

UTILIZAREA TEORIEI SISTEMELOR COMPLEXE ADAPTIVE ÎN DOMENIUL GOSPODĂRIII APELOR

Andrei FILOTTI¹

afilotti@verizon.net

ABSTRACT

In opposition to the traditional studies on the history of various science, which tend to only insist on the evolution of scientific progress, the modern approach tries to link this evolution to the natural, economic and social environment in which the science evolves. Also, the evolution of various scientific disciplines is conceived as a discontinuous process, a result of successive paradigm shifts. Applying these principles to water resources engineering in Romania, the article assesses that, due to the economic and social changes which occurred in 1989, water management in Romania has encountered an anomaly which requires the definition of a new paradigm. The principles which should be applied in this exercise require adopting a holistic approach, designing an adaptive management based on the theory of complex adaptive systems and using transdisciplinary methods. For all practical applications, water resources engineering cannot be considered an independent discipline any more and requires all other related disciplines to be taken into account and joint solutions for all the involved branches of activity should be developed. The article presents various examples in which these principles have been applied in various countries to water related projects.

KEYWORDS: Complex adaptive systems, adaptive management, holism, transdisciplinarity, water management, water resources engineering, history of science, paradigm shift, STS, European Union directives, international aid, watershed councils.

1. Definirea etapei actuale în istoria gospodăririi apelor

1.1 Principii de analiză istorică a gospodăririi apelor

Istoria științei și a tehnologiei este un subiect care a făcut obiectul a numeroase studii și discuții. Totuși, aplicarea teoriilor generale la diferite discipline particulare a fost mult mai puțin adâncită, existând multe discipline, printre care și gospodărirea apelor, care nu au fost practic deloc studiate nici la nivel mondial, nici în România. Până în prezent, studiile istorice în acest domeniu au constituit aproape exclusiv o ilustrare a succesiunii de progrese făcute în timp, fără a include analize ale factorilor care au determinat această evoluție. Totuși, în special în domeniul tehnologiei, un rol însemnat al studiilor istorice este cel de a determina locul actual al disciplinei respective și direcțiile în care disciplina urmează să se dezvolte în viitor. Omiterea unor analize adâncite a corelației dintre evoluția unei anumite științe și condițiile în care această știință s-a dezvoltat poate constitui o lacuna importantă care să ducă la o orientare greșită a activităților actuale legate de disciplina respectivă.

Pentru valorificarea studiilor legate de istoricul unei anumite discipline, *simpliciter* descriere a unor succesiuni nu este suficientă. Cercetătorii evoluției tehnologice au scos în evidență faptul că dezvoltarea istorică a științei este *discontinuuă*. În cele ce urmează mă voi referi, în mod special, la studiile inițiate de Alexandre Koyré cu privire la revoluțiile științifice^{2, 3} dezvoltate și sistematizate de Thomas Samuel Kuhn, care introduce în studiile de istorie a științei noțiunea de schimbare a

¹ Dr. Ing., Consilier tehnic șef al Secretariatului General al Organizației Națiunilor Unite (ret). Fost inginer șef al Institutului pentru Planuri de Amenajare și Construcții Hidrotehnice (IPACH)/Institutului de Studii, Cercetări și Proiectări pentru Gospodărirea Apelor (ISCPGA) – (1964-1979).

Membru al Asociației Generale a Inginerilor din România (AGIR), al American Society of Civil Engineers (ASCA) și al American Water Resources Association (AWRA).

² Koyré Alexandre - *Études d'histoire de la pensée philosophique* - Librairie Armand Colin, Paris, 1962.

³ Koyré Alexandre - *Études d'histoire de la pensée scientifique* - Presses Universitaires de France, Paris, 1965

paradigmei (*paradigm shift*). În rezumat, după Kuhn, treptele din evoluția unei științe ar putea fi reprezentate printr-o buclă: o paradigmă adoptată de comunitatea științifică rămâne valabilă atâta vreme cât nu este contrazisă printr-o anomalie sau un obstacol. În momentul în care se ivește o asemenea anomalie, se produce o criză care persistă până în momentul în care problema este rezolvată prin adoptarea unei noi paradigme, după care se ajunge iar la o situație științifică normală. Conceptele de paradigmă, de ”știință normală” și de ”știință revoluționară” constituie bazele modelului stabilit de Kuhn pentru a explica evoluția științei^{4,5}.

Al doilea element, care trebuie avut în vedere în analizele istorice, este faptul că *nicio disciplină științifică nu se dezvoltă în izolare*. Dezvoltarea științifică este strâns corelată de mediul natural, economic și social din momentul respectiv și din locul în care are loc activitatea științifică studiată. Unul dintre primele documente care au scos în evidență corelația dintre evoluția științei și condițiile social-economice a fost referatul prezentat de fizicianul rus Boris Mihailovici Gessen la cel de al doilea congres de istorie a științei de la Londra, 1931^{6,7}, care a pus bazele epistemologiei istorice. Același mod de gândire poate fi găsit și în viziunea filosofică a lui Martin Heidegger care scoate în evidență legătura dintre prezență (*Dasein*) și temporalitate (*Zeitlichkeit*) și care introduce noțiunile filosofice de existență concretă (*Zuhandenheit*) și de existență brută (*Vorhandenheit*)⁸. Fenomenologia, concepută de Edmund Husserl ca disciplină⁹, este văzută de Heidegger ca metodă ontologică, care, în cazul de care ne ocupăm, constituie unul din modurile principale de analiză a evoluției istorice a științei¹⁰. Analiza istorică implică utilizarea unor procese de *externalizare și obiectivizare*, în care mediul social-economic intervine ca factor extern și a unui proces de *reificare*, în care obiectul studiului devine un subiect al proceselor social-economice¹¹. În sfârșit, o contribuție importantă pentru studiile istorice o constituie sociologia fenomenologică (sau fenomenologia socială) elaborată de Alfred Schütz, care consideră lumea socială structurată în patru regiuni (*Sinnprovinzen*), anume: lumea predecesorilor, (*Vorwelt*), lumea consociațiilor (*Umwelt*), a celor din prezent care ocupă același spațiu, lumea contemporanilor (*Mitwelt*) a celor din prezent care ocupă spații diferite și lumea succesorilor (*Folgewelt*).¹² Aceste cercetări au fost continuate și extinse de Thomas Luckman^{13,14,15}.

În studiul unor cazuri practice, aceste teorii nu au fost totdeauna aplicate corect și obiectiv. Astfel, deși se străduiește se prezintă o imagine echilibrată, studiind dezvoltarea tehnologică în societățile totalitare, Paul Josephson pomenește despre strămutările de populație din cuveta lacului

⁴ Kuhn Thomas Samuel - *The Structure of Scientific Revolutions* - University of Chicago Press, Chicago, 1962.

⁵ Kuhn Thomas Samuel - *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change* - University of Chicago Press, Chicago, 1977.

⁶ Гессен Борис Михайлович - *Социально-экономические корни механики Ньютона*. - Государственное Технико-Теоретическое Издательство, Moscova – Leningrad, 1933.

⁷ Hessen (Gessen), Boris - *The Social and Economic Roots of Newton's Mechanics* – Reprodus în volumul: Hessen Boris, Grossman Henryk - *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution* - Springer 2009.

⁸ Heidegger, Martin - *Sein und Zeit* – 19^{te} Auflage, Max Niemeyer Verlag, Tübingen, 2006.

⁹ Husserl Edmund - *Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Bewußtseins* - Max Niemeyer Verlag, Halle an der Saale, 1928.

¹⁰ Zalta Edward N. - *Stanford Encyclopedia of Philosophy* - Metaphysics Research Lab. Stanford University, Stanford, CA, 2006.

¹¹ Berger Peter, Luckman Thomas - *The Social Construction of Reality* - Anchor Books, New York 1966

¹² Schütz Alfred - *Der sinnhafte Aufbau der sozialen Welt* – Julius Springer, Viena, 1932.

