

ACADEMIA ROMÂNĂ
DISCURSURI DE RECEPȚIE

Acad. LIVIU CONSTANTINESCU
SINERGISMUL ÎN CERCETĂRILE GEONOMICE

Discurs rostit la 17 aprilie 1992 în ședință publică

Cu răspunsul
acad. SABBA ȘTEFĂNESCU

Cuvînt de deschidere a ședinței de
acad. NICOLAE CAJAL

EDITURA ACADEMIEI ROMÂNE

București, 1992

Academician NICOLAE CAJAL
Vicepreședinte al Academiei Române

CUVÎNT DE DESCHIDERE

*Domnule Președinte,
Stimați colegi,
Doamnelor și domnilor,*

Îmi revine plăcuta și onoranta îndatorire de a conduce astăzi, în numele Biroului Prezidiului Academiei Române, ședința dedicată prezentării discursului de recepție în Academia noastră, de către distinsul nostru coleg, academicianul Liviu Constantinescu, președintele Secției de Științe geonomice, personalitate de seamă a științelor românești despre Pământ.

Academia Română, recuperându-și după Revoluția din Decembrie funcțiile sale, menirea sa adevărată, în conformitate cu actul de naștere semnat acum mai bine de 125 de ani, a reluat și tradiția prezentării, în ședințe publice, a discursurilor de recepție, urmate de răspunsul unui alt membru titular al Academiei.

Dintotdeauna, din 1869, de la primul discurs de recepție în Academia Română al istoricului Alexandru Papiu-Ilarian, acestea s-au constituit în momente de referință ale disciplinelor evocate, în sărbători ale științei academice românești. Larga Dv. participare dovedește și astăzi acest atașament.

În aula noastră istorică au răsunat, în memorabile discursuri de recepție din sfera științelor despre Pământ — numite acum **geonomice**, la propunerea însăși a celui pe care-l audiem astăzi — ilustre personalități ce au întărit prestigiul Academiei Române în direcții fundamentale ale cunoașterii: Grigore Cobălcescu (1887), pe care de altfel, în acest an, Academia Română îl omagiază la împlinirea a 100 de ani de la încetarea sa din viață, Ștefan Hepites (1903), Ludovic Mrazec (1907), pe care-l vom omagia în luna mai, la 125 de ani de la nașterea sa, Gheorghe Macovei (1940) și în timpuri mai recente, în 1975, Dan Giușcă și Vintilă Mihăilescu.

Reintrând în tradiție, discursurile de recepție se vor succeda ritmic și iată, în domeniul geoștiințelor vom avea bucuria, curînd, la 6 mai a.c., să participăm și la discursul de recepție al distinsului nostru coleg, geolog, Ion Băncilă.

Personalitatea profesorului Liviu Constantinescu este, desigur, binecunoscută în cercurile științifice, academice și universitare, iar aportul său la revigorarea Academiei

Române și a spiritului academic în cercetarea științifică românească din ultimii ani este cu totul remarcabil. Aprecierea de care se bucură mă scutește aproape de a mai aminti auditoriului de astăzi unele repere din activitatea sa creatoare.

Absolvent al Facultății de Științe a Universității din București în 1935, dobândește un eminent doctorat în științe fizice la numai 27 de ani. Domeniul căruia i s-a dedicat — din 1943 — la sugestia profesorului Sabba Ștefănescu, distinsul nostru coleg ce astăzi va rosti răspunsul la discursul de recepție, domeniu care în același timp l-a consacrat, a fost geofizica.

O strălucită activitate didactică, începută în 1937 și întreruptă prematur în chip discriminator în 1975, i-a adus colegului nostru o largă recunoaștere și admirație. Concomitent, a desfășurat o intensă activitate de cercetare științifică în cadrul Institutului de Fizică al Academiei. Rezultate deosebite au fost obținute prin valorificarea înregistrărilor continue ale variației cîmpului geomagnetic, efectuate pentru prima dată în țara noastră în cadrul Observatorului Geofizic Surlari, al cărui prim-director a fost.

În domeniul seismologiei, conduce apoi Secția de Geofizică Aplicată și de Seismologie a Centrului de Cercetări Geofizice al Academiei, nou-înființat.

Primește curând laurii unei frumoase recunoașteri internaționale, fiind ales membru în diverse organisme științifice internaționale, dintre care remarcăm prezența sa în Comitetul Executiv al Uniunii Internaționale de Geodezie și Geofizică, unde accede și la funcția de vicepreședinte.

În cadrul Academiei Române, domnia sa are, de la reorganizarea sa din 1990, funcții însemnate de conducere. În calitatea sa de președinte al Secției de Științe Geonomice și de membru al Prezidiului Academiei Române, contribuie în mod esențial la orientarea cercetărilor efectuate în țara noastră și în particular a celor geonomice.

Vocația sa, deschiderea spre colaborarea multi- și interdisciplinară l-au recomandat ca personalitatea cea mai potrivită a conduce nou-creata Comisie Națională pentru Aplicarea Programului Internațional Geosferă-Biosferă.

De altfel, în discursul său de recepție „Sinergism în cercetările geonomice”, colegul nostru ne va arăta, la 20 de ani de la lansarea de către Hermann Haken a noțiunii de sinergism, modul în care științe diferite contribuie, fiecare prin mijloace specifice, interacționînd pe parcurs una asupra celeilalte, inclusiv în optimizarea programului de culegere a informației, la rezolvarea unei probleme globale, tot mai acută astăzi, de dimensiunile cunoașterii evoluției planetei Pământ.

Aveți cuvîntul, **domnule academician!**

Academician LIVIU CONSTANTINESCU

SINERGISMUL ÎN CERCETĂRILE GEONOMICE

— DISCURS DE RECEPȚIE —

*Domnule Președinte al Academiei Române,
Domnule Președinte al ședinței,
Distinși colegi,
Doamnelor, domnișoarelor, domnilor,*

O trecere în revistă, oricât de grăbită, a dezvoltării în timp a științei scoate în evidență, în diversele ei domenii, întreruperi sporadice ale evoluției prin intervale relativ scurte de schimbări bruște, fundamentale și radicale, adevărate revoluții afectând substanțial însuși cadrul conceptual de cunoaștere, înțelegere și interpretare a faptelor bine stabilite anterior, care constituie obiectul domeniului științific corespunzător. Adeseori chiar aceste fapte contribuie ele însele la apariția revoluției care duce la elaborarea unui nou corpus de concepții, cuprinzându-le coerent și — mai mult decât atât — sugerând totodată noi căi și metode de investigație, mergând chiar până la imaginarea de noi strategii pentru a promova avansarea științei.

Fenomenul este de o importanță și de proporții care au determinat nu numai luarea lui în considerare, cu atenție deosebită, în dezvoltarea științei, ci chiar examinări de ansamblu ale rolului lui pe plan epistemologic, în elaborarea a ceea ce constituie, în termeni largi, filosofia științei.

O carte ¹ care i-a fost dedicată specific ar putea avea ca titlu mai general și mai elocvent din acest punct de vedere — sau și numai ca subtitlu — „Revoluția creatoare” ca antiparafrazare a titlului cărții lui Bergson *L'évolution créatrice*, referitoare la dezvoltarea, să-i zicem pașnică, a cunoașterii și înțelegerii științifice.

Fără intenția unei prezentări de ilustrare completă dar cu aspirația la sugestii reprezentative, se pot aminti, fără insistență, asemenea fenomene revoluționare din istoria științelor, uneori, dar nu totdeauna, legate de numele unor personalități determinante pentru producerea lor: sistemul heliocentric — Copernic, gravitația universală — Newton, cantitativul în chimia anorganică — Lavoisier, Dalton, Prout, sinteza în chimia organică — Wöhner, Berthelot, originea speciilor — Darwin, electromagnetismul — Maxwell, Hertz, cuantele — Planck, radioactivitatea — soții Curie, relativitatea — Einstein, mecanica

1 T.S. KUHN (1964), *The Structure of Scientific Revolution*, University of Chicago Press.

cuantică — Heisenberg, Schrödinger, de Broglie, Dirac etc.

În domeniul științelor Pământului au fost în trecut mai îndepărtat unele manifestări cu caracter revoluționar relativ modest, ca cele legate de afirmarea actualismului — Lyell, sau de disputa dintre neptunieni — Werner și plutonieni — Hutton, privind formarea rocilor. Dar o adevărată mare manifestare revoluționară, caracterizată nu doar prin lupta dintre concepții de importanță relativ limitată pentru procesul de cunoaștere însuși și prin impunerea uneia dintre ele, ci prin modificări esențiale și radicale ale întregului cadru conceptual existent ca și ale etapelor desfășurării cercetărilor s-a produs în zilele noastre, mai precis în anii '60, adică în deceniul al șaptelea al acestui secol. Ea s-a încheiat prin integrarea coordonată a întregului ansamblu de fapte cunoscute până acum în geostiințe, prin descoperirea de altele noi, ca și prin interpretarea lor coerentă în acest cadru și prin prevederea de situații nebănuite, confirmate de observații, fiind afectate mai mult sau mai puțin — mai curând mai mult — toate disciplinele care au ca obiect structura și fenomenologia Pământului.

Această revoluție din cadrul geostiințelor nu este legată în particular de numele unei anumite sau al unor anumitor personalități, deși se pot cita câteva cazuri de persoane cu merite deosebite pentru o fază sau alta, pentru o performanță sau alta ori pentru anumite rezultate ale cercetărilor încheiate cu formularea noii teorii geotectonice, cunoscută sub numele de tectonica plăcilor sau tectonica globală. Noul sistem de cunoștințe privind dinamica porțiunilor de suprafață ale „Pământului solid” se bazează pe principalele rezultate ale unor ample cercetări extinse la întregul Glob terestru, prin impresionante eforturi multi- și interdisciplinare, susținute de echipamente și tehnici de primă mână, într-o colaborare strânsă, determinată mai curând de necesități interne de cunoaștere și înțelegere a faptelor decât de coordonări externe, deși nici acestea n-au lipsit în cadrul unor mari programe științifice internaționale, începând cu activitățile „Anului Geofizic Internațional” și continuând cu „Proiectul Mantalei Superioare” până la „Programul Interunional al Litosferei”.

Revoluția pe care o reprezintă în domeniul geonomic concepțiile tectonicii plăcilor a fost mai ales rezultatul acestei ample și întinse cooperări multi- și interdisciplinare la scară mondială. Colaborări multi- și interdisciplinare au existat și mai înainte, deși la scară mai redusă și, în general, pe plan național, de exemplu între mineralogie, cristalografie și fizică, ori între petrografie, petrologie și geochimie în studiul mineralelor și rocilor sau între stratigrafie și paleontologie în datarea relativă a formațiunilor geologice. Cu deosebire, însă, s-au dezvoltat asemenea cercetări cu caracter de interdisciplinaritate între diversele metode ale prospecțiunilor geofizice, în interpretări „complexe” sau „integrate” ale datelor lor. Desfășurate la scară relativ modestă, ele n-au avut nici amploarea — ca număr de parteneri în colaborare și ca volum și varietate în participare —, nici caracterul sistematic al celor care au condus la concepțiile tectonicii globale sau suportul instrumental și metodologic al acestora. Mai mult decât atât, această colaborare de pe urmă prezintă două caracteristici noi care i-au asigurat eficiența, imprimând și un termen nou pentru desemnarea ei, și anume: 1) declanșarea colaborării chiar de la începutul cercetărilor și 2) adaptări reciproce ale metodelor de investigație, ca tehnică de aplicare și

obiect parțial de studiu pe întregul parcurs al procesului cercetării.

