps de la química i de la física (LAUDAN, 1987, cap. 8). Això no obstant, la geologia regional —la descripció dels terrenys d'una regió i les seves relacions, i la seva interpretació, en aquest cas, en termes del problema causal discutit— hi tingué una importància notable. Per il·lustrar-ho citaré només el cas de l'origen del basalt, que cal situar en el marc del primer dels problemes esmentats. En l'acceptació de l'origen volcànic de les laves antigues, hi jugà un paper essencial la geologia regional de l'Alvèrnia: la descripció que en feu J.-E. Guettard (1715-1786) el 1752 i, en particular, la de N. Desmarest (1725-1815) van ser determinants. Aquest, en la seva *Mémoire sur l'origine & la nature du Basalte à grandes colonnes, déterminées par l'Histoire Naturelle de cette pierre, observée en Auvergne* (1771), amb l'ajut d'un mapa geològic, va traçar les colades basàltiques fins als cons volcànics i n'establí la relació. L. von Buch només va acabar

acceptant l'origen igni del basalt després d'una visita que feu a l'Alvèrnia el 1802 (GOHAU, 1990, p. 220-224 ; LAUDAN, 1987, p. 183).

Així, el mètode de treball impulsat per A.G. Werner des de l'escola de Freiberg va introduir i donar un paper fonamental als estudis de geologia regional, tant pel que fa a la geologia històrica (calia establir correlacions estratigràfiques) com a la geologia causal o dels processos (confirmació de teoria). La geologia regional era bàsica per establir la història de la Terra i una peça essencial en l'establiment i modificació de teoria causal. De manera natural, els estudis regionals van portar a la cartografia de les formacions que afloren en superfície, al mapa geològic. El mateix A.G. Werner instava els seus deixebles a aixecar mapes, ell mateix havia dirigit l'elaboració d'alguns mapes geològics i havia produït normes sobre com acolorir-los (LAUDAN, 1987, p. 163). Ben aviat el mapa geològic va esdevenir un element essencial, una eina imprescindible, del llenguatge geològic. I ho continua essent.

El mapa geològic

El mapa geològic es pot definir com aquell en el qual es representen la distribució de les roques –o d'alguns aspectes de les roques– i les seves relacions estructurals. Els mapes geològics constitueixen un tipus de representació no verbal, essencial en el llenguatge geològic. El llenguatge geològic és ric en formes no verbals: fotografies, dibuixos, esquemes, gràfiques, xarxes de relacions i mapes són les categories en què les han agrupades ENGELHARDT & ZIMMERMANN (1982, pp. 69-90). De totes aquestes formes no verbals, només els mapes geològics, juntament amb les seves

memòries explicatives, constitueixen, per ells mateixos, importants publicacions de la literatura geològica.

D'altra banda, els mapes geològics no només es publiquen com a tals, sinó que formen part de les il·lustracions de molts articles, fet que mostra la importància –la indispensabilitat– d'aquesta eina comunicativa. Pràcticament el 23 % del total de les il·lustracions sobre més de 5.000 figures contingudes en els números corresponents al 1993 de vuit revistes geològiques pertanyen a diversos tipus de mapes geològics, mapes geològics generals més o menys detallats o esquemàtics, mapes especialitzats –de distribució de fàcies, estructurals, d'isogrades de metamorfisme, paleogeogràfics, per exemple–, mapes geològics de situació, etc. (taula I). Les vuit revistes escollides, ho han estat únicament per mostrar l'àmplia utilització del mapa geològic en la il·lustració d'articles geològics. Quatre són revistes de caràcter general [*Bulletin de la Société géologique de France*, *Geologische Rundschau* (0.879), *Journal of the Geological Society of London* (1.323), *Revista de la Sociedad Geológica de España*] i cinc corresponen a revistes especialitzades [*Geomorphology*, *Journal of Petrology* (3.037), *Journal of Structural Geology* (1.892), *Sedimentology* (1.298), *Tectonics* (1.982)]. (Els números entre parèntesis que segueixen els títols d'algunes de les revistes indiquen el factor d'impacte del S C I Journal Citation Reports de 1992. Aquell any, sota els encapçalaments de «Geology» i «Geosciences» hi havia quatre revistes amb factor d'impacte superior a 3, i vuit amb factors compresos entre 2 i 3. Si no s'ha indicat factor d'impacte, vol dir que la revista analitzada no era a les llistes de l'any 1992).