¹³ Schütz Alfred - *Phenomenology of the Social World. Studies in Phenomenology and Existential Philosophy* - Northwestern University Press, Evanston, IL, 1967.

¹⁴ Schütz Alfred, Luckman Thomas - *The structures of the Life World (Studies in Phenomenology and Existential Philosophy)* – Northwestern University Press, Evanston, IL, 1967.

¹⁵ Schütz Alfred, Luckman Thomas - *The structures of the Life World (Northwestern University Studies in Phenomenology and Existential Philosophy)*, Vol II – Northwestern University Press, Evanston, IL, 1989.

de acumulare creat de barajul Sanxia (sau al celor Trei Defileuri) ca un exemplu al efectelor totalitarismului, omițând faptul că strămutări importante au fost necesare în cazul marilor baraje construite în Statele Unite sau alte țări cu regimuri democratice¹⁶. Pentru a evita interpretări eronate, recent a apărut un nou domeniu de studiu, care se ocupă de dezvoltarea științei, tehnologiei și societății, cunoscută sub acronimul STS (*Science Technology and Society*), având ca obiect analiza modului în care valorile sociale, politice și culturale afectează cercetarea științifică și inovația tehnologică precum și a modului în care acestea din urmă afectează societatea, politica și cultura^{17, 18, 19}.

1.2 Specificul etapei actuale în gospodărirea apelor

Trecând la domeniul gospodăririi apelor, trebuie reamintit că această disciplină se referă la toate formele de apă și nu numai la cursurile de apă. Astfel, se pot distinge ca *ramuri* ale acestei discipline: *gospodărirea apelor atmosferice* care are ca obiect, printre altele, modificarea regimului precipitațiilor, *gospodărirea apelor de șiroire pe versanți*, *gospodărirea apelor subterane și altele*. Nivelul de dezvoltare al acestor ramuri este diferit, deoarece, pe de o parte, tehnologiile specifice unora din aceste ramuri nu sunt încă dezvoltate suficient pentru a permite o aplicare largă, iar, pe de altă parte, condițiile social-economice nu au impus, încă, aplicarea acestor ramuri. Astfel, dacă ne oprim la situația din România, gospodărirea apelor a început să se dezvolte începând din anii 1950, când dezvoltarea economică a necesitat investiții în lucrări pentru acoperirea cerințelor de apă ale folosințelor care depășeau capacitatea regimului natural al cursurilor de apă. Fiind axată pe un plan de investiții, ramura care s-a dezvoltat aproape exclusiv a fost cea a *gospodării cursurilor de apă de suprafață*. Deși în anii următori au fost executate lucrări de îndiguiuri, în special în lunca Dunării, aceste lucrări aveau în special scopul de a pune în valoare a unor noi terenuri agricole și nu eliminarea pagubelor provocate de inundații. Viiturile din 1970, 1972 și 1975 au creat, după teoria lui Kuhn, o anomalie care a generat o modificare de paradigmă, prin introducerea *gospodării apelor mari*.

O anomalie mult mai puternică a fost creată prin schimbările politice de la sfârșitul anului 1989, când noile condiții economice au condus la sistarea, practic imediată, a programului de investiții care fusese, până în acel moment, componenta majoră a activității de gospodărire a apelor. Printre altele, noile condiții impuneau punerea accentului pe o nouă ramură, a *gospodării apelor pe suprafața bazinului hidrografic*, ceea ce impunea nu doar elaborarea de metodologii noi dar chiar și o modificare a obiectivelor lucrărilor de gospodărire a apelor. Privite prin prisma viziunii lui Alfred Schütz, noile condiții modificau radical raporturile dintre consociați și contemporani. Dacă anterior, în ceea ce reprezintă acum lumea predecesorilor, întreaga activitate putea fi concentrată în organismele de gospodărire a apelor, care concepeau, executau și exploatau lucrările hidrotehnice, cu minime constrângeri din exterior, noul mediu impune să se țină seama de corelații strânse dintre ape și folosințele de pe suprafața bazinului, precum și de influențele exercitate de apele de suprafață asupra altor elemente ale mediului, printre care și apele subterane. Deși nu se poate afirma că asemenea influențe erau complet ignorate în trecut, în noile condiții ele ajung să aibă o pondere hotărâtoare. De aceea, deciziile în domeniul gospodării apelor nu mai pot fi luate sau aduse la îndeplinire independent de folosințele de pe suprafața bazinului de recepție și vice-versa. Ne

¹⁶ Josephson Paul J. - *Totalitarian Science and Technology* - Humanity Books, Anherst, NY, 2005.

¹⁷ Salvo Al (editor) - *Science, Technology and Society. An Encyclopedia* – Oxford University Press, 2005.

¹⁸ Morton Winston, Ralph Edelbach - *Society, Ethics and Technology* – Cengage Learning, Independence, KY, 2011.

¹⁹ Pestre Dominique (editor) - *Le gouvernement des technosciences. Gouverner le progrès et ses dégâts* - La Découverte, Paris, 2014.

propunem de aceea, să analizăm modalitățile de rezolvare a anomaliei și de atingere a unei noi paradigme.

În această privință, trebuie menționată în primul rând ”Directiva Parlamentului European și a Consiliului pentru stabilirea unui cadru privind măsurile comunitare în domeniul politicii apei”, adoptată de Parlamentul European în anul 2000²⁰. Directiva este un document politic care, fără îndoială, are importanță pentru activitatea organizațiilor care se ocupă de gospodărirea apelor din țările membre ale Uniunii Europene, dar nici măcar nu-și propune să schițeze soluțiile pentru rezolvarea diferitor probleme concrete. În România, directiva respectivă a fost însă răstălmăcită și trebuie privite foarte circumspect afirmațiile care susțin că directiva cuprinde elemente revoluționare, printre care recomandarea de a se elabora planuri de gospodărire a apelor pe bazine hidrografice, când, în România, *organizațiile teritoriale pe criterii hidrografice există din anii 1950 și planuri de amenajare se elaborează din 1959*²¹. Nu intenționez să susțin că *documente care prezintă teorii vetuste sau desuete sunt neapărat greșite, ci doar că nu trebuie prezentate ca revoluționare*. Directiva cadru insistă asupra influențelor pe care elemente exterioare le au asupra resurselor de apă, dar *nu* și asupra reacției inverse a influenței resurselor de apă asupra mediului înconjurător. De asemenea, urmărind o generalizare și o uniformizare la întreg teritoriul Uniunii Europene, se neglijează, în mod inerent, elementele particulare, deși condițiile naturale, economice și sociale din țările membre sau chiar din regiunile acestora diferă adeseori în mod radical. Un prim exemplu care ilustrează asemenea diferențieri și care nu se pretează la generalizare îl constituie alimentarea cu apă a insulelor din Marea Egee, unde dezvoltarea a noi stațiuni turistice a dus la depășirea capacității reduse a straturilor subterane și impune luarea în considerare a unor soluții mai puțin convenționale printre care conservarea apei de ploaie, desalinizarea apei de mare, importarea de apă sau reciclarea apei²². O problemă cu totul diferită este cea legată de ghețarii norvegieni²³ în legătură cu care au fost făcute propuneri, considerate aberante de unii ecologiști din Norvegia, de a se tăia din ghețarii Svartisen cuburi de gheață care să fie apoi exportate și servite cu băuturi în barurile de lux din Monaco, Dubai sau Singapore²⁴. Sunt doar exemplificări ale faptului că Directiva Cadru a Parlamentului European, care privește problema gospodăririi apelor în cea mai mare parte *monodisciplinar* și ignoră caracterul specific al fiecărui sistem în parte, poate fi un însemnat document politic, dar nu poate servi la găsirea unei soluții practice.

