

L'ECOSTRATIGRAFIA I LA SEVA PROBLEMÀTICA

Jordi Martinell,* Juan A. Simó **
i Emili Garcia Monclús ***

Rebut: octubre 1981

SUMMARY

Ecostratigraphy and its problematics

This is a brief analysis about ecostratigraphy, based on bibliographical as well as personal inquiries on the subject.

INTRODUCCIÓ

La realització d'aquest treball ha vingut motivada per l'absència palesa a la literatura geològica espanyola de treballs tant sobre ecostratigrafia com relacionats amb aquesta disciplina. Això contrasta amb el que hom pot constatar en la lectura de les revistes científiques més prestigioses dels països avançats en el camp de la geologia, on els treballs ecostratigràfics són cada vegada més abundants. En el present treball els autors intenten donar una visió global de què és l'ecostratigrafia i del que representa per als estudis enquadrats dintre el que es pot anomenar en termes generals «estratigrafia».

L'estratigrafia, com a ciència, cerca l'ordenació coherent dels esdeveniments que han tingut lloc en temps geològics passats. Aquesta recerca ha conduït diferents autors a realitzar una metodologia comuna d'aproximació, i el resultat ha estat la cor-

relació estratigràfica mitjançant la litostratigrafia la biostratigrafia i la cronostratigrafia. Des d'un punt de vista general, aquests resultats són positius, perquè permeten un llenguatge comú. D'una manera més detallada són molt criticables i són molt criticats. Molts autors (KRASSILOV, 1978; HOFFMAN, 1981, etc.) consideren que a causa de la recerca de correlacions a escala mundial, com poden ésser els treballs de BERGEREN (1972), BERGEREN & VAN COUVERING (1974), etc., la primitiva i natural filosofia de la correlació ha caigut en unes consideracions molt simples i del tot errades. Com a conseqüència d'aquesta tendència han estat creades divisions cronològiques que no corresponen a la realitat, mitjançant línies de temps arbitràries sense relació amb els esdeveniments biològics i sedimentològics. Tot això ha propiciat l'intent de racionalització de l'estratigrafia, amb la proposta de l'ecostratigrafia com a part de l'alternativa estratigràfica, jun-

* Departament de Paleontologia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Gran Via de les Corts Catalanes, 585. Barcelona-7.

** Departament de Petrologia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Gran Via de les Corts Catalanes, 585. Barcelona-7.

*** Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Gran Via de les Corts Catalanes, 585. Barcelona-7.

tament amb la litostratigrafia, la biostratigrafia i la cronostratigrafia.

EVOLUCIÓ HISTÒRICA

Segons MARTINSSON (1979), el primer autor que va utilitzar el terme *ecostratigraphy* fou Schindewolf l'any 1950. Per aquest darrer autor, l'ecostratigrafia representaria l'evolució estratigràfica de les comunitats florístiques i faunístiques. Hedberg, l'any 1958 (in MARTINSSON, 1979) ens parla d'ecostratigrafia utilitzant aquest terme per a descriure l'origen dels ambients des d'un punt de vista molt ampli. Aquest mateix autor remarca que durant algun temps el terme va aparèixer en la terminologia americana amb significats molt diversos.

Amb motiu de la reunió de la *International Subcommission on Stratigraphic Classification* (ISSC, membre de la IUGS) de l'any 1972, hom decidí que la terminologia i classificació estratigràfiques es podrien agrupar bàsicament en tres grups: biostratigrafia, litostratigrafia i cronostratigrafia, mentre que els aspectes coberts per l'ecostratigrafia foren deixats de banda. Aquesta divisió fou criticada durament pel seu dogmatisme i la seva rigidesa, ja que són tres especialitats íntimament relacionades entre si, per a les quals l'estudi dels ecosistemes és primordial. Arran d'aquest enfrontament científic els paleontòlegs quaternaristes van proposar l'ús del terme ecostratigrafia ja citat anteriorment per Hedberg.

MARTINSSON (1973) parla del desenvolupament de la biostratigrafia devers l'ecostratigrafia, és a dir, la correlació entre els ecosistemes i la seva relació amb el factor temps. Proposa el terme *synecological-sedimentological-syntesis*. Aquest autor indica la necessitat que el mateix tipus de treballs ecostratigràfics elaborats pels especialistes del Quaternari siguin realitzats sobre sediments molt més antics (Paleozoic, Mesozoic, etc.).