La importància del mapa geològic també es posa de manifest pel fet que la majoria

TAULA I. El mapa geològic com a il·lustració en els articles de vuit revistes geològiques l'any 1993. En negreta el percentatge respecte del total de figures.

Geological maps in the illustration of the papers from eight geological revues (year 1993). In bold, the percentages in respect to the total amount of figures.

TÍTOL DE LA REVISTA	TOTAL FIGURES	FIGURES MAPES
<i>Geomorphology</i>	174	47 27,01
<i>Journal of Petrology</i>	498	47 9,44
<i>Journal of Structural Geology</i>	1.092	130 11,90
<i>Sedimentology</i>	792	121 15,28
<i>Tectonics</i>	883	349 39,52
<i>Bulletin de la Societé Géologique de France</i>	563	140 24,86
<i>Geologische Rundschau</i>	487	124 25,46
<i>Journal of the Geological Society of London</i>	812	243 29,92
<i>Revista de la Sociedad Geológica de España</i>	253	72 28,46
TOTAL	5.554	1.273 22,90

de geòlegs estan ocupats durant gran part del temps en la presa de dades cartogràfiques, la confecció de mapes i en la seva interpretació. Els mapes geològics són, doncs, la forma més estesa de comunicar, de manera sintètica, les informacions fenomenològiques de caràcter regional.

Per valorar adequadament el mapa geològic cal tenir present que un bon mapa geològic no és només una representació de la suma de les observacions realitzades per l'autor sobre la distribució de les unitats rocoses d'una regió, la seva estructura i les seves relacions, és a dir, que no és només una representació d'un banc de dades de la geologia regional. Com diuen ENGELHARDT & ZIMMERMANN (1982, p. 154) un mapa geològic és «més» i és «menys» que això.

És «més» perquè la representació cartogràfica no resulta de manera automàtica de l'enregistrament de totes les observacions, sinó que també és el resultat d'hipòtesis interpretatives; és «menys» perquè a la llum d'aquestes hipòtesis es representa només allò que es considera important i es deixa de banda allò que es creu marginal. De fet, en els mapes geològics hi ha representades interpretacions de les observacions bàsiques, més encara, només d'aquelles dades que s'ajusten a la interpretació per la qual s'ha decantat l'autor. Això ve condicionat per les possibilitats semiòtiques del mapa: les múltiples interpretacions que admeten gairebé sempre els fets observats no poden ser representades simultàniament en el mapa, d'aquí la necessitat de les memòries

explicatives que els acompanyen. Són les eines semiòtiques del mapa –els signes convencionals– les que obliguen el cartògraf a triar, a donar suport a una determinada opinió o hipòtesi: el mapa geològic no és mai neutre. El mapa geològic –des dels primers mapes del segle XVIII fins als actuals– és alhora banc de dades i expressió de teoria. I això cal tenir-ho en compte per ferne un ús correcte. Per fer una lectura correcta dels mapes geològics no n’hi ha prou amb la comprensió del significat dels signes expressat a la llegenda; el lector crític també ha de saber que darrere tot mapa geològic hi ha assumpcions no empíriques i quines són aquestes.

Tot i que l’aspecte que més interessa aquí és potser el del mapa geològic com a expressió de teoria, cal no oblidar l’aspecte utilitari del mapa geològic. El mapa geològic va néixer amb finalitats pràctiques. Un bon exemple històric en són els mapes de Guettard que a Frana representen els precursors immediats dels mapes geològics tal com els entenem actualment. Guettard, després de presentar el 1746 la *Carte minéralogique sur la nature et la répartition des terrains qui traversent la France et l’Angleterre*, es va llençar a preparar un atlas mineralògic de 214 fulls que havien de comprendre tot el regne de França. En realitzar aquells mapes, Guettard no tenia cap preocupació «geològica»; el seu objectiu era essencialment pràctic: furnir indicacions per a la recerca de pedra de calç i de pedra de construcció, així com per a la localització de mines i de jaciments diversos (GOHAU, 1990, p. 293). Les administracions públiques ben aviat van reconèixer la utilitat dels mapes geològics, per la qual cosa crearen, sota diferents noms, serveis amb la finalitat d’aixecar els respectius mapes geològics nacionals.