Din păcate, în România, organizațiile care răspund de politica diferitelor folosințe nu au dovedit că sunt conștiente de necesitatea unor analizei *interdisciplinare*. Pentru a da doar un exemplu: organele silvice au constatat, în mod corect, că, în condițiile privatizării unei mari părți din patrimoniul forestier, erau necesare reglementări ale modului de exploatare al pădurilor, care nu putea fi lăsat exclusiv la bunul plac al deținătorilor de păduri și au impus acestora întocmirea unor planuri de management al suprafețelor forestiere respective. Aceste reglementări nu se ocupă însă decât de patrimoniul silvic, restul suprafeței bazinelor de recepție nefiind supus unor reglementări similare. Pe de altă parte, aceste planuri se referă exclusiv la exploatarea pădurilor și nu analizează alte efecte ale acestei exploatare. *O asemenea viziune monodisciplinară poate avea efecte*

²⁰ *** - Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy - Official Journal of the European Communities, L 327, 22 December 2000.

²¹ Mihăiescu Tania, Mihăiescu, R. - *Directiva cadru a Uniunii Europene privind apa* – Proenvironment, vol.2, 2009, pp. 118-121.

²² Gikas Petros - *Sustainable use of water in the Aegean Islands* - Journal of Environmental Management Vol. 90, Nr.8, Iunie 2009, pp. 2601–2611.

²³ Nesje Atle, Bakke Jostein, Dah Svein Olaf, Lie Øyvind, Matthews John A - *Norwegian mountain glaciers in the past, present and future* - Global and Planetary Change Vol. 60 (2008), pp. 10–27.

²⁴ Berglund Nina - *Glacier ice cube plan labelled as ‘insane’* – Views and News from Norway, 29 Sep. 2015.

dezastruoase. Necesitatea unei abordări complexe, chiar și pentru domeniul limitat al silviculturii, poate fi ilustrată prin alunecarea de teren din 2014 de la Oso, statul Washington, SUA, care a distrus complet satul respectiv. Studiile efectuate după dezastru au demonstrat că exploatarea forestieră din partea superioară a versantului, deși erau executate respectându-se condițiile organelor silvice, au constituit unul din factorii care a agravat alunecarea, dacă nu chiar a cauzat-o, pentru că nu se avusese în vedere efectul exploatării asupra regimului apelor subterane^{25, 26, 27}. Există în literatura de specialitate numeroase alte exemple similare.

Totuși, chiar dacă s-ar fi ajuns la asemenea reglementări privind agricultura, zonele locuite urbane și rurale sau alte folosințe ale terenurilor, ele ar fi reprezentat o dispoziție birocratică a unor organizații guvernamentale, pe care populația ar fi trebuit să o execute cu riscul unor sancțiuni în caz de abateri. Un asemenea mod de rezolvare, chiar dacă ar fi ținut seama de influența reciprocă a diferiților factori, ar fi neglijat efectele economice și reacțiile sociale ale măsurilor preconizate. Acest mod de abordare, punând exclusiv accentul pe analiza aspectelor tehnice și pe măsuri birocratice de implementare, a fost denumit de unii oameni de știință ca "ecofascism"²⁸.

În studiul bazinelor de recepție, este esențial să se țină seama de faptul că ele sunt locuite de oameni, care își desfășoară activitatea pe teritoriul acestor bazine, au în proprietate multe din terenurile constituind bazinul și au o multitudine de interese dependente de condițiile social-economice din zona respectivă, interese care pot să nu coincidă cu măsurile decretate de organismele guvernamentale. De aceea, în Statele Unite, pentru rezolvarea problemelor de gospodărire a apelor au fost înființate Consilii ale Bazinelor Hidrografice (*Watershed Councils*) formate din diferite organizații atât guvernamentale cât și non-guvernamentale, reprezentând diferite grupuri ale populației. Aceste consilii sunt împuternicite să gospodărească atât resursele de apă cât și celelalte resurse naturale ale bazinului de recepție^{29,30}. În contrast cu această viziune, Directiva Cadru a Uniunii Europene, menționată anterior, limitează participarea publicului la informare și consultare, nu o implică în procesul de decizie privind utilizarea bazinului hidrografic, și nu recomandă formarea de organizații nonguvernamentale și nici includerea păturilor din societate interesate în alte activități afară de cele legate direct de ape³¹.

2. Principii pentru găsirea unei noi paradigme în domeniul gospodăririi apelor

Ne propunem, în cele ce urmează, să analizăm în mod succint principiile pe care ar trebui să se bazeze găsirea unei soluții pentru găsirea unei noi paradigme pentru rezolvarea anomaliilor prezente din ramura gospodăririi apelor.

²⁵ Cornwall Warren – *Causes of Deadly Washington Mudslide Revealed in Scientific Report* – National Geographic, 24 Jul 2014.

²⁶ Keaton Jeffrey R., Wartman Joseph, Anderson Scott et al - *The 22 March 2014 Oso Landslide, Snohomish County, Washington, Geotechnical Extreme Events Reconnaissance (GEER) Report*. July 22, 2014.

²⁷ Ryan John – *Concern over Landslide. Logging Connection near Oso is Decades Old* – Northwest Public Radio, 28 Mar. 2014 <http://www.opb.org/news/article/concern-over-landslide-logging-connection-near-oso>

²⁸ Zimmermann, Michael E. – *Ecofascism, an Enduring Temptation* – In: *Environmental Philosophy: From Animal Rights to Radical Ecology* – Ed, 4, Pearson, Boston, MA, 2004.

²⁹ Griffin C.B. – *Watershed Councils: An Emerging Form of Public Participation in Natural Resource Management* - JAWRA, Journal of the American Water Resources Association, Vol.35, Nr.3, Jun. 1999, pp.505-518.

³⁰ Woolley John T, McGinnis Michale Vincent - *The Politics of Watershed Policymaking* - Policy Studies Journal, Volume 27, Issue 3, 1999, pp 578–594

³¹ Henning Sten Hansen, Milla Mäenpää - *An overview of the challenges for public participation in river basin management and planning*. - Management of Environmental Quality: An International Journal, Vol. 19 2008, Nr 1, pp.67 - 84

2.1 Abordarea holistică

După cum s-a arătat, în bazinele hidrografice nu apar doar probleme legate de ape ci și probleme legate de ecologia sau de utilizarea teritoriului, probleme social-economic ale populației care trăiește pe teritoriul bazinului, lista nefiind limitativă. *Niciunul dintre domeniile respective nu este mai important decât celelalte.* Între toate aceste domenii există o *interdependență*, în sensul că fiecare activitate este influențată de celelalte și la rândul ei le influențează pe acestea. De aceea, studiile privind bazinele hidrografice trebuie abordate în mod holistic, acceptându-se punctul de vedere că *proprietățile unui sistem nu pot fi determinate și explicate prin însumarea analizei elementelor componente și că sistemul, în ansamblul său, determină modul de comportare a elementelor sale.*

Acest principiu a fost enunțat încă din 1924 de Jan Cristiaan Smuts, o personalitate cu o activitate puțin cunoscută și aparent neașteptată pentru lansarea unui concept legat de filosofia științei. După ce a fost comandant al unei unități militare a Republicii Transvaal în cel de al doilea război al Burilor, general comandant al trupelor Sud-Africane în luptele contra coloniilor germane din Africa în timpul Primului Război Mondial și prim-ministru al Africii de Sud, el a urmat o carieră universitară, ajungând cancelar al Universității din Capetown (Africa de Sud) și din Cambridge (Regatul Unit). În timpul activității sale universitare, el s-a ocupat, în special, de filosofia naturii și de istoria biologiei, publicând, chiar la începutul activității sale universitare, lucrarea în care a definit pentru prima oară noțiunea de *holism*.³² Principiul enunțat de Smuts a fost apoi dezvoltat filosofic de Adolf Meyer-Abich, care a expus conceptul de holism dintr-o perspectivă ontologică și epistemologică³³. Ulterior, principiul a fost aplicat în diferite științe, dintre studiile relevante pentru sistemele de tipul celor studiate fiind de menționat lucrările lui D. Bohm³⁴ și ale lui Jens Alwood³⁵.