La proposta formal del *Project Ecostratigraphy* fou presentada a la UNESCO l'any 1973 pel comitè suec de l'IGCP, sent enregistrat amb el núm. 53. El projecte s'acceptà l'any 1974 com a *Key Project* de l'IGCP (International Geological Correlation Programme), el títol complet del qual és *A project for biochron correlation at the ecosystem level using the Wenlockian-Gedinnian as a test sequence* (MARTINSSON,

1978, 1979). A partir de l'any 1974 el terme ecostratigrafia comença a ser utilitzat amb una certa regularitat a les reunions científiques internacionals, encara que a vegades d'una manera imprecisa.

L'any 1976, la Societat Paleontològica russa dedica una sessió al tema *Ecostratigraphy and ecological systems of the geological past*, on les possibilitats d'investigació dintre aquest camp foren àmpliament debatudes. D'aleshores ençà la profusió de treballs ecostratigràfics a Rússia és notable. Tal i com destaca MARTINSSON (1979), però, el moviment ecostratigràfic rus és independent del projecte IGCP, iniciat l'any 1972, encara que els seus plantejaments són paral·lels.

WATERHOUSE (1976) proposa la incorporació de l'ecostratigrafia com a quarta categoria principal de la classificació estratigràfica, ensems amb la litostratigrafia, la biostratigrafia i la cronostratigrafia, i revisa el problema de la jerarquia a la nomenclatura biostratigràfica. Paral·lelament a la jerarquia de les superzones, biozones i subzones, proposa una jerarquia ecostratigràfica a base d'unitats ecològiques i biostratigràfiques barrejades.

MARTINSSON (1976), en una petita nota editorial de la revista *Lethaia*, insisteix en la necessitat que els estudis ecostratigràfics siguin considerats com una nova categoria del mateix nivell que la biostratigrafia, la litostratigrafia i la cronostratigrafia, remarcant també la utilitat d'aquesta mena d'estudis. Posteriorment, en un treball d'anàlisi crítica sobre la classificació estratigràfica, HOLLAND (1978) arriba a conclusions molt similars a les manifestades per MARTINSSON (1976).

KRASSILOV (1978) critica l'evolució de la classificació estratigràfica de les darreres dècades, ja que passa de regional a global i de natural a artificial. Donat que els canvis en els processos sedimentaris estan controlats pels factors físics, i aquests són cíclics, i que a la vegada condicionen l'ecosistema, aquest autor veu la necessitat de l'estudi evolutiu dels ecosistemes en comptes de l'estudi aïllat de l'evolució a nivell específic.

CISNE & RABE (1978) i RABE & CISNE (1980) mostren la utilitat dels estudis ecostratigràfics per a poder correlacionar diferents nivells corresponents a una mateixa conca sedimentària, utilitzant el terme «coenocorrelació» per a l'anàlisi dels gradients de les paleocomunitats, de gran

utilitat en els estudis de seqüències deposicionals a conques individuals.

Encara que la problemàtica de l'ecostratigrafia en ella mateixa no es tracta, creiem interessant de comentar el treball de JOHNSON (1979) per l'anàlisi que fa de les classificacions biostratigràfiques. Aquest autor proposa una classificació més racional de les zones biostratigràfiques tenint també en compte les unitats paleoecològiques, reagrupant les zones definides a la *International Stratigraphic Guide* (HEDBERG, 1976, 1980) en tres tipus diferents: 1) zones amb límits definits basats en esdeveniments dels estrats, 2) zones amb límits definits basats en esdeveniments filètics, i 3) zones sense límits definits.

CUGNY & REY (1981 a, 1981 b) mostren la utilitat de l'ús de l'anàlisi factorial i de l'anàlisi de correspondències en l'estudi de les conques sedimentàries. Proposen, així mateix, el terme «ecozona» per a designar la unitat espacial corresponent al conjunt de capes que materialitzen un medi de vida homogeni. Aquest concepte, l'apliquen a l'Albià de Portugal, on arriben a diferenciar fins a sis ecozones diferents.