Malgrat el doble interès dels mapes geològics –expressió de teoria i utilitat pràctica–, actualment hi ha una certa tendència al fet que cercles acadèmics «capdavanters» els menystinguin, actitud que ha arribat a afectar els plans d’estudi de les universitats, de tal forma que als Estats Units ja s’ha produït una autèntica crisi de producció de mapes geològics de qualitat. La reacció no s’ha fet esperar. L’*U.S. Geological Survey* ha publicat fa poc una anàlisi econòmica que descriu, entre d’altres, un model de costes/beneficis per valorar el mapa geològic i argumenta el caràcter de bé públic del mapa geològic (BERNKNOPF *et al.*, 1993). D’altra banda, el 18 de maig de 1992, el president dels EUA va ratificar la Llei-pública 102-285, la *National Geological Mapping Act*, promulgada amb la finalitat de trencar aquesta tendència i estimular la producció de bons mapes geològics i que preveu un pla amb un pressupost de 184,25 milions de dòlars per als anys 1993-1996 (MOLNIA, 1992; MOLNIA (ed.), 1992; MARCOS, 1993).

En resum, un bon –i per tant, útil– mapa geològic és alhora un ampli banc de dades de la geologia regional i expressió de teoria. I per ser bo, un mapa ha de ser necessàriament totes dues coses. La representació sobre un mapa topogràfic de les dades geològiques sense interpretació no passarà de ser, en el millor dels casos un mapa d’afloraments, mai no serà un mapa geològic. «Un mapa geològic» teòricament coherent basat, però, en poques dades d’observació, tampoc no serà un bon mapa geològic; a tot estirar serà la representació cartogràfica d’una idea que pot no tenir res a veure amb la realitat: geofantasia, doncs. Fer un bon mapa geològic no és fàcil –ni barat–, i un mapa geològic d’alta qualitat testimonia l’elevat nivell geològic del seu autor.

La geologia regional avui

Tal com ja ha estat avançat, en certs medis acadèmics, la «geologia regional», i per extensió el mapa geològic, no gaudeixen de gaire bon predicament. Semblen feina d'excursionistes, feina de brúixola i martell, simple recol·lecció de dades; en resum, una feina antiquada i amb poc sentit actual. En tot cas seria feina de serveis geològics, no feina acadèmica. La «geologia dels processos» seria on cal centrar els esforços, l'objectiu actual de la geologia. No cal dir que no comparteixo aquesta opinió: els dos objectius globals esmentats al començament d'aquest article –establir la història de la Terra i comprendre'n els mecanismes– són ben vigents i, entenc que, difícilment es pot prescindir de cap dels dos. La geologia regional no es contraposa a la geologia dels processos, sinó que forma part del mètode de treball geològic, tant per establir la història de la Terra com per intentar entendre els processos que hi intervenen.

A més cal deixar clar que no és cert que la geologia regional sigui només feina de brúixola i martell –i encara que ho fos no canviaria l'argumentació d'aquest treball; ni tampoc que l'elaboració de mapes geològics, com ja he exposat, sigui només simple recol·lecció de dades. Certament, la geologia regional havia estat feina de brúixola i martell, però la progressiva consideració d'aspectes – propietats físiques de les roques o regions de la Terra– no accessibles a l'observació visual directa, fa que actualment l'obtenció de moltes de les dades necessàries per la descripció geològica completa d'una regió requereixi tècniques força sofisticades. En citaré només alguns exemples. La importància que han adquirit els estudis paleomagnètics en les anàlisis tectòniques regionals, com per exemple en la geologia de *terranes* i les reconstruccions

paleogeogràfiques en general. Gran part dels treballs que es publiquen sobre geologia marina són treballs de geologia regional. La descripció de les anomalies magnètiques dels fons oceànics i la seva interpretació –dades que van resultar ser fonamentals per a l'establiment de la teoria de la tectònica de plaques– és també geologia regional. Com també ho són la majoria d'investigacions del subsòl i de les parts profundes de l'escorça mitjançant les diverses tècniques geofísiques. Des del punt de vista conceptual, tan geologia regional és l'obtenció de la distribució de conductivitats de l'escorça i mantell superior sota dels Pirineus com l'anàlisi de la distribució de fàcies del Cretaci inferior en el vessant meridional de la serralada.