Principiul de bază al holismului este că orice element este o parte componentă a unui întreg și niciun element nu poate fi pe deplin înțeles dacă nu se au în vedere legăturile sale cu întregul. Holismul se află în opoziție cu reduționismul, încă aplicat de mulți cercetători, conform căruia, pentru a înțelege lumea, este necesar să se studieze elementele care o compun³⁶.

Importanța abordării holistice pentru studiile legate de ape și mediu este scoasă în evidență și prin apariția unor periodice dedicate exclusiv acestui domeniu, cum este revista trimestrială *The Holistic Approach to Environment*, editată de Asociația pentru Promovarea Abordării Holistice a Mediului Înconjurător (*Udruga za Promicanje Cjelovitog Pristupa Okolišu*) din Zagreb. Dintre cercetătorii care au aplicat holismului în domeniul gospodărirea apelor se pot cita Tamim Younos, care se ocupă în mod particular de aspectele legate de schimbarea paradigmei în cazul trecerii la sisteme de alimentare cu apă descentralizate (în special a celor bazate pe colectarea apelor pluviale)³⁷, Dovev Levinson, care prezintă modul holistic de analiză a siguranței resurselor de apă în Israel³⁸, William Andreen care se ocupă de rezolvarea contradicțiilor dintre legislația Statelor

³² Smuts Jan Cristiaan – *Holism and Evolution* – MacMillan, New York, 1926.

³³ Meyer-Abich, Adolf – *Hauptgedanken des Holismus* – Acta Biotheoretica, Vol 5, (1940), Nr.2, pp. 75-116.

³⁴ Bohm David – *Wholeness and the Implicate Order* – Routledge, Londra, 1980.

³⁵ Alwood Jens – *The Concepts of Holism and Reductionism in Sociological Theory* - Göteborgs Universitet, Göteborg, 1973.

³⁶ Miller, John H. – *A Crude Look at the Whole. A Study of Complex Systems in Business, Life and Society* – Basic Books, New York, NY, 2015.

³⁷ Younos Tamim – *Paradigm Shift. Holistic Approach for Water Management in Urban Environments* – Frontiers of Earth Science, Vol. 5, Nr. 4, Nov. 2011, pp. 421-427.

³⁸ Levinson Dovev – *Israel's Holistic Approach to Water Security: Prevention, Protection and Detection* – Waterworld 2010.

Unite ale Americii privind utilizarea apei (reglementată de legislația fiecărui stat), protecția calității apelor (reglementată de legislația federală) și utilizarea terenurilor (reglementată de autoritățile locale)³⁹ și, Wilasinee Suksawang care aplică abordarea holistică la protecția împotriva inundațiilor în Tailanda⁴⁰. Aceste exemple demonstrează că în domeniul gospodăririi apelor, abordarea holistică a depășit stadiul teoretic și a fost aplicată în numeroase cazuri concrete în multe țări ale lumii.

2.2 Sistemele complexe adaptive

În cazul unei abordări holistice, bazinele hidrografice trebuie încadrate în categoria *sistemelor complexe adaptive* și trebuie studiate făcând apel la metodologiile adecvate pentru analiza unor asemenea sisteme. Sistemele complexe adaptive se bucură în prezent de atenția a numeroși cercetători, fiind de relevat, în mod special, studiile efectuate de Institutul Santa Fe din New Mexico, Statele Unite, înființat în 1984 de un grup de un grup provenind în majoritate de la Laboratorul Național Los Alamos (*Los Alamos National Laboratory*), a cărui activitate o considerau legată prea strâns de programele de apărare și securitate ale Statelor Unite. Activitatea Institutului Santa Fe este orientată practic exclusiv spre identificarea modalităților de integrare a filosofiei și metodologiilor unor discipline diferite pentru a obține concluzii multidisciplinare semnificative și corecte⁴¹. Dintre alți cercetători care și-au îndreptat atenția spre acest tip de sisteme se relevă Ricard Solé de la Universitatea Pompeu Fabra din Barcelona și Jordi Bascompte de la Universitatea din Zürich⁴².

Conceptul sistemelor adaptive se bazează pe ipoteza că sistemele complexe nu sunt imuabile ci se modifică în timp, adaptându-se condițiilor în care există și acțiunilor care sunt exercitate asupra lor, fie din exterior, fie din interior. De aceea, pe de o parte, pentru a determina evoluția sistemului într-o anumită direcție, pot fi identificate acțiuni care să aibă ca efect această evoluție, iar, pe de altă parte, această evoluție poate fi rezultatul unei succesiuni de acțiuni care să permită verificarea faptului că ele au efectul dorit și corectarea lor în caz contrar, evoluția fiind astfel rezultatul unor aproximații succesive. În acest scop, pentru administrarea unor proiecte având ca obiect sisteme adaptive, trebuie adoptate metode de lucru specifice.

Analizând această problemă, Owen Barder consideră că administrarea adaptivă a unor proiecte trebuie să angreneze trei factori motori ai evoluției și anume:

1. Variația (*Variation*) care dă participanților libertatea de a experimenta, definind un spațiu în interiorul căruia să realizeze proiectul. În acest mod cei care execută proiectul sunt eliberați de constrângerile convenționale legate de respectarea unui plan preconcept, urmărirea proiectelor fiind legată nu de executarea anumitor activități ci de atingerea anumitor rezultate.
2. Stabilirea unor funcții de conformitate (*fitness functions*) corecte, care să permită definirea unor obiective cuantificabile și care să facă diferențierea între schimbările utile și cele lipsite de utilitate sau chiar dăunătoare.
3. Selectivitatea efectivă (*effective selection*) care să asigure reproducerea sau extinderea elementelor care duc la ameliorări din punctul de vedere al funcțiilor de conformitate

³⁹ Andreen, William A. –Developing a more Holistic Approach to Water Management in the United States – Environmental Law Reporter, Vol. 35, Nr. 4, 2006.

⁴⁰ Suksawang Wilasinee – Holistic Approach to Water Management Planning of Nong Chok District in Bangkok, Thailand – University of California, Water Resources Collections and Archives, 2012.

⁴¹ Dillon, Dan – *Review of the Santa Fe Institute: Institutional and Individual Qualities of Expert Interdisciplinary Work* – Harvard Interdisciplinary Studies Project. Cambridge, MA, 2001.

⁴² Solé Ricard V., Bascompte Jordi – *Self-Organization in Complex Ecosystems* – Princeton University Press, Princeton NJ, 2006.

acceptate și reformarea sau sistarea elementelor care duc la rezultate defavorabile. În această selectivitate, prin element nu se înțeleg doar activitățile din cadrul proiectului respectiv, ci și ansamblul de politici și instituții care dirijează proiectul respectiv⁴³.

În practică, Lane Andrews, Lant Pritchett și Michael Woolcock recomandă patru etape pentru realizarea unei adaptări iterative (*iterative adaptation*) a sistemului, etape care sunt aplicabile și la sistemele de gospodărire a apelor de care ne ocupăm.

1. Concentrarea activităților asupra unor probleme identificate și definite la nivel local, spre deosebire de transplantarea unor soluții preconceptuate studiate în exterior.
2. Crearea unui mediu decizional pentru sistemul respectiv care să încurajeze devieri pozitive (*positive deviance*) și experimentare, în loc de a concepe soluții a căror punere în aplicare este încredințată unor executanți.
3. Includerea în experimentare a unor bucle de conexiune inversă (*feedback loops*) care facilitează un proces rapid de învățare pe bază de experimente, spre deosebire de mecanisme lente de evaluare periodică a rezultatelor experimentării;
4. Antrenarea în executarea proiectului a unor cadre cu specialități variate, care să asigure că modificările sau reformele studiate sunt viabile, legitime, relevante și sustenabile⁴⁴.

Modelele matematice constituie unul dintre mecanismele cele mai importante utilizate pentru studierea comportării sistemelor adaptive, existând în acest scop o categorie specială de modele denumite *modele complexe adaptive*⁴⁵.