Cu aceasta am ajuns la obiectul propriu-zis al expunerii mele: sinergismul — deci noul stil de interdisciplinaritate — în particularizarea pentru științele Pământului. *Sinergismul în cercetările geonomice* este tocmai această cooperare multi- și, mai ales, interdisciplinară, pornită chiar de la începutul procesului de investigare și desfășurată pe întregul lui parcurs, cu frecvente sugestii reciproce de repetări (adesea cu anumite adaptări) sau accentuări ale unor operațiuni specifice, aplicate unor obiective date și în etape spațiale/temporale de interes comun deosebit pentru unul sau altul dintre parteneri sau pentru amândoi. Conceput ca utilizare în paralel a unor agenți de investigare diferiți, urmărind același scop final, sinergismul există și în alte domenii — și nu numai în cercetare ci și în aplicații, de exemplu în medicină, unde apare ca aplicarea în paralel a mai multor mijloace terapeutice în tratamentul unor anumite afecțiuni — și este totdeauna caracterizat ca finalitate prin obținerea unui rezultat total mai mare decât suma rezultatelor parțiale ce ar fi fost obținute prin utilizarea izolată a fiecărui agent în parte.

Termenul de sinergism — care etimologic nu înseamnă altceva decât conlucrare — are, deci, în ordinea de idei care ne interesează, sensul particular de activitate concertată interdisciplinară de-a lungul desfășurării unui proces (în cazul care interesează, aici, proces de cercetare geonomică), implicând mai mulți agenți (aici, științe geonomice sau discipline parțiale ale lor), cu acțiune nu numai asupra obiectivului avut în vedere ci și asupra partenerului/partenerilor de colaborare. Particularizând pentru cercetările geofizice — care reprezintă categoria de cercetări geonomice în care sinergismul s-a manifestat inițial mai bine organizat —, se poate preciza că sinergismul nu înseamnă, deci, integrarea finală a unor rezultate parțiale obținute izolat de fiecare disciplină în parte (chiar dacă din punctul ei de vedere ele au un caracter final), nu înseamnă, așadar, interpretare „integrată” sau „complexă”. El reprezintă un ansamblu de cercetări interactive în toate fazele procesului desfășurat pentru studiul multilateral al obiectului cercetărilor: planificare, achiziție a datelor de observație, reducerea lor în stare de comparabilitate, tratament al informațiilor obținute, interpretare a rezultatelor, cu adaptări reciproce ale tehnicilor de investigație de-a lungul întregului parcurs, uneori cu repetări ale operațiilor în diverse variante după sugestiile partenerului/partenerilor de cercetare, în etape și faze care se dovedesc de interes deosebit sau specific productive.

Eficiența sinergismului rezultă cu mare putere de convingere din examinarea aplicării lui într-un cadru mai larg, definit pe de-o parte științific-metodologic de amploarea obiectivului cercetării și de numărul agenților participanți la proces, deci de numărul științelor angajate sinergistic, și pe de altă parte geografic, ca aplicare a investigațiilor în arii geografice date, mai curând de mare extindere. În particular acesta este cazul pentru cercetările geonomice care au avut ca rezultat elaborarea concepțiilor tectonicii plăcilor, considerată câțiva timp doar ca o ipoteză, dar acum constituind o autentică teorie, numită preferențial tectonică globală, acest ultim adjectiv având dublul sens de antrenare în procesul sinergistic a ansamblului geoștiințelor și de aplicare a cercetărilor lor la scară planetară.



Înainte de prezentarea acestui exemplu, remarcabil prin marea lui capacitate de ilustrare a aplicării și eficienței sinergismului în cadru amplu geonomic, este bine să trecem în revistă — fie și numai într-o conturare în linii generale — felul în care această concepție și tehnicile corespunzătoare își arată cel puțin potențialitățile promițătoare dacă nu chiar rezultate efective în principalele grupe de geostiințe. Expunerea va fi sumară, examinând mai întâi situația în general în geofizică, apoi, în termeni și mai generali, în geologie și pentru geografie. Prioritatea acordată geofizicii în ordinea și chiar extinderea prezentării este recomandată de două împrejurări: 1) în investigațiile ei, multi- și, apoi, interdisciplinaritatea mergând până la sinergism s-au manifestat cel dintâi și cu rezultate evidente și 2) doar pentru geofizică s-a produs până acum recunoașterea de către părți autorizate a meritelor procedurii sinergice, aceasta constituind obiect de prezentare în cadru organizat, fiind inclusă într-un tratat de mare prestigiu și larg dezbătută în cerc de specialiști, cu competență și la nivel corespunzător.

Manifestări de sinergism se pot detecta atât în geofizica aplicată, cât și în Fizica Globului, mai întâi timide și modeste ca amploare și rezultate, apoi cu afirmări categorice și cu performanțe care au împins luarea lor în considerare, chiar în recomandări de organizare sistematică a cercetărilor. În prospecțiunile geofizice, abordarea multi- și interdisciplinară simplă s-a impus relativ timpuriu și a condus de la început la rezultate bune, încurajatoare pentru dezvoltări ulterioare, în așa-zisele interpretări integrate sau complexe. Sunt bine cunoscute asemenea interpretări ale informațiilor obținute prin metode sau tehnici diferite, uneori cu potențialități paralele (gravimetrie și magnetometrie, radiometrie și magnetometrie, pentru această ultimă asociere în particular după adaptarea tehnicilor corespunzătoare la determinări din avion), dar mai ales pentru procedee cu capacități complementare (electrometrie și seismică-refracție, electrometrie și magnetometrie), pentru toate cazurile putându-se cita numeroase exemple („istorii de cazuri”). Este elocventă simpla menționare a posibilităților de asociere sinergică a gravimetriei și magnetometriei în rezolvarea problemelor de geometrie și/ori constituție/structură a fundamentului cristalin sub pătura sedimentară, importante ca etape de cunoaștere în vederea aplicării prospecțiunilor seismice pentru zăcămintele de hidrocarburi, a electrometriei și magnetometriei în detectarea cavitațiilor subterane sau a structurilor vechi ascunse (prima de interes pentru cercetările arheologice), a electrometriei și seismicii-refracție în diverse probleme de geofizică inginerească, a electrometriei și geotermiei în investigarea termalismului, a electrometriei și magnetometriei în cercetările pentru minereuri etc.

Mai târziu a apărut în geofizica aplicată autentică interdisciplinaritate activă sinergică, cu performanțe remarcabile în asocierea dintre seismică-reflecție și diagrapia geofizică, amplu dezbătută și recunoscută ca de mare eficiență la al X-lea Congres Mondial al Petrolului din 1979 de la București, în cadrul unor „discuții concertate” (*panel discussions*) care au scos în relief efectele impresionante ale strânsei colaborări menționate mai sus, caracterizate prin interacțiuni frecvente sugerate de fiecare partener pentru detalieri, respectiv mărituri în densitatea spațială și/sau temporală a operațiilor celuilalt

partener, tehnicile seismice orientând amplasarea găurilor de sondă pentru efectuarea carotajelor acustice iar informațiile acestora furnizând pentru undele elastice valorile vitezelor de propagare, necesare în vederea interpretării datelor seismice pentru transformarea secțiunilor de timp în imagini structurale.

Este semnificativ faptul, menționat deja în trecut, că tehnica sinergistică s-a bucurat de confirmarea reprezentată de includerea ei în rândul procedeelelor omologate, chiar într-o carte de mare autoritate. Importanța acestei tehnici a fost subliniată în legătură cu activitățile de detectare și conturare a zăcămintelor de hidrocarburi. Este ceea ce a făcut cunoscutul geofizician-prospecteur L.L. Nettleton, care a dedicat problemei sinergismului partea a treia (în al cărei titlu figurează sintagma „interpretarea sinergistică”) dintr-o nouă ediție a cunoscutei lui cărți de prospecțiuni geofizice pentru petrol — care, să menționăm în trecut, l-a făcut celebru în așa măsură că între specialiștii domeniului se vorbește ca despre „omul care a scris cartea” —. În partea cărții pe care am menționat-o, Nettleton a amplificat conținutul noțiunii de sinergism, incluzând între parteneri și geologia și completând-o calitativ cu elemente subtile, ca talentul și imaginația. Câteva rânduri din această parte a cărții merită să fie citate: „Cuvântul *sinergist* a intrat în ultimii ani în utilizare aproape obișnuită, pentru a indica un rezultat dintr-o combinație de idei, talent sau alte componente ale unei conferințe, unui simpozion sau combinație de surse de informații, rezultat care este mai mare decât suma părților lui. Termenul pare deosebit de potrivit pentru o combinație de date geofizice și geologice aplicate pentru a rezolva o problemă de natură generală, de exemplu caracteristicile interne ale unui mare bazin sau una mai specifică, adică o posibilă acumulare de petrol”. În legătură cu problemele metrologice, în particular în cazul operațiunilor geofizice marine deasupra platformei continentale, combinând seismica marină, gravimetria marină și magnetometria marină (sau aeropurtată), deasupra unei aceleiași arii, aspectul economic este de asemenea luat în considerare: „când toate trei tipurile de măsurători sunt făcute simultan pe un același vas, principiul sinergistic este într-adevăr aplicabil. Este mai economic să se combine toate acestea într-o singură operație întrucât, natural, costul vasului și sistemul de reperare a locului este comun”.

În cazul Fizicii Globului, interdisciplinaritatea simplă s-a recomandat de la sine, printre altele prin suprapunerea în aceleași zone geografice a gradului ridicat de seismicitate, pus în evidență de hărțile epicentrale, și a anomaliilor gravimetrice (anomaliile Bouguer și anomaliile izostatice), de exemplu în India, în Arhipelagul Indonezian și chiar în regiunea Vrancea, ori prin paralelisme între particularitățile distribuției spațiale și temporale a câmpului geomagnetic, respectiv ale curenților telurici. În ambele categorii de cazuri se manifestă adesea și alte caracteristici geofizice (de exemplu geotermică sau/și radiometrică) și chiar geologic-tectonice, de interes general geonomic, ceea ce a dus la extinderea interdisciplinarității și în afara geofizicii (seismotectonică, tectonomagnetism, paleomagnetism), pentru a se ajunge la o interdisciplinaritate sinergistică, multidisciplinară, cu sugestii reciproce, între parteneri, de intensificări și adaptări specifice ale unor operații în anumite faze ale cercetărilor sau/și în anumite zone ale regiunii geografice care constituie obiectul investigațiilor. Această evoluție a dus, în urma extinderii preocupărilor la întregul Glob terestru, prin abordarea problemei majore

geotectonice la scară planetară, la rezultatul final al elaborării concepției tectonicii plăcilor, caz ce urmează a fi examinat, în oarecare detaliu, ulterior, ca un exemplu suprem al sinergismului geomic.

Trecând acum la cazul științelor geologice, deja menționate ca implicate în interacțiuni de natură sinergistică cu discipline geofizice, vom face mai întâi constatarea că nu e nevoie de detalii specifice pentru a recunoaște în cercetările lor manifestări atât de interdisciplinaritate simplă cât și de sinergism și, mai ales, în această ultimă privință, pentru a întrevădea promițătoare perspective de investigare, în ample și variate asociații sinergistice, intra- și extrageologice. Mai întâi, în cercetările mineralogice petrologice și geochimice există numeroase exemple de această natură, nu numai în interpretări finale ci și în procese interactive intermediare, cercetări de multe ori încheiate cu rezultate reprezentând, pe de o parte, o mai bună cunoaștere și înțelegere a structurilor și fenomenelor studiate în laborator ca și în natură și, pe de altă parte, prevederi ale desfășurării prelungirilor lor mergând până la detectări și identificări de procese și relații încă necunoscute iar, pe planul terenului, și la explicări privind mecanismul de formare și chiar la conturări de zăcăminte. Fără a fi exhaustivă și fără detalii identificatoare, o simplă enumerare a unora dintre performanțele unor asemenea investigații poate fi ilustrativă: delimitări între simple elemente ale petrografiei ca știință descriptivă și componente ale petrologiei elaborate ca știință interpretativă, relații petrografie/vulcanologie, interdependențe geotermie/georadioactivitate/geocronologie, implicații ale determinărilor de raporturi izotopice pentru paleontologie și paleoclimatologie sau chiar paleotectonică, parageneze de minerale, relații între hidrotermalism și metasomatism, procese genetice în cazul rocilor eruptive, respectiv sedimentare, conturări de noțiuni complexe ale biochimiei, prelungiri ale geologiei nucleare în paleontologie prin determinări de raporturi izotopice etc. În acest ultim caz merită să fie menționat rezultatul remarcabil reprezentat de evaluarea duratei vieții unor ființe din trecutul foarte îndepărtat, cunoscute acum ca fosile, de exemplu a unor belemniti, pe baza determinării raportului, dependent de temperatura mediului în care a trăit individul studiat, dintre izotopii ^{16}O și ^{18}O ai oxigenului din cristalele de calcit prezent în cochilia lui; determinările unor asemenea raporturi au condus, în cadrul acestei surprinzătoare interdisciplinarități sinergistice geologie nucleară/paleontologie la punerea în evidență a unor alternanțe de temperatură corespunzând anotimpurilor din anii atribuiți, pe această cale, duratei vieții individului în cauză.