La importància que avui es dóna a la geologia dels processos –i la poca consideració en què es té la geologia regional– es posen clarament de manifest amb la lectura dels objectius de revistes internacionals de prestigi. Així, per citar-ne només un parell d'exemples, *Geologische Rundschau*, que és una revista general de geologia, publica «*process-oriented original and review papers on the history of the earth, including...*» i *Journal of Structural Geology*, especialitzada en geologia estructural, només després de donar una llarga llista de temes de caràcter no regional d'interès per a la revista, indica que «*Regional structural accounts should be of broad and international interest, and of a thematic nature...*». Tot i que les declaracions d'intencions predominants a les revistes internacionals són del tipus de les reflectides per les citacions anteriors, una anàlisi del contingut dels treballs que s'hi publiquen mostra, per contra, que la geologia regional hi té una importància considerable.

La presència de mapes geològics en els articles de les revistes, encara que només

TAULA II. Articles de vuit revistes de l'any 1993 que inclouen o no mapes geològics entre les seves il·lustracions. En negreta, percentatge respecte del total d'articles.

Papers from eight revues (year 1993) including or not geological maps in their illustrations. In bold, the percentages in respect to the total amount of papers.

TÍTOL DE LA REVISTA	NOMBRE D'ARTICLES	ARTICLES AMB MAPES	ARTICLES SENSE MAPA
<i>Geomorphology</i>	23	21 91,30	2 8,70
<i>Journal of Petrology</i>	45	33 73,30	12 26,70
<i>Journal of Structural Geology</i>	114	57 50,00	57 50,00
<i>Sedimentology</i>	57	50 87,70	7 12,30
<i>Tectonics</i>	95	92 96,84	3 3,16
<i>Bulletin de la Société Géologique de France</i>	65	51 78,46	14 21,54
<i>Geologische Rundschau</i>	56	44 78,57	12 21,43
<i>Journal of the Geological Society of London</i>	116	87 75,00	29 25,00
<i>Revista de la Sociedad Geológica de España</i>	29	29 100,00	0 0,00
TOTAL	600	464 77,30	136 22,70

TAULA III. Articles de vuit revistes de l'any 1993, en els títols dels quals s'inclou alguna paraula o expressió que indica localització geogràfica o geològica. En negreta, percentatges respecte del total dels articles.

Papers from eight revues (year 1993) which titles include words or phrases indicating geographical or geological localization. In bold, the percentages in respect to the total amount of papers.

TÍTOL DE LA REVISTA	NOMBRE D'ARTICLES	REGIONALITAT
<i>Geomorphology</i>	24	14 58,33
<i>Journal of Petrology</i>	45	37 82,22
<i>Journal of Structural Geology</i>	115	48 41,73
<i>Sedimentology</i>	60	48 80,00
<i>Tectonics</i>	105	99 94,28
<i>Bulletin de la Société Géologique de France</i>	66	52 78,78
<i>Geologische Rundschau</i>	59	46 77,96
<i>Journal of the Geological Society of London</i>	116	82 70,68
<i>Revista de la Sociedad Geológica de España</i>	29	29 100,00
TOTAL	619	455 73,50

siguin esquemàtics, hi delata sens dubte un cert paper de la geologia regional. La seva absència hi indica la poca o nul·la importància de la geologia regional (articles metodològics, generals sobre processos, etc.). A les vuit revistes analitzades sobre un total de 600 articles, més de 3/4 parts (77,3 %) contenen com a mínim un mapa amb dades geològiques, i és *Tectonics* (96,84 %) la que en conté més i *Journal of Structural Geology* (50 %) la que en reproduïx menys (taula II). Les revistes de caràcter general en contenen percentatges propers a la mitjana de totes les revistes.