Au fost publicate numeroase lucrări care analizează particularitățile aplicării acestor metode la diferite cazuri concrete. Pentru ilustrare se vor cita unele dintre acestea care se referă la specificul gospodăririi apelor.

Un asemenea studiu se referă la sistemele de alimentare cu apă în mediul rural din Burkina Faso. Din punct de vedere tehnic, realizarea s-ar fi putut limita la forarea unor puțuri și instalarea unor conducte. Analiza sistemului adaptiv a pornit însă de la constatarea că, în condițiile penuriei de apă din zona subsahariană, femeile burkineze dedicau o parte extrem de importantă din timpul lor activităților de colectare și transport a apei. Prin realizarea sistemelor de alimentare cu apă femeile obțineau un timp liber și de aceea, pe lângă sistemele de alimentare cu apă, proiectul cuprindea și programe educative pentru femei precum și programe pentru orientarea lor spre alte activități care să aducă un anumit venit. În sfârșit, pentru a stimula economia rurală, a fost pus la punct un sistem de microcredite precum și un program de educare a populației în modalitățile de utilizare a creditelor pentru diferite activități productive. Evident că toate aceste activități nu au fost realizate într-o singură etapă, sistemul adaptându-se continuu pe măsura dezvoltării sale. Este evident o considerabilă extindere față de viziunea clasică a unui sistem de alimentare cu apă⁴⁶.

Ar fi greșit, însă, să se considere că aplicarea metodelor adaptive duce totdeauna la un succes. Există și cazuri în care s-au înregistrat eșecuri, a căror analiză poate și ea permite tragerea anumitor învățăminte. Astfel, în realizarea sistemului de alimentare cu apă al comunei rurale Yélékébougou din Mali, a fost încercată angrenarea comunității în administrarea sistemului, printr-o participare civică, împuternicind locuitorii să ia parte în procesul de decizie privind plata și

⁴³ Barder Owen – *Complexity, Adaptation and Results* – Center for Global Development, London, 2012.

⁴⁴ Andrews Lane, Pritchett Lant, Woolcock Michael – *Escaping Capability Traps through Problem-Driven Iterative Adaptation (PDIA)* – CID Working Paper 240, Center for International Development, Cambridge, MA, 2012.

⁴⁵ Miller John H., Page Scott E. – *Complex adaptive models. An introduction of Computational Models of Social Life* – Princeton University Press, Princeton, NJ, 2007.

⁴⁶ Champoux-Guimond Marie-Anne – *Water: A Powerful Source of Human Development. One Drop's Project Burkina Faso* – Water Resources Impact, Vol 17, Nr. 3 (Mai 2015), pp15-16.

distribuția apei. După experimentare, s-a ajuns la concluzia că, în condițiile din zonă, asigurarea accesului la apa potabilă nu era nici sustenabil, nici echitabil⁴⁷.

În această privință doresc să prezint și un exemplu din experiența personală. Conducând un proiect pentru organizarea asociațiilor utilizatorilor de apă din agricultură în Republica Kirghiză, am efectuat într-o zi o inspecție la o Direcție Raională de Gospodărire a Apelor și Irigații. Surprins să văd în fața localului direcției un morman imens de morcovi și cerând explicații, am fost lămurit de inginerul șef al unității că un fermier din localitate descărcase cu o zi înainte două remorci cu morcovi. Explicația fermierului fusese simplă. În trecut, înainte de dezmembrarea Uniunii Sovietice, producția de morcovi era cumpărată de o firmă comercială care ducea morcovii spre nord, în Siberia, unde erau vânduți. Sistemul fusese însă desființat și fermierul nu reușea să-și mai vândă produsele, deoarece în lipsa unor posibilități de export, piața locală nu putea absorbi întreaga producție. În consecință, din moment ce producea morcovi și nu bani, fermierul venise să-și plătească datoria pentru apa livrată cu legumele pe care le producea. Era un mod simplu de a arăta că inteligența nativă a țăranilor din Asia Centrală nu le dădea nu doar posibilitatea de a înțelege noțiunea filosofică de holism sau conceptul de sisteme complexe adaptive mai bine decât unitățile administrative ale guvernului kirghiz, ci și cea de a găsi metode de a demonstra ilustrativ de ce viziunea filosofică a guvernului era greșită. Am consultat numeroase lucrări care se ocupă de sistemele adaptive, însă nu am reușit să identific niciuna în care să se ocupe de modul în care persoane cu bun simț, dar practic fără cunoștințe de filosofie, intuiesc importanța unor asemenea concepte.

Pornind de la analiza unor proiecte concrete care se ocupă de sisteme adaptive complexe, Ben Ramalingam a trecut la o generalizare, care se concentrează asupra asistenței tehnice internaționale. El arată că modelele și ipotezele lineare, mecanistice, pe care se bazează proiectele de asistență tehnică în trecut nu mai sunt de actualitate în lumea complexă și dinamică contemporană. Economii și societățile se comportă în măsură mai redusă ca mașini și mai mult ca *ecosisteme*, ceea ce duce la necesitatea ca cei care se angrenează în activități economice, de afaceri sau de stabilire a unor politici să se orienteze spre cercetarea sistemelor complexe adaptive.⁴⁸

O altă categorie de studii privind gospodărirea apelor în diferite bazine hidrografice s-a concentrat asupra problemelor de conducere (management adaptiv), analizând modul în care teoria sistemelor adaptive se poate aplica la organizarea consiliilor de bazine hidrografice, amintite anterior.

Există un consens că administrarea bazinelor hidrografice de către organizații de stat, cu o structură identică pentru toate bazinele hidrografice, nu poate duce la rezultate pozitive în lumea contemporană, ci doar o gospodărire adaptivă este capabilă să amelioreze capacitatea de înfruntarea incertitudinilor inerente administrării unor sisteme complexe de tipul bazinelor hidrografice. Astfel, în Statele Unite, consiliile bazinelor hidrografice sunt foarte diversificate în ceea ce privește obiectivele, componența, procedurile de luare a deciziilor, finanțarea și alte elemente, dar, în principiu, acolo unde au fost înființate, ele constituie principala organizație care stabilește politica de utilizare a bazinului hidrografic, soluțiile adoptate fiind determinate în special de condițiile locale. Un exemplu al unui sistem de organizare specific îl reprezintă bazinul râului Missouri unde a fost înființată Asociația Statelor și Triburilor pentru Râul Missouri (*Missouri River Association of States and Tribes MoRAST*) constituită, pe de o parte, din guvernatorii statelor cuprinse în bazin – Wyoming, Montana, North Dakota, South Dakota, Nebraska, Iowa și Kansas – iar pe de alta din reprezentanții Coaliției Mni Sose pentru Drepturile Intertribale asupra Apei (*Mni Sose Intertribal*

⁴⁷ Jones Stephen – *Participation as Citizenship or Payment? A Case Study of Drinking Water Governance in Mali* – Water Alternatives, Vol. 4, No.1, 2011, pp. 54-71.

⁴⁸ Ramalingam Ben – *Aid on the Edge of Chaos* – Oxford University Press, Oxford, 2013.

Water Rights Coalition), organizație care cuprinde majoritatea națiunilor amerindiene suverane de pe suprafața bazinului – Kickapoo, Omaha, Ponca, Potawatomi, Sac-Fox, Santee Dakota (Sioux) și Winnebago⁴⁹. Este simplu de constatat că soluția nu se pretează la generalizare și nici nu ar fi putut fi găsită dacă trebuiau aplicate reguli general valabile. Rezultate corecte pot fi obținute numai dacă se acceptă necesitatea de identificare a unor soluții adecvate fiecărei situații în parte.