O interdisciplinaritate cu evidente, deși uneori numai rudimentare manifestări sinergistice — cel puțin potențiale dacă nu totdeauna efective — este de semnalat apoi și în cercetări de geologie structurală și tectonică, având foarte variate rezultate, fie de interes general, de concepție, privind tipuri de structuri și mecanisme de desfășurări ale unor fenomenologii, fie cu implicații mai limitate, caracterizând anumite arii geografice. Este de amintit în această ordine de idei — pentru dubla calitate de a fi un exemplu din țara noastră și de a sugera dezvoltări sinergistice viitoare — interpretarea integrată, în cadrul concepțiilor tectonicii plăcilor, a informațiilor privitoare la dispunerea spațială în aria carpatică a unor roci bazice și ultrabazice, respectiv a unora intrusive, informații asociate cu date geocronologice. Din această interpretare, datorită colegilor Dan Rădulescu și

Mircea Săndulescu, membri ai Secției de Științe Geonomice a Academiei Române, rezultă pe de o parte concluzii de ordin geotectonic privind antiparalelisme structurale prezente în Carpații Orientali și în Carpații Meridionali și, pe de alta, sugestii de investigații în viitor pentru rezolvarea unor probleme rămase nelămurite (ca mecanismul amplasării unor roci banatitice care traversează într-o anumită zonă o crustă continentală, generate totuși de probabila subducție a unei cruste de tip oceanic). Astfel de investigații potențiale ar fi de întreprins, în spiritul sinergismului, printr-o mai cuprinzătoare interdisciplinaritate care ar putea antrena și discipline geofizice (geotermie, magnetotelurism, seismologie), toți partenerii la desfășurarea cercetărilor urmând să participe în cadrul unor interacțiuni caracteristice pentru concepția adoptată și compatibile cu particularitățile obiectivului urmărit. Începutul a fost făcut deja, în acest sens, de domnii Mircea Săndulescu și Marius Visarion, de asemenea membru al Secției de Științe Geonomice a Academiei noastre; ei au reușit, prin integrarea datelor geologice și geofizice, să armonizeze unele divergențe dintre imaginile structurii adânci a teritoriului român furnizate de cele două categorii de informații. Mai mult chiar, printr-o evoluție a interdisciplinarității integratoare spre una sinergistică, au contribuit la mai buna amplasare a unor profile magnetotelurice și au deschis perspectiva unei colaborări mai ample sinergice de la care sunt de așteptat rezultate de semnificație deosebită. Rezultate importante sunt mai ales de salutat ca foarte promițătoare și prin implicarea geodinamicii în asocierea sinergistică, în particular pentru un studiu cuprinzător al regiunii seismogenice Vrancea, temă prioritară pentru Academia Română, căreia i s-a făcut, de altfel, și o recomandare cu caracter internațional printr-o rezoluție recentă a Comisiei Seismologice Europene de a se întocmi o monografie sintetizatoare geonomică a regiunii. În general, o strânsă și bine coordonată interdisciplinaritate sinergistică este de dorit pentru regiunile carpatice în ansamblu, mari așteptări fiind legate de contribuția potențială a științelor geologice la lămurirea caracterului de „interplacă” sau „intraplacă” al unei regiuni care, oricum, se găsește în aria sau vecinătatea ariei de coliziune dintre placa tectonică africană și cea euroasiatică.

În privința geografiei, caz în care prin natura, amplasarea și varietatea preocupărilor multi- și interdisciplinaritatea se află în ambianță propice, în cele ce urmează vor fi trecute, tot sumar, în revistă doar unele perspective de evoluție a cercetărilor spre investigații complexe cu caracter interactiv care ar putea fi efectuate de discipline având interese comune dar tehnici diferite, condiții ce invită și favorizează sinergismul.

În domeniul geografiei fizice, disciplina în care se manifestă cu mai multă evidență o asemenea deschidere este geomorfologia. Unele perspective în acest sens se pot întrevădea în anumite cercetări întreprinse pe baza unor concepții caracterizate în esență prin ideea integrării procesului de modelare a reliefului într-un ansamblu fenomenologic complex, nediferențiat, cu implicații privind utilizarea în comun — în paralel cu urmărirea problemelor geomorfologice propriu-zise — a datelor furnizate de cercetările geologice (tectonică, microtectonică, stratigrafie, sedimentologie, petrologie, etc.) evident cu solicitări de suplimentare a acestora după necesitățile impuse de particularitățile repartiției spațiale a principalelor elemente ale reliefului, cu ponderi variind cu gradul de detaliere cerut de acestea. În asemenea condiții se poate spera obținerea, în cazul unei strânse

interdisciplinarității sinergice, de informații specifice de prim interes pentru scopurile geomorfologice, în particular din punctul de vedere al stabilității spațiale și temporale a reliefului, cu promițătoare calități predictive privind evoluția viitoare a lui.

Perspective de asemenea favorabile oferă abordarea sinergică a cercetărilor geomorfologice în cazul utilizării experimentului de teren, prin posibile sugestii din partea seismologiei și hidrologiei, adeseori cu nuanțări de ordin meteorologic și particularizări topoclimatologice, în vederea prinderii celor mai fine tipice caracteristici ale microreliefului. Informații cu importante proprietăți sinergice sunt cele care pot servi cartărilor de definire a ceea ce s-a numit „intervalul cronologic” al hărții, tot pentru înregistrarea evoluției formelor de relief grație interacțiunilor de condiționare reciprocă a elementelor acestuia și substratului lor fizico-geologic, reprezentat în esență de factori litologici locali și de condiții hidrologice și meteorologice mai mult sau mai puțin regionale. Se pot întrevădea ușor avantajele oferite de o interdisciplinaritate sinergică astfel aplicată, pentru conturarea hărților cinematice și morfodinamice ale ariei geografice studiate.

În regim preponderent dinamic, în particular în cercetările privitoare la alunecările de teren și la eroziunea discontinuă, intervin evident, în asocierea sinergică, și parteneri aparent minori, implicând apariția de relații complexe ca, de exemplu, cele determinate de precipitații și infiltrații, care afectează evoluția geometriei reliefului, în particular pentru versanți.

Se înțelege că alții sunt partenerii posibili în eventuale asocieri sinergice în cazul cercetărilor de geografie umană și desigur cu alte mecanisme de interacțiune externă. În particular sunt de menționat aici parteneri din categoria disciplinelor socioeconomice, caz pentru care sugestiile de insistențe, repetări și detalieri în desfășurarea procesului cercetărilor se efectuează, prin forța lucrurilor, în sens preponderent unic, cel puțin în primele faze ale investigațiilor. Ar fi superfluu să se înșire aici diversele probleme abordabile prin astfel de asocieri dar se poate menționa că ele se caracterizează, în ansamblu, prin prezența cu mare pondere a influențelor exercitate de elemente economice, juridice, sociologice și chiar de psihologie a mulțimilor



După examinarea câtorva cazuri de posibilă sau chiar efectivă aplicare a sinergismului în unele domenii ale științelor Pământului, ne vom fixa atenția asupra exemplului deja anunțat al unei vaste și complexe utilizări a tehnicii lui în cercetările la scară planetară care au condus la concepțiile tectonicii globale, teorie cu ample și adânci implicații pentru toate aceste științe. Exemplul este în stare să ilustreze, cu mare putere de convingere, în ce măsură sinergismul înseamnă *nu* doar integrare finală a unor rezultate parțiale obținute izolat de fiecare din disciplinele participante la o cercetare multidisciplinară, în parte, adică *nu* o interpretare „integrată” sau „complexă”, ci investigare multidisciplinară interactivă, autentic interdisciplinară. O astfel de cercetare sinergică, principial permanent activă în toate fazele procesului de investigare apare, adică se manifestă în planificarea lucrărilor, achiziția datelor de observație, tratamentul

diverselor informații directe obținute, în fine în interpretarea rezultatelor definitive, cu adaptări recomandate reciproc ale tehnicilor de investigație de-a lungul întregului proces al cercetării în anumite faze temporale sau etape spațiale, în grade adecvate de îndesire și rafinare a observațiilor.

Rolul și eficiența sinergismului urmează să rezulte astfel, cu mai convingătoare evidență, din această examinare, în oarecare detaliu, a utilizării principiilor și tehnicilor lui în cercetările geonomice care au avut ca rezultat major elaborarea concepțiilor tectonicii plăcilor, acum coordonate în ceea ce se desemnează ca o teorie a geostiințelor, tectonica globală, acest ultim cuvânt fiind luat aici cu dublul sens care să indice pe de o parte aplicarea concepțiilor teoriei la scară planetară și pe de alta, antrenarea în proces a ansamblului științelor geonomice în stare să-și aducă contribuția. Cu acest titlu, definirea până acum sumară a sinergismului în cercetările geonomice este completată cu prezentarea imaginii vii a „Pământului dinamic” la care a condus el și care reprezintă esențialul performanțelor lui într-o sinteză cuprinzând rezultatele de până acum și sugerând totodată și alte posibilități în domeniu, ca și alte perspective de aplicare în diferite asociații de științe ale Pământului, eventual chiar în colaborare cu discipline extrageonomice, cum se poate să se prezinte cazul în cadrul unor mari programe internaționale, ca programul privind relațiile dintre geosferă și biosferă (IGBP) sau deceniul internațional pentru atenuarea efectelor dezastrelor naturale (IDNDR).

Mi se pare interesant să semnalez că exemplul elaborării concepțiilor tectonicii globale l-am folosit, pentru ilustrarea posibilităților oferite de interdisciplinaritate, într-o comunicare prezentată în sesiunea științifică a Academiei Române care a avut loc în luna mai 1971, cu tema generală *Cercetările multidisciplinare și interdisciplinare. Originea, dezvoltarea și perspectivele lor*. Atunci n-am vorbit în termeni expliți despre sinergism, deși utilizarea principiilor lui rezulta clar din expunere, după cum nici tectonica globală — încă în curs de finisare a formulării — nu a format obiectul unei examinări atente sub acest nume, ci doar prin cele trei elemente care azi fac parte integrantă din ea, deriva continentelor, expansiunea fundului oceanelor și tectonica „în plăci” (terminologia nefiind fixată în acel moment în limba română), considerate ca etape ale unei concepții ce nu ajunsesse la coerența unei teorii. Este de semnalat că aprecierile anticipative din acea comunicare s-au dovedit realiste, bucurându-se de deplina confirmare ulterioară.

Desigur, primele rezultate care urmau să fie — și au și fost — utilizate la elaborarea teoriei tectonicii globale au fost obținute prin cercetări separate ale anumitor geostiințe și prin interpretarea ulterioară a rezultatelor în cadrul integrării lor coordonate cu ajutorul tehnicilor deja tradiționale, oarecum clasice (sau „convenționale”) ale cercetărilor multi- și interdisciplinare. Numai în decursul desfășurării investigațiilor, după adăugarea de noi parteneri în cercetare și dezvoltarea de intervenții reciproce, au putut să apară procesele autentic sinergice.