HOFFMAN (1981) és el primer autor que fa una anàlisi crítica seriosa sobre les diferents tendències ecostratigràfiques. Per ell l'ecostratigrafia ha tingut un ampli ressò, no solament per la seva aplicació pràctica sinó també per la seva aproximació a la filosofia de l'estratigrafia. Segons aquest autor, l'estratigrafia necessitaria un *geological-time-frame* format per unitats basades en conceptes evolutius i ecològics més reals, proposant a la vegada una sèrie de paràmetres per tal de limitar el paradigma ecostratigràfic.

A TALL DE REFLEXIÓ

Hom pot definir l'ecostratigrafia com a l'estudi de l'evolució dels ecosistemes fòssils. Aquesta definició, molt vaga de per si, ha donat peu al fet que dintre el moviment ecostratigràfic internacional s'hagin desenvolupat diferents concepcions sobre ella (MARTINSSON, 1980; HOFFMAN, 1981; KRASSILOV, 1974, 1978; OLSON, 1980), encara que l'objectiu de totes elles és arribar a tenir un coneixement més racional sobre les conques sedimentàries (marines i no marines) i la seva cronocorrelació.

Segons KRASSILOV (1978) i HOFFMAN

(1981) l'ecostratigrafia consistiria en l'estudi de les comunitats tipus (grup de comunitats que formen part d'una bioprovinça individual, les quals presenten unes estructures ecològiques properes i limitades per factors ambientals) i en l'anàlisi regional de conques, tenint sempre en compte la relació organisme-hàbitat, adaptacions bàsiques i interrelacions genètiques.

La correlació geològica sota el concepte d'ecostratigrafia es basaria en la correlació a nivell de comunitat-tipus. Tot això implica l'existència de línies de temps, cada una representativa d'un esdeveniment geobiològic imprès al registre estratigràfic, i la d'una distribució de paleocomunitats tipus, tenint en compte les interpretacions paleobiogeogràfiques a gran escala i la tectònica.

Per a poder realitzar estudis ecostratigràfics hom ha de partir d'una base geobiològica molt àmplia. Per això cal la diagnòsi de les espècies incloses en els materials en estudi. Aquesta diagnòsi s'ha de realitzar considerant els aspectes poblacionals (variabilitat inter i intrapoblacionals, dinàmica, etc.), després d'haver realitzat un mostratge correcte que pugui caracteritzar la comunitat en tres direccions. Els estudis tafonòmics són imprescindibles per a conèixer si els organismes fòssils i els materials que els envolten estan situats en el seu context ecosistemàtic, tal i com posen de manifest MARTINSSON (1979) i HOFFMAN (1981), els quals critiquen al seu torn la poca atenció que paren sobre els estudis tafonòmics alguns dels treballs inclosos dintre el «*Project Ecostratigraphy*».

Un percentatge molt elevat dels treballs realitzats sota els auspicis del «*Project Ecostratigraphy*» consisteix en revisions taxonòmiques i descriptiva de la flora i fauna del Silúric. Aquest tipus de treballs són imprescindibles, però tanmateix, l'ecostratigrafia requereix un coneixement dels ecosistemes (biològic, sedimentològic i tafonòmic). D'altra banda, aquests treballs descriptius, juntament amb els de morfologia funcional, paleoecologia, etc., tenen una gran vàlua per les seves aportacions al coneixement de les faunes i flores fòssils. Alguns exemples d'aquests treballs poden ser els de HURST (1975), WATKINS (1975), WORSLEY & BROADHURST (1975) i LENZ (1976) sobre braquiòpodes; WATKINS (1978) sobre ecologia de bival-

ves; TUREK (1978) sobre nautiloïdeus; FRANZÉN (1977) sobre crinoids; WATKINS & BERRY (1977) sobre graptòlits; LAUFELD (1974) sobre quitinozous, GRAY & BOUCOT (1977) i EDWARDS, BASSET & ROGERSON (1979) sobre plantes vasculars, etc.

Com a exemple d'estudi ecostratigràfic, a part dels citats inclosos en el «*Project Ecostratigraphy*», podem citar SPJELDNAES (1978), el qual va estudiar les comunitats faunístiques del Quaternari de l'àrea del fiord d'Oslo (Noruega) relacionant-les amb les de l'Àrtic. Per això aquest autor va tenir en compte tant els processos tafonòmics i sedimentològics com els ambientals, parant una atenció especial en els mostrats realitzats.