În mod similar, deoarece condițiile diferitelor bazine hidrografice diferă, adoptarea unei strategii unice aplicabile tuturor bazinelor nu poate duce decât la un insucces. În principiu gospodărirea trebuie să fie încredințată consiliilor care angrenează *toți* factorii interesați în fiecare bazin hidrografic, organelor de stat revenindu-le doar un rol de supraveghere și control. O strategie corectă poate rezulta numai din analiza condițiilor specifice fiecărui bazin hidrografic, ținând seama de *toți* factorii naturali, economici, sociali și politici și adoptarea, în fiecare caz în parte, a unei structuri care să se adapteze cel mai bine condițiilor locale^{50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59}.

Se subliniază insuficient faptul că pentru conducerea unor sisteme complexe adaptive, crearea unei structuri de tipul consiliilor analizate nu este suficientă. Chiar dacă dispun de autoritatea de a găsi un consens și de a lua decizii, de cele mai multe ori autoritățile administrative nu au competența de a analiza problemele pe care le ridică sistemele complexe și cu atât mai puțin să studieze, prin modelare matematică sau prin alte mijloace, consecințele diferitor decizii posibile, să cuantifice criteriile de succes și să prevadă măsurile corective în caz de insucces sau succes parțial. Asemenea studii impun angrenarea unor echipe complexe de cercetare, care să fie angrenate în procesele de conducere⁶⁰.

⁴⁹ Hayden J. Michael – *History and Activities of the Missouri River Association of States and Tribes (MoRAST)* - Water Resources Impact, Vol. 15, No.5, Sept. 2014, pp.13-15

⁵⁰ Habron Geoffrey. - Role of adaptive management for watershed councils. – Environmental Management. 2003 Vol. 31 No. 1, Jan 2003, pp. 29-41.

⁵¹ Sholz J.T., Stiftel B. (editors) - *Adaptive Governance and Water Conflict: New Institutions for Collaborative Planning*. Resources for the Future, Washington D.C., 2005.

⁵² Heikkila T., Gerlak.A.K. - *The Formation of Large-scale Collaborative Resource Management Institutions: Clarifying the Roles of Stakeholders, Science, and Institutions*. - Policy Studies Journal Vol. 33, No.4, 2005, pp.583-612.

⁵³ de Groot, W.T., Lenders H.J.R. - *Emergent principles for river management*. – Hydrobiologia Vol. 565, No. 1, Jul.2006, 309-316.

⁵⁴ Huitema D., Mostert E, Egas W., Moellenkamp S., Pahl-Wostl C., Yalcin R. - *Adaptive water governance: assessing the institutional prescriptions of adaptive (co-)management from a governance perspective and defining a research agenda*. - Ecology and Society Vol. 14. No. 1, 2009.

⁵⁵ Doremus, H. - *CALFED and the Quest for Optimal Institutional Fragmentation*. - Environmental Science and Policy Vol. 12, 2009, pp. 729-732.

⁵⁶ Engle, N.L., Johns O.R., Lemos M.C., Nelson D.R. - *Integrated and adaptive management of water resources: tensions, legacies and the Next Best Thing*. - Ecology and Society Vol. 16, No. 1, 2011.

⁵⁷ Knüppe Kathrin, Pahl-Wostl Claudia - *A Framework for the Analysis of Governance Structures Applying to Groundwater Resources and the Requirements for the Sustainable Management of Associated Ecosystem Services*. - Water Resources Management - Vol. 25, No. 13, Oct 2011, pp. 3387-3411.

⁵⁸ Cohen Alice, Davidson Seanna - *An examination of the watershed approach: Challenges, antecedents, and the transition from technical tool to governance unit*. - Water Alternatives. Vol. 4, No. 1, 2011, pp. 1-14.

⁵⁹ Porzecanski Ignacio, Saunders Lynn V, Brown Mark T. - *Adaptive Management Fitness of Watersheds* – Ecology and Society, Vol. 17, No.3, 2012.

⁶⁰ Thomas Jack Ward – *Adaptive Management : What's It All About* – Water Resources Impact, Vol. 8, No. 3. Mai 2006, pp.5-7.

2.3 Abordarea transdisciplinară

Termenul de transdisciplinaritate a fost utilizat pentru prima oară de Jean Piaget la seminarul internațional "Interdisciplinaritatea – Probleme ale învățământului și cercetării în Universități", organizat de Organizația pentru Cooperare Economică și Dezvoltare în 1970⁶¹. Ulterior a fost elaborată o Cartă a Transdisciplinarității⁶², care a fost adoptată de Primul Congres al Transdisciplinarității care a avut loc la Arrábida, Portugalia, în 1994. Problemele acestui nou mod de cercetare au fost adâncite ulterior la Simpozionul pentru Transdisciplinaritate, organizat de UNESCO la Abația Royaumont din Asnières-sur-Oise, Franța, în 1998.

Necesitatea unei abordări transdisciplinare a fost explicată de poetul francez Michel Camus, premiat cu marele premiu internațional de poezie Lucian Blaga și membru de onoare al Uniunii Scriitorilor din România. În discuția sa la lucrările simpozionului de la Arrábida, Michel Camus explica: "Obsedați de propriile cercetări, oamenii de știință sunt în general suflete solitare, fiind mai înrădăcinați în singurătatea în care își duc existența decât muritorii de rând". În continuare el arată că vede în transdisciplinaritate "speranța unei noi aurore transpersonale (și transreligioase și transpolitice și transnaționale) ivite în tenebrele letale ale timpului nostru, care, totuși, manifestă o vitalitate luminoasă în zonele mai puțin cunoscute ale acestuia"⁶³. Dintre întâlnirile științifice dedicate acestui subiect, este de menționat adunarea Academiei Pontificale de Științe de la Vatican, 2008, unde, în mesajul său către participanți, Papa Benedict XVI afirma: *Pe lângă elementele iraționale și haotice, pe lângă procesele de modificare a cosmosului care, în timp îndelungat, sunt distructive, materia, ca atare, este "lizibilă", conține o "matematică" intrinsecă. Ca atare, mintea umană poate fi angrenată nu doar într-o "cosmografie" care studiază fenomenele măsurabile dar și într-o "cosmologie" care să discearnă logica interioară vizibilă a cosmosului. Există posibilitatea să nu fim capabili să percepem, la început, armonia care există atât în ansamblul întreg cât și în corelațiile dintre părțile individuale componente sau în legăturile dintre acestea și ansamblu. Totuși, va rămâne totdeauna o gamă largă de evenimente inteligibile și procesul de cunoaștere este rațional prin faptul că scoate în evidență ordinea corespondențelor evidente și ale finalităților incontestabile: cele care există în lumea anorganică între microstructură și macrostructură sau în lumea sprituală între cunoașterea adevărului și aspirația spre libertate. Cercetarea experimentală și cea filosofică descoperă progresiv aceste ordini, le percep ca acționând pentru menținerea propriei existențe, apărându-se de dezechilibru și dându-le posibilitatea să depășească obstacole. Și datorită științelor naturii am reușit să sporim în măsură însemnată unicitatea locului omenirii în cosmos*⁶⁴.

Unul din cei mai importanți cercetători care au studiat transdisciplinaritatea este fizicianul francez de origine română Basarab Niculescu, membru de onoare al Academiei Române, care este și unul din principalii fondatori, în 1987, ai Centrului Internațional de Cercetări și Studii Transdisciplinare (CIRET) de la Paris. Fiind unul dintre cei mai activi avocați ai acestei metode, în afară de extinse cercetări în domeniu, el a publicat și un *Manifest al Transdisciplinarității*^{65, 66}.

⁶¹ Apostel Léo, Berger Guy, Briggs Asa, Michaud Guy (ed.) - *L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche*. - Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement, Organisation de Coopération et de développement économique, Paris, 1972.

⁶² *** - *Charte de la Transdisciplinarité* – Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires, Paris, 1994.

⁶³ Camus, Michel - *Regard rétrospectif sur le congrès d'Arrábida* – CIRET, Bulletin 3-4, 1995.

⁶⁴ Benedict XVI – Address of His Holiness Benedict XVI to Members of the Pontifical Academy of Sciences on the Occasion of their Plenary Assembly – 31 Oct. 2008 – Benedict XVI Speeches, October 2008, Libreria Editrice Vaticana.