O primă categorie de elemente ale datelor de observație care au condus la concepțiile de bază din tectonica plăcilor a fost furnizată de **seismologie**. Contribuția inițială a acesteia este reprezentată de informații privind amplasarea focarelor seismice, în

particular dar nu exclusiv, în zonele acoperite de oceane ale Globului sau apropiate de ele, mai întâi numai ca distribuție geografică a epicentrelor, apoi ținându-se seama, în particularitățile acesteia, și de adâncimea focarelor, ca și de magnitudinea cutremurelor. A fost remarcată, într-o primă etapă, situarea ariilor seismice de mai mare densitate a epicentrelor în anumite zone ale Pământului, precum și forma lor alungită, apoi chiar alinieri ale acestor zone după direcția de alungire a conturilor lor și, în fine, o distribuție caracteristică după adâncimea focarelor, respectiv unele regularități în orientarea planelor de falie specifice unor anumite zone geografice.

O completare importantă a imaginii distribuției, în dubla ei reprezentare simplificatoare prin epicentre și hipocentre, și un început de înțelegere a regularităților semnalate, având o posibilă semnificație tectonică, au fost obținute după ce informații de altă natură au fost aduse de **oceanografie**. De ordin aparent static dar de primă importanță pentru conturarea imaginii evolutive a Pământului dinamic, sistemul de relieful scufundate pus în evidență de oceanografi prin tehnicile de sondaj acustic ale unei topografii — oarecum o geomorfologie marină —, adaptată la condițiile studiului geometriei fundului oceanelor prezintă o particularitate majoră, dovedită ulterior a avea o semnificație deosebită, reprezentată de lungi lanțuri de munți submarini, numiți adesea, acum, dorsale oceanice. Descoperiți local, încă din 1874, cu ocazia reparării unui cablu telegrafic transatlantic — când s-a scos la suprafață și s-a analizat pentru prima dată o probă de crustă terestră de tip oceanic —, munții submarini au fost studiați amănunțit, sistematic, abia după al doilea război mondial, când tehnici adecvate, dezvoltate în scopul și în timpul războiului naval au permis cercetări de amploare ale diverselor probleme legate de studiul fizic al oceanelor, în particular natura și forma reliefului fundului lor. Principalele rezultate sunt reprezentate sintetic de constatarea că, departe de a fi atât de monoton cum s-ar putea crede, fundul oceanelor are o topografie foarte variată: cele mai extinse elemente geomorfologice ale lui, așa-numitele „câmpii abisale” — arii mari cu mici variații de relief având aspectul de coline care nu depășesc 300 m — sunt sfâșiate de dorsalele sau crestele oceanice, așa cum nivelul mediu al câmpiilor continentale e (între)rupt de lanțurile muntoase. Spre deosebire, însă, de acestea, dorsalele oceanice sunt mai înalte, ridicându-se până aproape de suprafață, cu înălțimi de până la 5000 m deasupra câmpiilor abisale, au o bază mult mai largă de circa 1500-2000 km și prezintă de-a lungul crestei lor un șanț adânc, numai uneori absent, de exemplu în cazul unor dorsale din Oceanul Pacific. Ele sunt formate din sectoare mai curând liniare, iar forma lor generală este dată de curba rezultată din alinierea unor frecvente deplasări laterale după linii de fractură de un tip particular și din schimbări de orientare a acestor porțiuni ale lor.

Marea noutate adusă de oceanografie, constituind o surpriză cu potențialități sugestive de importanță specială pentru desfășurarea ulterioară a cercetărilor, a fost recunoașterea a două caracteristici, stabilite mai întâi pentru dorsala medioatlantică, bine cunoscută mai întâi în jumătatea ei nordică, între Islanda și Azore: (1) coincidența traseului ei cu alinierea formelor alungite ale ariilor epicentrale și (2) existența, deja amintită, de-a lungul crestei, a unui șanț adânc, desemnat frecvent, ulterior, în terminologia internațională prin cuvântul englez „rift”, pe care se înșiră focare de cutremure caracterizate prin magnitudini în general mici, prin hipocentre cu adâncimi reduse (focare

situate la adâncimi de până la 30 km) și prin plane de falie în general paralele cu orientarea locală în sectorul corespunzător, a riftului. S-a mai stabilit și că după un aliniament aproape coincident cu axa dorsalei se înșiră și eventuali vulcani activi, unii ridicându-se până aproape de suprafața oceanului, putând forma chiar insule, cum a fost, de exemplu, cazul în trecut cu nașterea aripelagului insulelor Azore și, recent, cu formarea unei noi insule (Surtsey) la sud-vest de Islanda.

Cu aceste informații ale oceanografiei a apărut primul element sinergistic în interdisciplinaritatea geonomică, reprezentat de sugestia de a se extinde cercetările seismologice și în alte zone ale oceanului planetar, unde au fost puse de asemenea în evidență dorsale cu caracteristici asemănătoare ce către cercetătorii oceanografi-geologi (care au început să se numească ei înșiși „geofizicieni marini”). S-a constatat mai întâi că dorsala medioatlantică, pusă în evidență și în Atlanticul de Sud, posedă aceleași caracteristici și în această porțiune, ca și în cea de nord, cu aceeași înșiruire de cutremure „normale”, în general slabe, și cu soluții asemănătoare de mecanism de producere; existența cutremurelor din această zonă nu fusese recunoscută anterior datorită densității reduse a rețelei de stațiuni seismologice din emisfera sudică a Pământului și sensibilității reduse a instrumentelor din puținele stațiuni existente. Efectul intervenției sinergice a fost tocmai remedierea acestor neajunsuri, cu rezultatul semnalat al extinderii cunoașterii dorsalei medioatlantice și a caracteristicilor seismologice ale ei pe întregul traseu.

Pe de altă parte, și extinderea investigațiilor de geomorfologie marină la alte zone geografice și realizarea lor adecvată ca densitate de sondaje și grad de detaliere au fost determinate tot sub influența sinergistică a seismologiei, cu rezultate remarcabile privind în particular caracteristicile munților submarini ca distribuție geografică și geometrie, puse în evidență în hărți, respectiv profile de mare detaliu. În aceste dorsale sunt de remarcat în special baze foarte largi, relieful extrem de accidentat, precum și, spre deosebire de prezența riftului axial în dorsala medioatlantică, absența lui în dorsalele din Pacific, de asemenea lanțul frânt al tuturor dorsalelor, cu sectoare liniare deplasate lateral după fracturi de tip special, așa-numitele „falii transformante”. Tot în cadrul interdisciplinarității sinergice oceanografie/seismologie — de astă dată și cu sugestii din partea seismologiei pentru cercetări oceanografice în alte zone seismice ale ariilor oceanului planetar, în particular Oceanul Pacific — au fost obținute informații de primă importanță pentru elaborarea ulterioară a tectonicii plăcilor, ca descoperirea altor dorsale medioceanice (în particular „ridicarea sud-est pacifică” din care se cunoștea anterior o mică porțiune sub numele de „pragul Insulei Paștilor”) și detalierea structurii marilor fose oceanice existente în fața arcurilor insulare. De o semnificație deosebită s-au dovedit tocmai fosele oceanice existente în Oceanul Pacific (cele din fața arcurilor insulare Aleutine și Kurile, din estul Arhipelagului Japonez, fosa Sonda în fața insulei Java din Arhipelagul Indonezian, apoi marea fosă a Marianelor la estul Arhipelagului Filipinez, fosele Tonga, Kermadec etc., respectiv cea din fața coastei de vest a Americii de Sud). Pentru toate aceste zone, incluzând porțiunile de uscat vecine (insule sau margini continentale) seismologia a stabilit câteva regularități importante din punct de vedere seismotectonic: în ariile seismice corespunzătoare marilor fose oceanice, situate în vecinătatea arcurilor insulare și în cele ale marginilor continentale, de-a lungul „centurii de foc” circumpacifice,

ca de altfel și în întinsa zonă seismică continentală alpino-himalayană, cutremurele nu sunt numai slabe și cu focare la mici adâncimi ci variabile într-o gamă largă de magnitudini și cu focarele situate la adâncimi până la circa 700 km (focare „normale” până la 60 km, „intermediare” de la 60 la 300 km și „adânci” de la 300 km la valori maxime de aproximativ 700 km), dispuse pe un plan înclinat (plan Benioff), ceea ce determină situarea epicentrelor de-a lungul unor liniamente în general paralele cu orientare generală a curbei arcurilor insulare, respectiv a ghirlandelor de insule sau a marginilor continentale pe care le afectează. Planul Benioff este înclinat dinspre fosa oceanică spre concavitatea arcurilor insulare (sau a arcurilor de munți în ariile seismice continentale), respectiv spre interiorul continentului în cazul marginilor continentale iar pe el focarele seismice se situează în sensul liniei lui de pantă în ordinea: (1) normale, (2) intermediare și (3) adânci. Vulcanii eventual prezenți se situează de regulă pe aliniamentul de epicentre ale seismelor normale, atât în cazul dorsalelor, cât și pentru prima aliniere de pe planul Benioff, corespunzătoare adică tot focarelor de cutremure normale.

O altă caracteristică importantă a structurii fundului oceanelor a fost furnizată de așa-numita seismologie cu sursa controlată, adică de prospecțiunea seismică, anume de seismica-refracție, ale cărei profile au demonstrat absența sedimentelor pe dorsale și în vecinătatea imediată a lor, punând în evidență apariția lor cu grosimi ce cresc progresiv odată cu depărtarea de axele dorsalelor spre limitele bazinelor oceanice, unde ating grosimea maximă. Evident, orientarea profilelor seismice efectuate în acest scop a fost stabilită în cadrul interdisciplinar sinergistic deja constituit de seismologie-oceanografie și chiar vulcanologie.

La datele astfel obținute privind fundul oceanelor și conținând informații asupra particularităților structurii lui, ca relief și sediu al unor manifestări dinamice, cum sunt seismele și vulcanii, cu completările reprezentate de cunoștințele asupra distribuției geografice a acestora, și asupra stratului sedimentar care acoperă fundul, s-au adăugat cele furnizate de un nou partener la asociația interdisciplinarității active: **geomagnetismul**.

Contribuțiile acestuia sunt în esență două: (1) evidențierea de anomalii magnetice, inclusiv stabilirea particularităților lor în special în zonele marilor dorsale oceanice și (2) cunoașterea proprietăților magnetice atât pentru rocile ce constituie fundul oceanului, cât și pentru sedimentele stratului ce-l acoperă. Principala caracteristică a anomaliilor magnetice puse în evidență de ridicările aeromagnetometrice efectuate după profile orientate transversal față de axele dorsalelor și cu un grad de îndesire adecvat — după recomandările sinergistice ale asociației seismologie/oceanografie — este că ele sunt formate dintr-o alternanță de zone pozitive și negative (adică în sensul corespunzător, respectiv opus sensului câmpului geomagnetic actual), dispuse în formă de benzi sau fâșii de lățimi variabile, paralele pe porțiuni, în sectoarele componente ale dorsalelor, între ele și cu axa acestora; ele apar într-o reprezentare cartografică convențională (porțiuni negre pentru anomaliile pozitive, respectiv albe pentru cele negative) sub aspectul unor zebre pietonale. Datele de înregistrare sunt atât de precise — cu toată dificultatea reperării localizării profilelor aeromagnetometrice — încât permit chiar interpretări cantitative conducând la informații asupra surselor anomaliilor, cu indicații asupra proprietăților

magnetice ale rocilor și, indirect, la identificarea acestora. De altfel, probe extrase din fundamentul fundului oceanelor au fost studiate direct din punctul de vedere al proprietăților magnetice, constatându-se magnetizări de intensități mari, directe și inverse, compatibile cu sensul anomaliilor alternate înregistrate la suprafață.