Es evident que com més antics són els materials sedimentaris estudiats, més difícil serà l'aplicació del model de treball ecostratigràfic, agreujant-se aquest problema en els casos en què el desconeixement de l'ens i la seva desconnexió filogenètica dificulta enormement el treball d'interpretació. En referència a aquest aspecte, hi cap citar l'enorme esforç realitzat per alguns científics en intentar invertir el sentit normal de treball que consistia a servir-se de l'actualisme per tal de reconstruir el medi i les condicions físiques del moment. En aquest sentit tenim la discussió de Gould sobre uniformitarisme substantiu i metodològic, que podem trobar a VALENTINE (1973) i a DE RENZI (1981). Així, JEPSON (1974, 1979), KLAPPER & BARRICK (1976) i KLAPPER & JOHNSON (1980) intenten d'apropar-se a la realitat biològica dels conodonts a partir de l'estudi sistemàtic de totes les característiques físiques i biològiques que degueren envoltar l'ens ostentador de tals elements. Així, hom realitzà estudis paleoecològics, tafonòmics, de morfologia funcional, entorn biològic i del medi físic, és a dir, en una paraula: de l'ecostratigrafia envoltant. D'aquesta manera, en invertir el procés s'estableixen unes bases taxonòmiques que a la llarga repercuteixen de bell nou sobre l'estudi ecostratigràfic dels tals sediments.

Com a conclusió final, podríem dir que l'Ecostratigrafia, en el seu sentit ampli, equivaldria a la introducció d'una dimensió paleobiològica als estudis estratigràfics.

AGRAÏMENTS

En primer lloc volem agrair al Dr. Martinsson (Department of Paleobiology, Universitat d'Uppsala, Suècia), les informacions de tota mena que ens ha donat sobre el «Project Ecostratigraphy». També volem fer constar el nostre agraïment al Dr. De Renzi (Facultat de Biologia, Universitat de València), pels comentaris sobre el manuscrit, i al Dr. Seilacher (Institut und Museum für Geologie und Paläontologie, Universitat de Tübingen, Alemanya) per les opinions que ens donà sobre l'Ecostratigrafia, durant la realització de l'International Meeting on Paleontology, Essential of Historical Geology (Venècia, juny 1981).

BIBLIOGRAFIA

- BARRICK, J. E. & KLAPPER, G. 1976. Multielement Silurian (Late Llandoveryan and Wendlockian) Conodonts of the Clarita Formation, Arbuckle Mountains, Oklahoma, and phylogeny of *Kockella*. *Geol. et Paleont.*, 10: 59-100.
- BERGGREN, W. A. 1972. A Cenozoic time-scale- some implications for regional geology and paleobiogeography. *Lethaia*, 5 (2): 195-215.
- BERGGREN, W. A. & VAN COUVERING, J. A. 1974. *The Late Neogene*. Elsevier. Amsterdam.
- CISNE, J. L. & RABE, D. B. 1978. Coenocorrelation: gradient analysis of fossil communities and its applications in stratigraphy. *Lethaia*, 11 (4): 341-364.
- CUGNY, P. & REY, J. 1981a. *Contribution of Methods in descriptive statistics (Factorial analysis and Dynamic cluster analysis) in Paleogeology*. In: *Concept and Method in Paleontology (Contributed Papers)* (J. Martinell, ed.): 279-286.
- CUGNY, P. & REY, J. 1981b. Analyse factorielle et nuées dynamiques appliquées à l'étude de Biofaciès et de leurs enchainements séquentiels: Exemple de l'Albien portugais. *Geobios*, 14 (3): 311-321.
- DE RENZI, M. 1981. Some philosophical questions about paleontology and their practical consequences. In: *Concept and Method in Paleontology* (J. MARTINELL, Ed.). *Acta Geol. Hisp.*, 6 (1-2): 313-324.
- EDWARDS, D., BASSET, M. G. & ROGERSON, C. W. 1979. The earliest vascular land plants: continuing the search for proof. *Lethaia*, 12 (4): 313-324.
- FRANZEN, C. 1977. Crinoid holdfasts from the Silurian of Gotland. *Lethaia*, 10 (3): 219-234.
- GRAY, J. & BOUCOT, A. J. 1977. Early vascular land plants: proof and conjecture. *Lethaia*, 10 (2): 145-174.
- HEDBERG, H. D. (Ed.). 1976. *International Stratigraphic Guide*. John Wiley. New York (ed. espanyola: 1980. *Guia Estratigràfica internacional*. Reverté. Barcelona).
- HOFFMAN, A. 1981. The ecostratigraphy paradigm. *Lethaia*, 14 (1): 1-7.