Si ens fixem en els títols dels articles (taula III), aquells que inclouen alguna paraula o expressió que indica localització geogràfica o geològica representen un percentatge semblant, però lleugerament més baix que en el cas d'articles il·lustrats amb algun mapa geològic. Aquesta petita diferència possiblement reflecteix la voluntat dels autors de ressaltar-ne en el títol el caràcter general –no regional– per tal d'adequar-se al producte que demanen la majoria de revistes de prestigi. La diferència més notable és la que mostra *Geomorphology* (58,33 % i 91,3 %, respectivament). D'entre les revistes considerades, cal destacar *Tectonics*, en la qual no només hi ha un 95 % d'articles amb contingut regional manifest (taules II i III), sinó que els mapes geològics representen el 40 % de totes les il·lustracions, gairebé el doble de la mitjana del conjunt de les revistes analitzades.

Vistes les dades exposades es pot concloure que, avui, la geologia regional és ben viva, amb important presència en els diferents camps de la recerca geològica, encara que a vegades els autors intentin amagar una mica el caràcter regional dels articles que publiquen. I fins i tot, tenint en compte les xifres presentades, es podria

afirmar que hi ha una revista de gran impacte especialitzada en una certa geologia regional d'interès internacional: *Tectonics*, editada per l'*American Geophysical Union*.

El paper de la geologia regional

Del breu recordatori històric presentat i de les dades sobre la quantitat de geologia regional que es publica actualment es pot concloure que la importància de la geologia regional ha estat gran des del naixement de la geologia moderna fins als nostres dies i, penso, que ho continuarà essent en el futur. Aquesta permanència de la geologia regional al llarg de tota la història de la geologia és un reflex de la seva posició central en el mètode de treball de la geologia, degut al fet que la geologia, pel seu objectiu, és essencialment històrica i regional.

La geologia regional és alhora una interpretació realitzada a partir d'observacions i part fonamental de la «base empírica» de la geologia històrica i de la causal. Escric «base empírica» perquè aquesta és la funció que realment fan els resultats de la geologia regional respecte de l'elaboració de teoria històrica i causal; i ho escric entre cometes, perquè, en el sentit estricte del terme, no es tracta de dades empíriques. I això és important. Com ja ha estat dit, i convé insistir-hi, la geologia regional –i en particular la seva expressió gràfica, el mapa geològic– és una interpretació força complexa que, en gran part, reflecteix els coneixements teòrics del moment en què va ser realitzat.

La geologia regional constitueix la base per establir la història de la Terra, que és l'objectiu que defineix una de les dues grans branques de la geologia. És a partir de les geologies locals que es poden «llegir» o

interpretar immediatament les històries locals, i la suma de totes les històries locals constitueix la història de la Terra. El lligam, conceptual i metodològic, entre la geologia històrica i la geologia regional és tan estret –la interpretació de la primera és tan immediata a partir de la segona– que alguns autors les han considerades una única disciplina. Això és el que fan ENGELHARDT & ZIMMERMANN (1982, p. 10) en enumerar les principals disciplines que constitueixen les ciències de la Terra, on parlen de «geologia històrica i regional». No crec que hi calgui cap altre comentari.

Més complexes són les relacions de la geologia regional i la geologia causal o dels processos. Cal considerar, d'una banda, el paper de la geologia regional en l'establiment de teoria causal i, de l'altra, la influència de la teoria causal en la interpretació regional.

En l'establiment de teoria causal, la geologia regional hi fa diverses funcions: 1) plantejar problemes causals; 2) inspirar generalitzacions a partir de situacions particulars, i 3) contrastar generalitzacions. En certa manera, la geologia regional és una part essencial de les dades empíriques que formen la base de les generalitzacions a la geologia dels processos. Cal recordar aquí que degut al seu caràcter interpretatiu –i conseqüentment, teòric– la geologia regional ha de ser tractada críticament, molt particularment si s'utilitza per confirmar o falsar generalitzacions. Per tant, caldrà revisar sempre les geologies regionals considerades, discutir-ne les interpretacions i valorar les dades –quantitat i qualitat– en què es basa. Òbviament, part important de les dades empíriques emprades en geologia causal són alienes a la geologia regional (física, química, p. ex.), però allò que fa que les lleis proposades siguin realment geològiques és la seva aplicabilitat a la

geologia regional, ja que la geologia, com ja he dit, és essencialment històrica i regional. Es poden treballar problemes causals de manera totalment general i teòrica, sense tenir en compte cap cas regional concret, però al darrere sempre hi haurà problemes geològics reals –i, per tant, regionals– sense els quals no hi hauria geologia.