Informații de această ultimă natură au rezultat, pe de altă parte, și din cercetările având ca obiect sedimentele care acoperă fundul oceanului, efectuate tot prin tehnicile petrofizice în laborator cu adaptări sugerate de investigațiile paleomagnetice, în cadrul mai larg al studiilor petrologice și sedimentologice. S-a constatat astfel, pentru probe extrase cu mare grijă (și greutate) din aceste sedimente, o succesiune de magnetizări mult mai slabe decât în cazul rocilor din fundament, alternativ pozitive și negative (adică în sensul câmpului geomagnetic actual, respectiv magnetizări inverse), începând de la partea superioară a sedimentelor.

Ținându-se seama de mecanismul magnetizării, diferit în cele două cazuri, și de inversiunile câmpului geomagnetic la intervale cunoscute din informațiile studiilor paleomagnetice asociate cu date ale geocronologiei radioactive, s-a ajuns la următoarele concluzii.

(1) Rocile din fundament și-au câștigat proprietățile magnetice în urma ridicării la suprafața crustei terestre solide a magmei împinsă din mantaua superioară (astenosferă), în momentul scăderii temperaturii sub punctul Curie, magnetizarea fiind realizată sub influența câmpului geomagnetic existent la acel moment și cu caracteristici (orientare și intensitate) corespunzătoare acestuia.

(2) Purtătoarele proprietăților magnetice ale sedimentelor sunt mici particule de minerale magnetice (în general magnetit) care se depun simultan cu alți participanți la procesul depozițional, orientându-se în conformitate cu câmpul geomagnetic existent la data sedimentării; cimentate în poziția astfel luată, ele păstrează direcția și sensul aceluși câmp, doar înclinarea lor putând fi afectată în urma tasării sub greutatea sedimentelor suprapuse ulterior. Este deosebit de important faptul că sedimentele ce acoperă fundul oceanului prezintă de-a lungul verticalei magnetizări alternate pozitive și negative (adică normale și inverse față de orientarea câmpului geomagnetic de la ora actuală) pentru strate de grosimi variabile, în general mici, de ordinul centimetrilor, partea superioară a sedimentelor având o magnetizare normală. Alternanța de magnetizări corespunde, evident, inversiunilor câmpului geomagnetic care au avut loc de-a lungul timpului geologic, inversiuni stabilite mai întâi pentru ultimii 4,5 milioane de ani pe baza studiului petromagnetic și radiometric al lavelor vulcanice și apoi pentru lungi intervale anterioare din trecutul geologic, pe măsură ce rafinarea mijloacelor de investigație a permis aplicarea tehnicilor asociate, de petromagnetism și geocronologie, și sedimentelor mai slab magnetizate.

Admițând pentru o epocă dată o anumită orientare a câmpului geomagnetic, de exemplu cea „normală” din prezent, magnetizarea rocilor, rezultate din consolidarea magmelor răcite la suprafață are loc în sensul corespunzător (în acest caz „normal”), cum

de altfel are loc și magnetizarea sedimentelor ce se depun în aceeași epocă. Date fiind inversiunile câmpului magnetic terestru, când se produc asemenea inversiuni atât magnetizarea rocilor abia formate prin răcire, deja părți constitutive ale fundamentului tânăr eruptiv al fundului oceanului, cât și aceea a sedimentelor ce se depun pe el în timpul acestei epoci vor fi corespunzător inverse. Duratele epocilor de o anumită polaritate a câmpului geomagnetic, determinate cu ajutorul magnetizării magmelor răcite, respectiv a aceleia a rocilor din sedimentele cu proprietăți magnetice, și cunoscute pentru unele ca și pentru altele prin intermediul datărilor radioactive, sunt de ordinul de mărime al sutelor de mii și milioane de ani, timp în care expansiunea fundului oceanelor conduce la deplasări laterale de ordinul zecilor și sutelor de kilometri (lățimi ale benzilor din „zebrele pietonale” ce reprezintă anomaliile magnetice cartate), în timp ce depunerea suspensiunilor existente în oceane generează sedimente cu grosimi de ordinul centimetrilor și/sau zecilor de centimetri. Dacă lucrurile se petrec așa, lățimile fâșiilor de anomalii magnetice de același semn, precum și grosimile straturilor sedimentare cu aceeași polaritate a magnetizării care le corespund, trebuie să fie proporționale cu durata epocilor respective. De fapt se poate constata că, alegând arbitrar anumite epoci cu un sens dat al câmpului geomagnetic, duratele lor raportate la prezent, lățimile benzilor de anomalii magnetice corespunzătoare — recunoscute ca atare prin referirea atentă la banda axială a dorsalei oceanice — și grosimile depozitelor sedimentare respective, identificate mulțumită raportării lor la stratul superior al sedimentelor, se găsesc într-un același raport pentru orice zonă de pe Pământ, deși valorile lor pot fi (și adeseori chiar sunt) diferite. Mai mult decât atât, asemenea raporturi determinate pentru diverse zone ale Pământului au aceleași valori numerice în toate cazurile, faptul fiind cu atât mai remarcabil, cu cât este vorba de raporturi între mărimi de natură diferită și foarte diferite ca ordin de mărime: intervale de timp de ordinul sutelor de mii sau de milioane de ani, distanțe orizontale (lățimi) de ordinul zecilor sau sutelor de kilometri și distanțe verticale (grosimi) de ordinul unităților sau zecilor de centimetri. Constanța valorilor unor asemenea raporturi pentru zone diferite ale Pământului, cu valori diferite ale mărimilor care intră în definirea lor, este remarcabilă prin sublinierea substratului fenomenologic real care îi corespunde.

Este de notat că magnetizarea fundamentului este puternică și ea este cea răspunzătoare de anomaliile cartate prin ridicările aeromagnetometrice pe când magnetizarea sedimentelor este slabă și nu poate fi pusă în evidență și mai ales măsurată decât prin tehnici de mare sensibilitate în laborator, iar contribuția lor la producerea anomaliilor de la suprafață este cu totul neînsemnată. De aceea este de subliniat că aceste anomalii, cu aspectul deja semnalat în imaginile cartografice convenționale de zebre pietonale, prezintă totdeauna o remarcabilă simetrie a benzilor și ca orientare a lor în raport cu axa dorsalei.

Echipamentul de extragere a probelor din rocile de pe fundul oceanelor — atât din fundament, mai ales în apropierea dorsalelor, cât și din stratul sedimentar — a fost completat cu un dispozitiv de măsurare a temperaturii în două puncte situate la o anumită distanță pe aceeași verticală, ceea ce înseamnă *ipso facto* determinarea gradientului geotermic în locul respectiv. Asocierea valorii astfel obținute a acestei mărimi cu valoarea conductibilității termice rezultate din măsurători de laborator efectuate asupra probei

extrase (aceeași care a fost studiată din punctul de vedere al proprietăților magnetice) conducea imediat la cunoașterea valorii fluxului geotermic. Determinări numeroase ale fluxului geotermic pentru puncte situate la distanțe diferite de axa dorsalelor au pus în evidență o variație caracteristică a lui, cu valori maxime deasupra acestei axe și cu valori descrescând cu depărtarea de ea. În felul acesta și-a adus și **geotermia** contribuția la caracterizarea complex geofizică a fundului oceanului în calitate de nou partener la procesul de interdisciplinaritate activă început de seismologie și oceanografie, orientarea profilelor ei fiind, evident, efectuată după indicațiile acestora, ca și în cazul profilelor aeromagnetometrice.

Gravimetria și-a afirmat și ea participarea la acest proces, cu determinări în condiții destul de grele (în mare parte gravimetrie marină) și cu rezultate sintetizate în profile de anomalii „în aer liber” pentru porțiunile de profil de deasupra oceanului și de anomalii Bouguer deasupra zonelor de uscat (în particular margini continentale). Contribuția ei s-a dovedit importantă pentru caracterizarea structurii crustei terestre în zonele respective, prin interpretări analoge acelorale ale magnetometriei, completând informațiile aduse de seismica-refracție și ușurând interpretarea profilelor ei.

După cum am amintit, asupra acelorași probe extrase din fundul oceanelor care au fost studiate de magnetometrie și geotermie au fost efectuate și cercetări **radiometrice**, în particular s-au făcut determinări de vârste, atât pentru fundament cât și pentru sedimentele stratului acoperitor. Rezultatele au arătat în general valori mici pentru vârste crescând de la dorsale spre fosele oceanice, respectiv spre marginile continentale, fără a ajunge totuși să indice prezența unor roci mai vechi decât Cretacicul inferior. Concluzia generală a informațiilor de această natură furnizate de datările radiometriei este, deci, că fundul oceanelor este, geologic vorbind, tânăr, având mai puțin de 200 milioane de ani — vârsta Oceanului Atlantic a fost evaluată la 165 milioane de ani — și prezintă, în cadrul unei fenomenologii pe care o vom discuta mai departe, un continuu proces de întinerire, intuit de scriitorul Blasco Ibañez care în *Călătoria unui romancier în jurul lumii*² vorbește, în termeni ce ar putea figura într-o prezentare științifică a tectonicii Globului, despre „singurătatea maiestuoasă a oceanelor, păstrătoarele forțelor înnoitoare ale planetei” (aceasta cu mult înaintea formulării concepțiilor tectonicii plăcilor).

Ultima dintre disciplinele geofizice venită ca participant la asociația sinergistică elaboratoare a fundamentării tectonicii globale a fost **geoelectricitatea**. Ea și-a adus contribuția cu informații, obținute prin procedee electromagnetice, asupra conductibilității electrice a rocilor constitutive ale fundului oceanelor, întregind astfel imaginea lui petrofizică. Au fost aduse chiar completări permise de versatilitatea tehnicilor, care a făcut posibilă investigații la adâncimi diferite ale crustei terestre acoperite de oceane, în particular în porțiuni ale ei afectate nu numai de compoziția chimică ci și de temperatură și de extinderea unor părți ale lor, eventual topite încă, în zonele dorsalelor sau la adâncimi mai mari sub marile fose oceanice. Informațiile de această natură s-au dovedit în particular importante pentru stratele de tranziție dintre litosferă și astenosferă.

2 Edit. Sport-Turism, București, vol. I, 1983, p. 19.

Disciplinele geologice, prezente și până aici în cercetările coordonate sinergic care au condus la elaborarea concepțiilor tectonicii globale — desigur, cum rezultă din expunerea lor până în această etapă, preponderent geofizice —, după ce au contribuit cu elemente semnificative de ordin petrologic și sedimentologic, uneori chiar tectonic și stratigrafic, urmează să se manifeste puternic în etape ulterioare, în domenii care vor rezulta dintr-o scurtă prezentare de ansamblu a concepțiilor de bază ale tectonicii plăcilor, pe care un paleontolog francez (Louis Thaler) le consideră ca formând un joc geofizic care nu se poate înțelege decât apelând la diversele ramuri ale geologiei.