⁶⁵ Niculescu Basarab (editor) - *Transdisciplinarity. Theory and Practice* - Hampton Press, Creskill, NJ, 2008.

Ideile lui Basarab Nicolescu au fost aplicate de centre de cercetare din diferite țări, putând fi remarcate în special cele efectuate de Maria Cristina Núñez Madrazo și colaboratorii ei de la Centrul de Ecoalfabetizare și Dialog al Cunoașterii (*Centro de EcoAlfabetización y Diálogo de Saberes*) al Universității Statului Veracruz de Ignacio de la Llave din Xalapa-Enríquez, Mexic⁶⁷.

În ultimele decenii au fost publicate numeroase alte studii în domeniul transdisciplinarității, dintre care se citează, ca exemplu, cele coordonate de Margaret Sommerville, de la Centrul pentru Etică și Legalitate în Medicină (*Centre for Medicine, Ethics and Law*) din cadrul Facultății de Drept a Universității McGill din Montreal, Canada, David Rapport de la Universitatea Royal Roads, Victoria, Canada⁶⁸ și Jochen Hinckel de la Universitatea Wageningen, Țările de Jos⁶⁹. Mai sunt de menționat și lucrările mai puțin cunoscute, cum sunt studiile elaborate de Larisa Pavlovna Kiiășcenko și Viaceslav Ivanovici Moiseiev de la Institutul de Filosofie al Academiei Ruse de Științe⁷⁰ precum și cele ale lui Vladimir Stefanovici Mokii, directorul Institutului de Tehnologie Transdisciplinară (*Институт Трансдисциплинарных Технологий*) din Nalcik, capitala Republicii Cabardino-Balcare^{71, 72}.

Chiar și această enumerare succintă arată că transdisciplinaritatea nu este limitată la un anumit domeniu, ci a suscitat interesul cercetătorilor din ramuri de activitate extrem de diverse. Printre acestea se numără și gospodărirea apelor și, în această privință, sunt de relevat studiile lui I. M. Jacobs și S. Nienaber de la Consiliul pentru Cercetări Științifice și Industriale (*Council for Scientific and Industrial Research – CSIR*) din Pretoria, Republica Africa de Sud. Aceste studii au fost elaborate pentru rezolvarea problemelor transfrontaliere de gospodărire a apelor în cadrul Comunității de Dezvoltare Sud-Africane (*South African Development Community – SADC*), o asocierie economică regională care cuprinde 15 țări africane printre care Republica Africa de Sud, Republica Democrată Congo, Tanzania, Mozambic, Angola și altele^{73, 74}.

Transdisciplinaritatea reprezintă un semnificativ pas înainte în procesul de cunoaștere față de metodele de analiză utilizate anterior. Astfel, monodisciplinaritatea este o metodă de analiză care ia în considerare doar punctul de vedere al unei singure discipline și, așa cum s-a arătat, este, în România, modul de abordare utilizat practic exclusiv în domeniul gospodăririi apelor și, de altfel, în multe alte domenii. Multidisciplinaritatea include în analize mai multe discipline, dar constă, de cele mai multe ori, în juxtapunerea abordărilor monodisciplinare ale acestora, ceea ce nu duce la o viziune unitară în ceea ce privește procesele analizate. Interdisciplinaritatea se bazează pe o

⁶⁶ Nicolescu Basarab - *La transdisciplinarité: Manifeste* – Editions du Rocher, Paris, 1996.

⁶⁷ Cristina Núñez, Irmgard Rehaag, Alejandro Sánchez y Enrique Vargas (comp.): *Transdisciplinariedad y sostenibilidad. Encuentro con Basarab Nicolescu*, Centro de EcoAlfabetización y Diálogo de Saberes de la Universidad Veracruzana /Editores de la Nada, A.C., Xalapa, 2011.

⁶⁸ Sommerville Margaret A., Rapport David J. – *Transdisciplinarity. reCreating Integrated Knowledge* - McGill-Queen's University Press, Montreal, 2002.

⁶⁹ Hinckel, Jochen – *Transdisciplinary Knowledge Integration. Cases from Integrated Assessment and Vulnerability Assessment*. – Proefschrift van Wageningen Universiteit, Wageningen, 2008.

⁷⁰ Киященко Лариса Павловна, Моисеев, Вячеслав Иванович - *Философия трансдисциплинарности* - Российская Академия Наук Институт философии. Moscova, 2009.

⁷¹ Мокий Владимир Стефанович - *Пространственно-временные факторы в развитии экономических систем* - Московская Академия Экономики и Права, ИИК «Калита», Moscova, 2001

⁷² Мокий Владимир Стефанович - *Основы трансдисциплинарности* - ГП КБР "Республиканский полиграфкомбинат им. Революции 1905 года", Nalcik, 2009.

⁷³ Jacobs I, Nienaber S. - *Symposium proceedings: Exploring transdisciplinarity to address change in the SADC water sector: Establishing the role of social scientists in this vision*. - Forum for Young Scholars (YSF) in Transboundary Water Governance in SADC, Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), Pretoria, 29-30 November 2010, pp 1-168.

⁷⁴ Jacobs I.M., Nienaber S.- *Waters without borders: transboundary water governance and the role of the 'transdisciplinary individual' in Southern Africa* – Water SA, Pretoria, Vol.35, Nr.5, Jan 2011.

asamblare (în locul juxtapunerii) a punctelor de vedere ale diferitelor discipline, astfel încât fiecare din ele preia o parte din ipotezele, conceptele și limbajul celorlalte. Totuși, fiecare își menține rădăcinile și de aceea adeseori interdisciplinitatea asigură doar un nivel rudimentar de colaborare între discipline, care nu duce totdeauna la rezultate coerente. Evident că fiecare din aceste metode își are domeniul propriu de aplicabilitate și nu trebuie trasă concluzia că ele sunt greșite. Totuși, pentru studiul unor sisteme de complexitate mai mare, în general cele pentru studiul cărora trebuie avute în vedere criteriile tehnice, naturale, economice și sociale este necesară realizarea unui salt calitativ, definit ca o integrare a procesului de cunoaștere (*integration of knowledge*). Această integrare este rezultatul redefinirii obiectului studiului în cadrul unei unități a tuturor formelor de cunoaștere, prin creerea unui meta-limbaj care să permită exprimarea comună a noțiunilor specifice disciplinelor participante⁷⁵.

3. Concluzii

Expunerea făcută are rolul de a demonstra că, atât în sectorul gospodăririi apelor, ca și în multe alte domenii ale economiei, aplicarea metodelor clasice monodisciplinare nu mai este suficientă pentru coordonarea activităților și devine absolut necesară abordarea metodelor moderne de cercetare științifică. Din păcate, în domeniul gospodăririi apelor, ca și în alte domenii, sunt ignorate unitățile de cercetare care pot asista și furniza soluții optime organelor administrative în luarea unor decizii. Atât în România, cât și în multe țări avansate, organele administrative care răspund de acest domeniu de activitate nu dețin informații asupra progreselor înregistrate și practic sunt puse în imposibilitatea de a apela la aceste mijloace. Un progres în domeniu nu poate fi realizat decât printr-o strânsă colaborare între organismele de cercetare și cele care răspund de activitatea respectivă. Este motivul pentru care Academia Română și institutele subordonate ar putea juca un rol important în susținerea științifică a tuturor organismelor implicate în procesul de gospodărire rațională a resurselor de apă, pentru a depăși rămănerile în urmă care, așa cum s-a arătat, se înregistrează în prezent și, prin aplicarea modului de abordare expus, să-și desfășoare activitatea la actualul nivel științific mondial.