En sentit contrari al tractat en el paràgraf precedent, cal considerar la utilització de models teòrics per resoldre problemes de geologia regional. La interpretació que es fa de la geologia d'una regió depèn, en gran manera, de la base teòrica de què es disposa. I això és especialment important si es considera la impossibilitat de disposar de dades suficients per fer interpretacions unívokes. I, com ja s'ha comentat en parlar del mapa geològic, força dades bàsiques que s'utilitzen per establir la geologia regional admeten ja múltiples interpretacions. Aquestes dificultats, però, no han de portar a una aplicació acrítica dels models teòrics per resoldre casos de geologia regional. Al contrari, la seva aplicació crítica, mitjançant la realització d'una acurada geologia regional, ha de permetre constatar les limitacions dels models teòrics i així tancar el cercle, de manera que la geologia regional trobi les funcions catalitzadores de teoria causal, apuntades prèviament.

En resum, la geologia regional constitueix un primer graó interpretatiu, un primer resultat teòric, que en un segon graó es pot interpretar en termes de geologia històrica, explicar en termes de geologia causal o utilitzar-lo en la producció de teoria causal, amb la qual, en el procés de progressió del pensament geològic, manté una necessària relació iterativa. La geologia regional, és doncs, una peça clau, essencial, del mètode geològic.

Agraïments

Aquest article es basa en algunes de les idees expressades a la sessió del 2 de maig de 1994 del seminari que amb el títol «Geologia. Situació actual i noves perspectives», va organitzar la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona. Agraïixo a S. Reguant l'encàrrec que em feu de parlar-hi sobre geologia regional. També els comentaris de J. Guimerà i dels revisors anònims que, sens dubte, hauran ajudat a fer una mica més entenedores les idees de l'autor.

Bibliografia

- BERNKNOPE, R.L.; BROOKSHIRE, D.S.; SOLLER, D.R.; MCKEE, M.J.; SUTTER, J.F.; MATTI, J.C. & CAMPBELL, R.H. 1993. *Societal Value of Geological Maps*, U.S. Geological Survey, Circular 1111, 53 p.
- ENGELHARDT, W. VON & ZIMMERMANN, J. 1982. *Theorie der Geowissenschaften*, F. Schöning, Paderborn. 381 p. (Versió anglesa: Fisher, L. (trad.) 1988. *Theory of Earth Science*, Cambridge University Press, Cambridge, etc., 381 p.).
- GOHAU, G. 1987. *Histoire de la géologie*, La Découverte, Paris. 259 p.
- GOHAU, G. 1990. *Les sciences de la Terre aux XVIIe et XVIIIe siècles. Naissance de la géologie*, Albin Michel, Paris. 420 p.
- GREENE, M.T. 1982. *Geology in the Nineteenth Century. Changing Views of a Changing World*, Cornell University Press, Ithaca & London. 324 p.
- HÖLDER, K. 1989. *Kurze Geschichte der Geologie und Paläontologie*, Springer Verlag, Berlin, etc. 244 p.
- LAUDAN, R. 1987. *From Mineralogy to Geology. The Foundations of a Science, 1650-1830*, The University of Chicago Press, Chicago & London. 278 p.
- MARCOS, A. 1993. Con barro en las botas. *Rev. Soc. Geol. de España*, 6: 177-178.
- MOLNIA, B.F. 1992. Geologic Mapping Comes of Age. *GSA Today*, Sept. 1992: 191.
- MOLNIA, B.F. (ed). 1992. Forum. Issue: Geologic Mapping: Implementing the National Geologic Mapping Act of 1992. *GSA Today*, Nov. 1992: 242-244 i Dec. 1992: 263-266.
- OSPOVAT, A.M. 1980. The importance of regional geology in the geological theories of Abraham Gottlob Werner: A contrary opinion. *Annals of Science*, 37: 433-440.
- SOLÉ SABARIS, L. 1981. Raíces de la geología española. *Mundo Científico*, 9: 1018-1032.