În expunerea noastră s-a folosit pentru acest ansamblu de concepții geotectonice alături de denumirea mai nouă și în general preferată de tectonică globală, aceea mai veche, așadar prima, de tectonica plăcilor nu numai pentru o înviore a prezentării prin alternarea termenilor ci poate și pentru a menține în atenție noțiunea importantă în imaginea structurală și funcțională pe care se bazează concepția, aceea de placă. Într-adevăr, de importanță primordială în teoria care încorporează această concepție este faptul că se consideră că partea exterioară a Globului terestru este reprezentată, pe întreaga lui suprafață, de întinse porțiuni solide, de plăci care suportă atât zonele oceanice cât și pe cele de uscat. De mare extensiune laterală în raport cu dimensiunea după verticală (grosimea) — de unde denumirea de placă și nu bloc —, formate din litosferă (ceea ce înseamnă crusta terestră și un strat exterior din mantaua superioară), plăcile au grosimi de ordinul sutei de kilometri și sunt rigide, cel puțin la o primă considerare în termenii utilizați pentru definirea proprietăților materiei apreciate macroscopic în spațiu și microevolutiv în timp. Ele sunt susținute de un strat subiacent al mantalei superioare, astenosfera, de o consistență care permite deplasarea la suprafața ei a plăcilor, antrenate în mișcare de curenți de convecție din mantaua terestră, generați sub influența unor diferențe de temperatură între diverse puncte ale acesteia în urma degajării de căldură în procese de dezintegrare radioactivă, poate chiar de fuziune nucleară. În număr relativ mic — îl vom indica mai încolo pentru cele majore — plăcile, pe care le vom numi tectonice, se pot mișca astfel unele în raport cu altele, putându-se fie depărta, fie apropia, fie alunecând lateral fără modificarea distanței dintre ele, după un mecanism care de asemenea rămâne să fie descris în continuare într-o imagine cât mai simplă.

Ideea privitoare la existența unei carapace solide, rigidă dar mobilă prin plăcile care o formează, la care au condus numeroasele date de observație, în parte deja amintite, a mai fost exprimată anterior fie de oameni cu preocupări științifice (de exemplu, Benjamin Franklin), fie de personalități literare fără legătură cu știința (cum a fost Caragiale!). Primul spunea, într-o scrisoare către un cleric interesat în probleme ale metodologiei cercetării științifice: „Mi s-a părut improbabil ca asemenea schimbări în zonele de suprafață ale Globului să aibă loc dacă Pământul ar fi solid spre centru. De aceea am imaginat că părțile interne ar putea fi un fluid mai dens și de greutate specifică mai mare decât oricare din solidele pe care le cunoaștem, care în consecință ar putea înota în sau pe acel fluid. Astfel suprafața Pământului ar fi o carapace susceptibilă să fie spartă și deranjată de mișcările violente ale fluidului pe care se sprijină...” Cel de-al doilea a exprimat mai puțin precis aceeași idee în versuri publicate în „Moftul român” și reproduse

ca *Addenda* în *Opere complete*³:

„...În sânu-astei planete vuește foc și lavă
...
Și ca o piele-ntinsă, ce tremură firește
Când parazita-ascunsă o-nțeapă și ciupește,
Așa planeta-acuma își mișcă scoarța veche...”

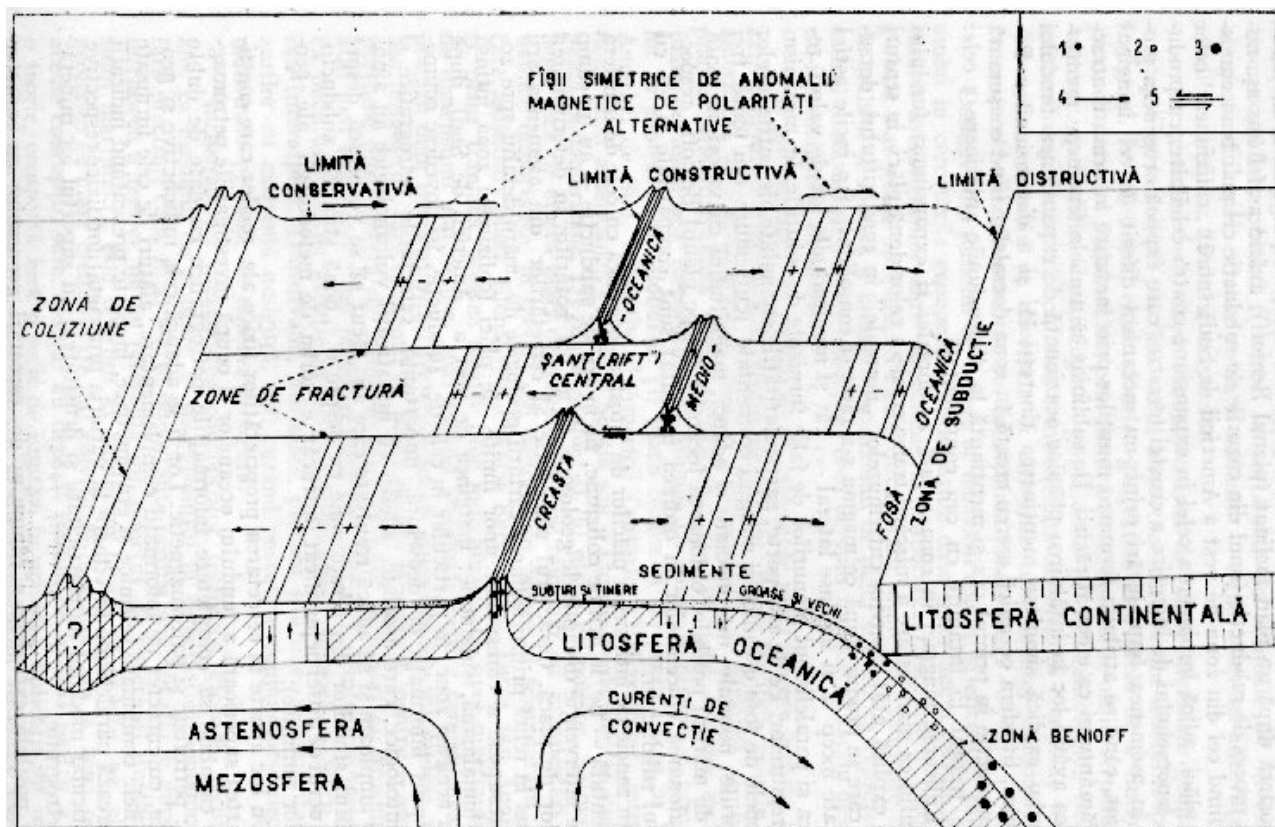


Fig. 1 - Principalele elemente ale tectonicii globale. Pe lângă indicațiile din figură, semnele arată: 1, focar seismic „normal”; 2, focar seismic intermediar; 3, focar seismic adânc; 4, sensul expansiunii; 5, falie „transformantă”.

Odată admisă existența plăcilor solide, rigide și mobile ca punct de plecare pentru elaborarea concepției tectonicii globale în acord cu datele numeroase și foarte precise ale observațiilor, ea rezultă cu necesitate din luarea în considerare a ansamblului de fapte și caracteristici puse în evidență de cercetările sinergistice deja trecute în revistă. Imaginea dinamică la care se ajunge este următoarea: între două plăci, separate printr-un proces inițial pe care nu-l discutăm aici, ca fără relevanță pentru imaginea ce ne interesează în primul rând, materialul în stare topită deci fierbinte — să-l numim magmă — din astenosferă se ridică, împins de ramificații ale curenților de convecție amintiți și, ajuns la suprafață, se răcește și se solidifică magnetizându-se la coborârea temperaturii sub punctul Curie, sub influența câmpului geomagnetic existent în acel moment. Împingerea continuând, materialul care încă înainte se solidificase a putut fi separat în părți dirijate

3 I.L. Caragiale, opere vol. IV, Edit. Fundațiilor Regale, București, 1938, p. 319. Ediție îngrijită de Ș. Cioculescu.

spre fiecare din plăci și se deplasează lateral începând a forma ceea ce va fi partea inferioară, adică baza unei viitoare dorsale (fig. 1). Procesul continuă și aceasta se mărește, crescând atât lateral, cât și în înălțime pentru a forma dorsala, până când porțiuni din magma sosită din adâncime ajung să fie împinse lateral, în ambele sensuri, după direcția transversală față de spațiul despărțitor dintre plăci, formând, prin alinierea unor asemenea porțiuni, benzi paralele între ele după direcția „longitudinală” a întinderii despărțirii plăcilor, devenită rift al dorsalei. Evident, fenomenele se desfășoară în continuare cu dimensiuni spațiale și temporale geologice, în care proprietățile reologice ale materialului permit, la scară macroscopică, apariția a ceea ce s-a numit expansiunea fundului oceanului. Dacă se produc inversări ale câmpului geomagnetic — ceea ce se întâmplă cu siguranță în intervale lungi de desfășurare a expansiunii —, se realizează și alternanța de magnetizări ilustrată de zebrele pietonale din imaginile anomaliiilor magnetice.

Pe fundul oceanului astfel rezultat din expansiune se depun, evident, particule de minerale și roci care se găsesc în suspensiune în apa oceanului, formând sedimente care în mod natural vor avea grosimi crescânde cu depărtarea de dorsală. Tot atât de evidentă este și creșterea vârstei fâșiilor tot mai depărtate de dorsală, pentru fundament ca și pentru stratul sedimentar. Desfășurate lent, cu viteze de deplasare de ordinul centimetrelor pe an, mișcările litosferei oceanice pot duce la unul din cele două fenomene posibile la întâlnirea cu obstacolul reprezentat de litosfera continentală a unei alte plăci ce stă în cale: 1) coborârea litosferei oceanice, de densitate mai mare, sub cea continentală, mai puțin densă, și împingerea ei în jos în astenosferă după un plan înclinat (planul Benioff), având astfel loc așa-numitul proces de subducție (unul din cazurile de subducție cel mai bine cunoscute fiind cel din zona de vest a Americii de Sud) sau 2) „coliziunea” celor două plăci, adică împingerea celei în expansiune contra celeilalte, cu producerea fenomenului de încrețire a crustei terestre, care explică orogeneza produsă în asemenea împrejurări printr-un mecanism diferit de cel imaginat anterior, când se atribuia formarea munților prin încrețirea în urma contracției Pământului ca efect al răcirii. De subliniat că ambele fenomene menționate ca având loc la întâlnirea plăcilor ocazionată de expansiunea fundului oceanului explică simultan menținerea tinereții lui și a dimensiunilor Pământului, litosfera oceanică mereu creată în zona dorsalelor fiind consumată prin subducție în primul caz și menținută la dimensiunile anterioare a celei ajunse treptat la întâlnire cu cea continentală.

Ridicarea magmei în zona axială a dorsalei și expansiunea fundului oceanului ca manifestare a mișcării transversale a celor două plăci în sensuri opuse explică atât apariția cutremurelor „normale” în zona riftului dorsalei — care se produc după ce magma s-a răcit și consolidat, iar rocile astfel rezultate încep a fi împinse lateral —, cât și magnitudinile lor de valori reduse ca și paralelismul planurilor de falie furnizate de soluțiile de mecanism al cutremurelor. Pe de altă parte, particularitățile semnalate ale cutremurelor din zonele de fose oceanice și margini continentale (cutremure din toate trei categoriile: normale, intermediare și adânci, magnitudini cu valori în toată gama de mărimi posibile, ordonarea focarelor lor pe planul Benioff, respectiv eșalonarea epicentrelor în ordinea indicată) sunt compatibile și ele cu procesul subducției.

În zonele de întâlnire a plăcilor de litosferă oceanică cu cele de litosferă continentală — fie în arii de coliziune, fie în arii de subducție — au un câmp larg de intervenție disciplinele geologice, cu un rol hotărâtor în determinarea limitelor de placă. Caracterul sinergistic al cercetărilor din asemenea arii este pus în relief prin orientarea cartării geologice de mare detaliu spre zonele presupuse a corespunde unor limite de plăci (coliziune: zona întinsă alpino-himalayană, subducție: marginea de vest a Americii de Sud), după cum în aceleași zone, în particular în cele de subducție, își dovedesc competența, prin informații de deosebită importanță, cercetările petrografice și sedimentologice, care asociate adesea cu investigații vulcanologice au ajuns să ia o amploare și să aducă rezultate care au făcut să se vorbească despre ansamblul studiilor din aceste zone ca despre o „nouă știință”, subductologia (lucru de altfel nejustificat întrucât e vorba de metodologii ale geostiintelor amintite).