- HOLLAND, C. H. 1978. Stratigraphical classification and all that. *Lethaia*, 11 (2): 85-90.
- HURST, J. M. 1975. The function of the brachial valve septa in plectambonitacean brachiopods. *Lethaia*, 8 (1): 63-67.
- JEPSSON, L. 1974. Aspects of late Silurian conodonts. *Fossils and Strata*, 6: 1-78.
- JEPSSON, L. 1979. «Conodonts». In: *Lower Wenlock faunal and Floral dynamics-Vattenfaller section, Gotland* (Jaanussun *et al.*, Ed.), Sver. Geol., Unders.: 225-248, Uppsala.
- JOHNSON, J. G. 1979. Intent and reality in Biostratigraphic zonation. *J. Paleont.*, 53 (4): 931-942.
- KLAPPER, G. & JOHNSON, J. C. 1980. Endemism and dispersal of Devonian conodonts. *J. Paleont.*, 54 (2): 400-455.
- KRASSILOV, V. 1974. Causal biostratigraphy. *Lethaia*, 7 (3): 173-179.
- KRASSILOV, V. 1978. Organic evolution and natural stratigraphical classification. *Lethaia*, 11 (2): 93-104.
- LAUFELD, S. 1974. Silurian Chitinozoa from Gotland. *Fossils and Strata*, 5: 1-130.
- LENZ, A. C. 1976. Lower Devonian brachiopod communities of the northern Canadian Cordillera. *Lethaia*, 9 (1): 19-27.
- MARTINSSON, A. 1973. Ecostratigraphy. *Lethaia*, 6 (4): 441-443.
- MARTINSSON, A. 1976. Editor's note: Ecostratigraphy and the Lethaia Seminar. *Lethaia*, 9 (3): 325-326.
- MARTINSSON, A. 1978. Project Ecostratigraphy. *Lethaia*, 11 (1): 84.
- MARTINSSON, A. 1979. Ecostratigraphy and Project Ecostratigraphy. (Original en rus). *Kazakh Acad. Sci. Alma-Ata*, 4-5: 11-20.
- MARTINSSON, A. 1980. Ecostratigraphy: limits of applicability. *Lethaia*, 13 (4): 363.
- OLSON, E. C. 1980. Taphonomy: Its history and role in community evolution. In: *Fossils in the Making* (A. K. BEHRENSMEYER & A. P. HIR, eds.) Mp., 5-19. University of Chicago Press.
- RABE, B. D. & CISNE, S. L. 1980. Chronostratigraphic accuracy of Ordovician ecostratigraphic correlation. *Lethaia*, 13 (2): 109-117.
- SPJELDNAES, N. 1978. Ecology of selected Late and Post-Glacial marine faunas in the Oslo Fjord area. *Geol. För. Stockholm Förh.*, 100 (2): 189-202.
- TUREK, V. 1978. Biological and stratigraphical significance of the Silurian nautiloid *Aptychopsis*. *Lethaia*, 11 (2): 127-138.
- VALENTINE, J. W. 1973. *Evolutionary paleoecology of the marine biosphere*. Prentice-Hall. New York.
- WATERHOUSE, J. B. 1976. The significance of ecostratigraphy and need for biostratigraphic hierarchy in stratigraphic nomenclature. *Lethaia*, 9 (3): 317-325.
- WATKINS, R. 1975. Silurian brachiopods in a stromatoporoid bioherm. *Lethaia*, 8 (1): 53-61.
- WATKINS, R. 1978. Bivalve ecology in a Silurian shelf environment. *Lethaia*, 11 (1): 41-56.
- WATKINS, R. & BERRY, W. 1977. Ecology of a Late Silurian fauna of graptolites and associated organisms. *Lethaia*, 10 (4): 267-286.
- WORSLEY, D. & BROADHURST, F. M. 1975. An environmental study of Silurian atrypid communities from Southern Norway. *Lethaia*, 8 (4): 271-286.