Un loc aparte în cercetarea proprietăților fizice ale rocilor care constituie partea superioară a fundului oceanelor îl ocupă investigațiile petromagnetice, capabile să completeze informațiile petrografice cu date de dublu interes: petrofizic și paleomagnetic. Lor li se adaugă cele radioactive și geoelectrice, cu caracter de informații complementare, alături de cele furnizate de profilele combinate seismice și gravimetrice, în parte prezentând indicații ce sugerează paralelisme privitoare la variația proprietăților fizice respective (în particular modulul de elasticitate și densitatea) cu suportul lor mineralogic-petrografic.

O posibilă extindere a câmpului de cercetări geonomice cu caracter sinergistic este sugerată de perspectivele de a antrena, în procesul de detaliere a unor particularități evidențiate de tectonica globală, și unele cercetări geografice, putând fi vorba în particular de tehnicile de investigații ale geomorfologiei, care ar putea fi utilizate — după adaptări adecvate — în studiul reliefului fundului oceanelor.

În general, deci, după fundamentarea de către metodele geofizice a concepțiilor tectonicii plăcilor, rolul important care revine disciplinelor geologice și, în subsidiar, chiar și celor geografice, este acela de a finisa imaginea dinamică a Pământului, prin furnizarea de detalii de ordin structural-tectonic, petrofizic-petrologic-geodinamic și sedimentologic, respectiv geomorfologic, care să confirme compatibilitatea imaginii complexe tectono-fizice de ansamblu cu diversele ei elemente componente, demonstrându-i coerența structurală simultan cu înlănțuirea funcțională.

Desigur, din punctul de vedere al ilustrării rolului și eficienței sinergismului în cercetările geonomice, informațiile date până acum asupra desfășurării investigațiilor care au condus la elaborarea concepțiilor tectonicii globale s-ar putea opri aici. Nu este, totuși, fără interes o examinare oricât de grăbită și sumară a imaginii mozaicului de plăci stabilit ca reprezentând cadrul desfășurării acestor concepții, ceea ce vom încerca să facem descriindu-i principalele elemente.

Se pot remarca, în primul rând, cele șapte plăci majore a căror localizare geografică e indicată de însuși numele lor: placa Pacifică, plăcile Nord-americană și Sud-americană,

plăcile Euro-asiatică și Africană și, în fine, plăcile Indo-australiană și Antarctică (fig. 2). Lor li se adaugă încă șase plăci de asemenea importante nu numai ca dimensiuni dar și prin rolul lor în geotectonica Globului: (1) placa Nazca și (2) placa Cocos în vestul Americii de Sud, respectiv al Americii Centrale, (3) Caraibilor, între cele două plăci americane, (4) placa Scoția sau a Caraibilor de Sud în sud-estul plăcii Sud-americane, (5) placa Arabiei și (6) placa Filipinelor. Se mai vorbește încă de câteva plăci de dimensiuni mai mici dar cu manifestări geodinamice importante, în special din punctul de vedere al seismicității, dintre care amintim: placa Elenă sau a Mării Egee, placa Turcă sau Anatoliană și placa Iraniană, acestea relativ bine individualizate, apoi o serie de plăci de dimensiuni mai reduse, mai curând imaginate pentru comoditatea interpretării unor particularități tectonice locale (subplăci sau microplăci, numite așa impropriu, căci termenul de placă devine nepotrivit pentru o asemenea porțiune din litosferă de întindere laterală mică în raport cu grosimea, cu atât mai impropriu fiind prefixarea lui cu „micro”). Dintre ele menționăm ca bucurându-se de atenție la noi: „microplăcile” Moesică, a Mării Negre, cea Interalpina, Transilvană, Adriatică, precum și altele, în majoritatea cazurilor cu existență nesigură, mai curând postulate conjunctural decât demonstrate pe bază de observații sigure.

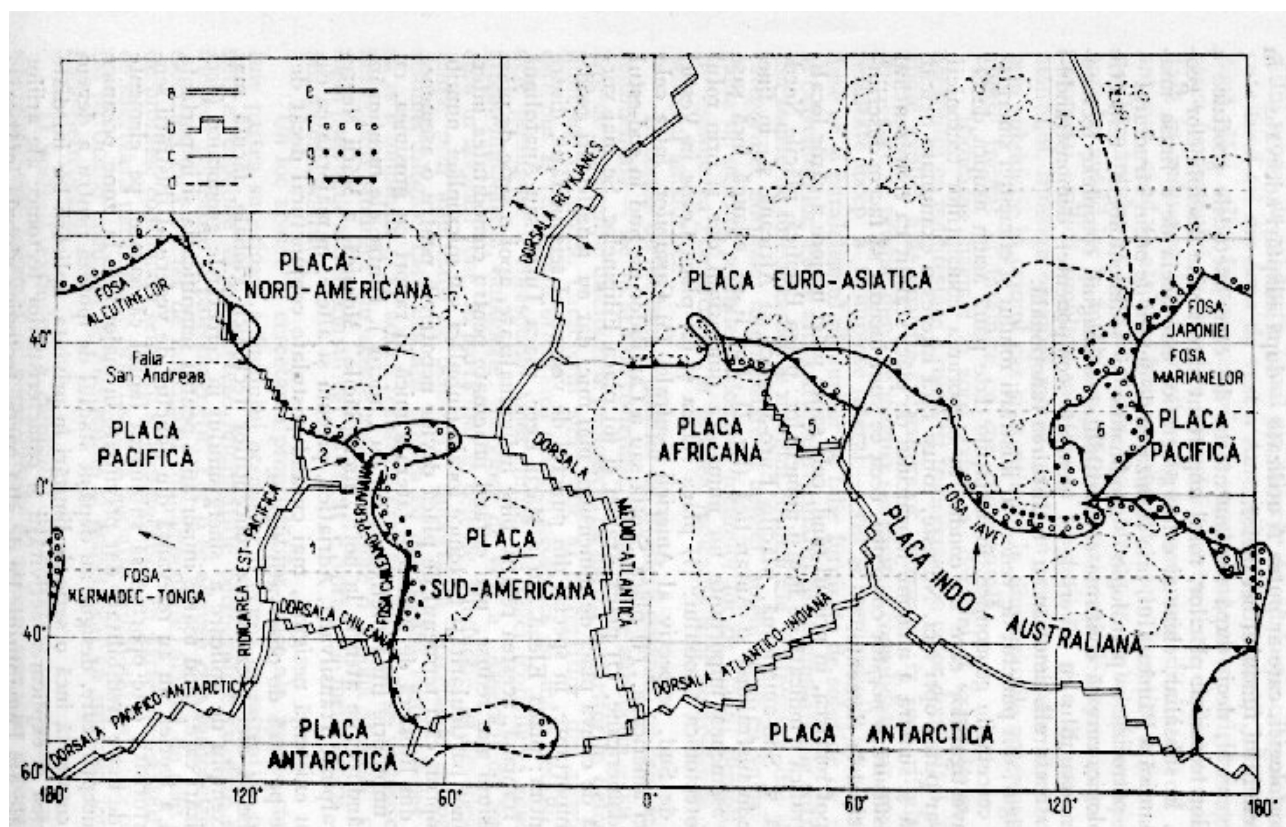


Fig. 2 - Mozaicul de plăci tectonice majore. Afară de numele indicate în figură, numele plăcilor numerotate sunt date în text, iar semnele arată: a, dorsale de expansiune activă; b, falii „transformante”; c, falii transcurrente; d, limite nesigure; e, focar seismic „normal”; f, focar seismic intermediar; g, focar seismic adânc; h, zone de subducție.

Încheind aici prezentarea concepțiilor tectonicii globale, făcută mai ales ca exemplu de aplicare a sinergismului în cercetările geonomice (deci fără precizări care, fiind foarte importante pentru semnificația și importanța intrinsecă a teoriei, nu au relevanță din

punctul de vedere al ilustrării sensului mărturisit), este oportun să subliniem faptul că, bazate pe elemente geofizice de mare credibilitate dar privitoare în majoritate la zone oceanice, aceste concepții, care, desigur au depășit stadiul de ipoteză pentru a deveni o teorie, comportă încă o serie de limitări în privința aplicării lor imediate la descrierea și explicarea activității și caracteristicilor tectonice ale ariilor continentale ale Pământului. Pe de altă parte, tectonica globală înfățișează situații și fenomene prezente, desigur și cu extrapolări, de un grad destul de ridicat de certitudine în trecut dar nedepășind Tertiul în timp ce trecutul Pământului este mult mai lung și mecanismul tectonic a putut fi foarte diferit de acela actual. Ar fi vorba, deci, de o dublă serie de limitări, spațiale și temporale, ale tectonicii plăcilor, pentru a căror înlăturare sunt de luat în considerare cercetări ample și profunde ale tectonismului continental, respectiv investigații capabile să extindă valabilitatea teoriei tectonicii globale și în trecutul îndepărtat al Pământului. Aici va fi rolul important al cercetărilor pe care ar urma să le întreprindă lucrările viitoare, probabil preponderent geologice, în desfășurarea unui sinergism destinat să rămână totuși reprezentativ geonomic.



Cu aceasta am ajuns la termenul final al expunerii. Din ea se pot desprinde cu destulă claritate caracteristicile și meritele sinergismului în aplicarea lui în cercetările geonimice, în particular în rezultatele remarcabile ale lor de ordin geotectonic. Este bine, poate, ca în încheiere să se sublinieze că teoria tectonicii globale, privitoare la dinamica porțiunilor de suprafață ale Pământului, comportă o solidă fundamentare faptică și o coerență suprastructură conceptuală, având trei calități importante: 1) asigură înțelegerea coordonată a tuturor structurilor și fenomenelor de evidență geofizică ce au condus la elaborarea ei; 2) constituie un cadru adecvat pentru interpretarea armonioasă a diferitelor fapte de observație geologică și geografică (geomorfologică) și 3) permite geostiințelor nu numai să reconstituie ceea ce s-a întâmplat în trecutul Pământului ci și să prevadă ce va avea loc în viitor în zonele terestre avute în vedere.

Prin remarcabilele ei realizări ca și prin promițătoarele potențialități noua tectonică globală oferă o imagine armonioasă a Pământului dinamic în care structura și funcționalitatea stabilite asigură atât cuprinderea ansamblului de fapte deja cunoscute cât și anticiparea altora, de pus în evidență în viitor. Sintetizarea coerentă a trecutului și prezentului, realizată de această teorie, și anticiparea prin capacitățile ei predictive a viitorului îi garantează statutul de autentică concepție fundamentală a geostiințelor și explică rolul îndeplinit de ea chiar în fazele ei incipiente, care nu îi permiteau să fie considerată decât ca o ipoteză, în producerea revoluției din geostiințe, cu a cărei semnalare am început expunerea de față. Acest rol, ca și poziția majoră ocupată în cadrul ansamblului de concepții de bază ale geostiințelor, justifică pe lângă caracterul sinergistic al elaborării ei, gradul de detaliere cu care a fost prezentată într-un cadru pentru care ea nu constituie principalul obiectiv.

Pe de altă parte era oportună o asemenea prezentare și pentru faptul că prezentatorul a cunoscut de aproape punerea în evidență a principalelor fapte pe care se bazează teoria

tectonicii globale, emiterea primelor ipoteze, evoluția concepțiilor în paralel cu acumularea de noi fapte în sprijinul lor și controversese provocate prin contestarea unor interpretări ce păreau definitive, în fine elaborarea și impunerea cu autoritate a acestei teorii ca un corpus impresionant de principii majore pentru ansamblul științelor. Bucurându-se de privilegiul ca tocmai în perioada de constituire a ei prezentatorul de azi să facă parte atunci din conducerea Uniunii Internaționale de Geodezie și Geofizică și să participe la Adunările Generale ale ei din 1967 (Zürich) și 1971 (Moscova) unde s-au dezbătut problemele ridicate și s-au hotărât soluțiile, el a dispus de o documentare directă, la zi, greu de obținut atunci la noi. În felul acesta a putut prezenta în cadrul sesiunii științifice din 1971 a Academiei noastre cu tema *Cercetările multidisciplinare și interdisciplinare. Originea, evoluția și perspectivele lor*, comunicarea amintită cu titlul *Concepții geonomice actuale rezultate din cercetări multi- și interdisciplinare*. Informațiile și aprecierile de atunci, evident cu caracter preliminar și foarte limitate, au fost confirmate de dezvoltările ulterioare și își găsesc o amplă completare în expunerea de față.

Dacă ar mai fi nevoie de o justificare a alegerii acestei teme pentru prezentare într-o împrejurare deosebită se poate menționa și faptul că pe lângă interesul prezentat pentru totalitatea geostiințelor, ea mai avea meritul de a aduce sub cupola Academiei Române, mai mult sau mai puțin direct în atenția unei comunități intelectuale de elită preocupări majore ale științei contemporane. Căci, dacă așa cum spune Stephen Hawking — titularul de azi al catedrei de la Cambridge ilustrată altă dată de Newton, apoi și de Dirac — „la ora actuală Universul este descris de două teorii fundamentale, Relativitatea Generală și Mecanica Cuantică”, tot fundamentală este descrierea prin teoria tectonicii globale nu a Universului la scările extreme ale infinitului mare, respectiv infinitului mic, ci a planetei noastre la modesta scară a omenirii situată între cele două extreme.

CUVÎNT DE RĂSPUNS LA DISCURSUL DE RECEPȚIE

*Onorat Prezidiu,
Stimați colegi și prieteni, onorat auditoriu,*

Discursul de recepție prezentat de Domnul academician prof. Liviu Constantinescu, președinte al Secției de Științe Geonomice a Academiei noastre, a constituit — fără îndoială — un strălucit succes din toate punctele de vedere. Aplauzele entuziaste ale întregii noastre asistențe au recunoscut și subliniat aceasta. Discursul s-a distins prin particularități care îl situează în galeria celor mai reușite manifestări culturale similare prezentate în decursul deceniilor în această ilustră aulă a Academiei Române.

O primă particularitate a cuvîntării domnului Liviu Constantinescu a fost *expunerea liberă — fără note* — a imensului material factic furnizat de evoluția accelerată a științelor Pămîntului în ultimii 40 de ani ai epocii noastre. Această libertate de expunere, în genere plăcută auditoriului, dar implicînd anumite riscuri, nu este adoptată în mod obișnuit în ședințele similare ale Academiei, decît de către vorbitorii cu vastă experiență didactică, ajutați de planșe și scheme grafice, cum a fost cazul de față.

O altă particularitate a discursului de recepție și, în genere, a tuturor cuvîntărilor domnului Liviu Constantinescu este *formularea foarte aleasă și perfecta adecvare* la obiect a tuturor termenilor utilizați. Aceste calități imprimă — în mod spontan — textelor și cuvîntărilor elaborate de Domnia Sa o *îmaltă ținută academică*.

Fapt remarcabil, aceste aptitudini lingvistice excepționale, valorificate în mod curent în limba română, domnul Liviu Constantinescu le valorifică în măsură egală și în limbile străine, de circulație universală, perfect stăpînite de domnia sa: franceza, engleza și germana.

Desigur, acest discurs de recepție a generat astăzi la mulți dintre cei de față dorința de a cunoaște mai multe amănunte asupra activității și realizărilor concrete ale academicianului Liviu Constantinescu, care și-a închinat viața, cu foarte frumoase succese, unor științe și tehnici în plină evoluție: Fizica Globului și Prospecțiunile geofizice.

Mai întîi, cîteva date biografice. Născut în 1914 în satul Ighișu Vechi din jud. Sibiu, domnia sa împlinește, la 26 noiembrie anul acesta, frumoasa vîrstă de 78 de ani. Școala primară la Rășinari-Sibiu, liceul la Sighișoara, bacalaureatul la Blaj în 1932. Urmează cursurile Facultății de Științe a Universității din București și obține diploma de licențiat în

științele fizico-chimice în 1935 și cea de doctor în fizică la aceeași Universitate în 1941.

După doctorat a continuat să funcționeze ca asistent al prof. Bădărău. Totul permitea să se prevadă pentru Domnia Sa o strălucită carieră de fizician de laborator în cadrul Universității din București. A apărut însă, la începutul anilor 40 ai epocii noastre, unul din acele *momente hotărâtoare ale existenței*, pe care l-am cunoscut mulți dintre noi, momente uneori fără să ne dăm explicit seama în care stabilești o anumită evoluție pentru întreg cursul ulterior al vieții. Acest moment cardinal a fost acceptarea de către domnia sa a *direcțiunii Observatorului geomagnetic Surlari-Căldărușani*, observator pe care Institutul Geologic al României îl avea în curs de amenajare la Căldărușani, în cadrul Serviciului său de Prospekțiuni Geofizice.

Stimate și iubite coleg,

Astfel a început — cu cincizeci de ani în urmă — colaborarea noastră, din partea mea în calitate de șef al Geofizicii din Institutul Geologic, din partea Dumneavoastră ca director al Observatorului geomagnetic Surlari-Căldărușani.

În toată această jumătate de secol, colaborarea noastră a decurs în mod ireproșabil și există toate premisele de a continua în același mod și în viitor, datorită interesului egal și permanent pe care l-am avut împreună pentru problemele fascinante ale geofizicii generale și aplicate.

Odată cu punerea în funcțiune, de către Dumneavoastră, a Observatorului geomagnetic, orientarea Dumneavoastră în problemele geofizicii moderne a fost asigurată prin stagii de studiu la Praga și Potsdam, în anii 1943-1948. În anul 1950, prin ridicarea Institutului Geologic la rangul de Comitet de Stat al Geologiei, investigarea prin toate mijloacele moderne a subsolului românesc a cunoscut — sub conducerea academicianului G. Macovei — un nou și puternic avânt. Totodată, geofizica a primit acces deplin în învățământul tehnic superior prin crearea în cadrul Institutului de Mine și — ulterior — în Institutul de Petrol, Gaze și Geologie a unei catedre la activitatea căreia ați participat în mod intens în decurs de 24 de ani (1949-1973), ocupând succesiv funcțiunile de conferențiar, profesor și profesor șef de catedră; în prezent, sînteți profesor consultant al Universității din București, după ce — în semn de recunoștință către „Alma Mater” care v-a condus primii pași în domeniul învățământului și cercetării științifice — ați mai funcționat încă 2 ani (1973-1975) ca profesor, șef al Catedrei de Geofizică, în această Universitate. În paralel cu mult apreciată Dumneavoastră activitate profesională ați participat — cu jumătate de normă — la cercetarea științifică desfășurată în prima unitate de cercetări geofizice care a funcționat în cadrul Academiei (1961-1970); în cadrul acestei unități ați condus Secția de Geofizică aplicată și, ulterior, pe aceea de Seismologie.

Cercetările Dumneavoastră au adus contribuții de deosebită valoare în domenii importante ale Geofizicii și Fizicii Globului:

geomagnetism — morfologia generală și trăsături specifice ale furtunilor magnetice,

distribuție normală și variații seculare ale câmpului geomagnetic;

prelucrarea și interpretarea datelor gravimetrice și magnetice, continuarea analitică în spațiul inferior a câmpurilor potențiale;

efecte ale marelor gravitației;

seismologie — soluția de falie, mecanismul focal al cutremurelor de pământ, seismicitate și tectonofizică.

Rezultatele acestei vaste activități le-ați sintetizat în aproximativ 100 de articole științifice publicate în România și în străinătate (Germania, Anglia, S.U.A., fosta U.R.S.S., Finlanda, Ungaria, Iugoslavia) și în nouă volume cu caracter de monografii, publicate în calitate de autor, co-autor sau editor. Participarea Dumneavoastră cu comunicări, sau cu conferințe la diferite congrese științifice naționale sau internaționale în Ungaria, Germania, fosta U.R.S.S., Cehoslovacia, Polonia, Marea Britanie, Iugoslavia, Grecia, Suedia, S.U.A., Peru, India etc. au reprezentat de fiecare dată un succes nu numai personal, ci și un succes al geofizicii din România.

Vasta și multilaterală Dumneavoastră contribuție la promovarea științelor geonomice în țară și peste hotare a fost distinsă cu numeroase ordine și medalii, dintre care amintim numai Ordinul Coroana României în Grad de Cavaler, Ordinul Steaua României, Ordinul Meritul Științific și Medalia „Pro Beneficio Mundi” acordat de Academia Braziliană de Științe și cu o frumoasă serie de importante titluri. Menționez, oarecum în ordinea cronologică în care v-au fost conferite, o parte dintre demnitățile ocupate de-a lungul timpului:

membru „Honoris Causa” al Asociației Geofizicienilor Maghiari;

membru al Comisiei Naționale Române pentru UNESCO;

membru al Biroului și al Comitetului Executiv al Uniunii Internaționale de Geodezie și Geofizică;

vicepreședinte al Uniunii Internaționale de Geodezie și Geofizică;

expert al Grupului de Studii al Institutului de Studii privind Pacea și Războiul din Stockholm pentru problema identificării exploziilor nucleare (SIPRI), la cererea Comitetului celor 18 de la Geneva al Organizației Națiunilor Unite;

vicepreședinte al Comisiei Seismologice Europene;

membru al Consiliului de Conducere al Societății Geofizice Europene;

membru al Consiliului de conducere a Centrului Seismologic Internațional;

vicepreședinte al Comitetului Național Român de Geodezie și Geofizică;

membru de onoare al Societății Geologice a României;

președinte al Societății Române de Geofizică;

membru al Comisiei Superioare de Atestări, Ministerul Învățământului și Științei;

membru al Colegiului Academic Universitar, Ministerul Învățământului și Științei.

În cadrul Academiei Române, ați fost ales membru corespondent în anul 1963, membru titular în 1990, Președinte al Secției de Științe Geonomice și membru al Prezidiului Academiei Române în 1990.

Onorat auditoriu,

Nu cred că pot încheia mai bine această încercare a mea de recapitulare a activității de o viață întreagă a academicianului Liviu Constantinescu decât citînd cîteva rînduri din scrisoarea *absolut profetică*, scrisă la 31 august 1936 de către Horia Teculescu, coleg cu Lucian Blaga și fost profesor de limba română și filozofie al domnului Liviu Constantinescu, pe care ar fi dorit să-l vadă *succesor al său la catedra de limba română a liceului din Sighișoara*: „Am trecut și eu prin acest zbugium sufletesc: Sufletul mă chema mereu spre culmi, iar realitatea mă îndemna să-mi ajut imediat neamul, punîndu-mă în slujba școalei. Nu vreau să-ți sugerez nimic. Vei face cum vei crede d-ta. Dacă mergi înainte spre studii de specializare am mîngîierea că vei aduce serioase contribuții științei românești. Dacă vii alături de mine, am credința că vei contribui la schimbarea la față a sufletului românesc în acest colț de pămînt. *Cu pregătirea d-tale și cu puterea de muncă pe care o ai, ești predestinat să ajungi la loc de cîrmă în slujba neamului. Dumnezeu să-ți ajute și să auzim de bine!*”. Domnul Liviu Constantinescu a realizat pronosticul din scrisoare, numai că Domnia Sa a preferat să slujească neamului românesc ca cercetător și ca profesor la Universitatea din București, ceea ce l-a făcut ca astăzi să ocupe un loc în conducerea Academiei Române. Putem considera că am cîștigat cu toții și mai ales că a cîștigat **geonomia** în serviciul căreia s-a pus fără rezerve.

CUPRINS

Academician NICOLAE CAJAL, vicepreședinte al Academiei Române <i>Cuvînt de deschidere</i>	2
Academician LIVIU CONSTANTINESCU <i>Sinergismul în cercetările geonomice</i>	4
Academician SABBA ȘTEFĂNESCU <i>Cuvînt de răspuns la discursul de recepție</i>	26