Bibliografie

1. Alwood, Jens. *The Concepts of Holism and Reductionism in Sociological Theory*. Göteborgs Universitet, Göteborg, 1973.
2. Andreen, William A. *Developing a more Holistic Approach to Water Management in the United States*, *Environmental Law Reporter*, Vol. 35, Nr. 4, 2006.
3. Andrews, Lane, Pritchett Lant, Woolcock Michael. *Escaping Capability Traps through Problem-Driven Iterative Adaptation (PDIA)*, CID Working Paper 240, Center for International Development, Cambridge, MA, 2012.
4. Apostel, Léo, Berger Guy, Briggs Asa, Michaud Guy (ed.) *L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche*. Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement, Organisation de Coopération et de développement économique, Paris, 1972.
5. Barder, Owen. *Complexity, Adaptation and Results*, Center for Global Development, London, 2012.

⁷⁵ *** - *Transdisciplinarity. Stimulating Energies, Integrating Knowledge* – UNESCO, Division of Philosophy and Ethics, Paris, 1998.

-
6. Benedict XVI. Address of His Holiness Benedict XVI to Members of the Pontifical Academy of Sciences on the Occasion of their Plenary Assembly, 31 Oct. 2008, Benedict XVI Speeches, October 2008, Libreria Editrice Vaticana.
 7. Berger, Peter, Luckman Thomas. *The Social Construction of Reality*, Anchor Books, New York 1966.
 8. Berglund, Nina. Glacier ice cube plan labelled as ‘insane’, *Views and News from Norway*, 29 Sep. 2015.
 9. Bohm, David. *Wholeness and the Implicate Order*. Routledge, Londra, 1980.
 10. Camus, Michel. *Regard rétrospectif sur le congrès d'Arrábida*, CIRET, Bulletin 3-4, 1995.
 11. Champoux-Guimond, Marie-Anne. *Water: A Powerful Source of Human Development. One Drop's Project Burkina Faso*, *Water Resources Impact*, Vol 17, Nr. 3 (Mai 2015), pp15-16.
 12. *Charte de la Transdisciplinarité*, Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires, Paris, 1994.
 13. Cohen, Alice, Davidson Seanna. *An examination of the watershed approach: Challenges, antecedents, and the transition from technical tool to governance unit*. *Water Alternatives*. Vol. 4, No. 1, 2011, pp. 1-14.
 14. Cornwall, Warren. *Causes of Deadly Washington Mudslide Revealed in Scientific Report*. *National Geographic*, 24 Jul 2014.
 15. de Groot, W.T., Lenders H.J.R. *Emergent principles for river management*. *Hydrobiologia* Vol. 565, No. 1, Jul.2006, 309-316.
 16. Dillon, Dan. *Review of the Santa Fe Institute: Institutional and Individual Qualities of Expert Interdisciplinary Work*, Harvard Interdisciplinary Studies Project. Cambridge, MA, 2001.
 17. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy* - Official Journal of the European Communities, L 327, 22 December 2000.
 18. Doremus, H. *CALFED and the Quest for Optimal Institutional Fragmentation*. *Environmental Science and Policy* Vol. 12, 2009, pp. 729-732.
 19. Engle, N.L., Johns O.R., Lemos M.C., Nelson D.R. *Integrated and adaptive management of water resources: tensions, legacies and the Next Best Thing*. *Ecology and Society* Vol. 16, No. 1, 2011.
 20. Гессен, Борис Михайлович. *Социально-экономические корни механики Ньютона*, Государственное Технико-Теоретическое Издательство, Moscovia – Leningrad, 1933.
 21. Gikas, Petros. *Sustainable use of water in the Aegean Islands*, *Journal of Environmental Management* Vol. 90, Nr.8, Iunie 2009, pp. 2601–2611.
 22. Griffin, C.B. *Watershed Councils: An Emerging Form of Public Participation in Natural Resource Management*, JAWRA, *Journal of the American Water Resources Association*, Vol.35, Nr.3, Jun. 1999, pp.505-518.
 23. Habron, Geoffrey. *Role of adaptive management for watershed councils*. *Environmental Management*. 2003 Vol. 31 No. 1, Jan 2003, pp. 29-41.
 24. Hayden, J. Michael. *History and Activities of the Missouri River Association of States and Tribes (MoRAST)*, *Water Resources Impact*, Vol. 15, No.5, Sept. 2014, pp.13-15.
 25. Hessen (Gessen), Boris. “The Social and Economic Roots of Newton's Mechanics”, *Reprodus în volumul: 26. Heidegger, Martin. Sein und Zeit – 19^{te} Auflage*, Max Niemeyer Verlag, Tübingen, 2006.
-

-
26. Heikkilä, T., Gerlak, A.K. The Formation of Large-scale Collaborative Resource Management Institutions: Clarifying the Roles of Stakeholders, Science, and Institutions. *Policy Studies Journal* Vol. 33, No.4, 2005, pp.583-612.
 27. Henning, Sten Hansen, Milla Mäenpää. An overview of the challenges for public participation in river basin management and planning. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 19 2008, Nr 1, pp.67 – 84.
 28. Hessen, Boris, Grossman Henryk, *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*, Springer 2009.
 29. Hinckel, Jochen. *Transdisciplinary Knowledge Integration. Cases from Integrated Assessment and Vulnerability Assessment*. Proefschrift van Wageningen Universiteit, Wageningen, 2008.
 30. Huitema D., Mostert E, Egas W., Moellenkamp S., Pahl-Wostl C., Yalcin R. Adaptive water governance: assessing the institutional prescriptions of adaptive (co-)management from a governance perspective and defining a research agenda. *Ecology and Society* Vol. 14. No. 1, 2009.
 31. Husserl Edmund. *Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Bewußtseins*, Max Niemeyer Verlag, Halle an der Saale, 1928.
 32. Jacobs, I., Nienaber S. Symposium proceedings: Exploring transdisciplinarity to address change in the SADC water sector: Establishing the role of social scientists in this vision. Forum for Young Scholars (YSF) in Transboundary Water Governance in SADC, Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), Pretoria, 29-30 November 2010, pp 1-168.
 33. Jacobs, I.M., Nienaber S. Waters without borders: transboundary water governance and the role of the 'transdisciplinary individual' in Southern Africa, *Water SA*, Pretoria, Vol.35, Nr.5, Jan 2011.
 34. Jones, Stephen. Participation as Citizenship or Payment? A Case Study of Drinking Water Governance in Mali. *Water Alternatives*, Vol. 4, No.1, 2011, pp. 54-71.
 35. Josephson, Paul J. *Totalitarian Science and Technology*, Humanity Books, Anherst, NY, 2005.
 36. Keaton, Jeffrey R., Wartman Joseph, Anderson Scott et al. The 22 March 2014 Oso Landslide, Snohomish County, Washington, *Geotechnical Extreme Events Reconnaissance.(GEER)* Report. July 22, 2014.
 37. Киященко, Лариса Павловна, Моисеев, Вячеслав Иванович. *Философия трансдисциплинарности - Российская Академия Наук Институт философии*. Москва, 2009.
 38. Knüppe, Kathrin, Pahl-Wostl Claudia. A Framework for the Analysis of Governance Structures Applying to Groundwater Resources and the Requirements for the Sustainable Management of Associated Ecosystem Services. *Water Resources Management*, Vol. 25, No. 13 , Oct 2011, pp. 3387-3411.
 39. Koyré, Alexandre. *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Librairie Armand Colin, Paris, 1962.
 40. Koyré, Alexandre. *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Presses Universitaires de France, Paris, 1965.
 41. Kuhn, Thomas Samuel. *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago, 1962.
 42. Kuhn, Thomas Samuel. *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, University of Chicago Press, Chicago, 1977.
 43. Levinson, Dovev. Israel's Holistic Approach to Water Security: Prevention, Protection and Detection. *Waterworld* 2010.
-

-
44. Meyer-Abich, Adolf. Hauptgedanken des Holismus. *Acta Biotheoretica*, Vol 5, (1940), Nr.2, pp. 75-116.
 45. Mihăiescu, Tania, Mihăiescu, R. Directiva cadru a Uniunii Europene privind apa. *Proenvironment*, vol.2, 2009, pp. 118-121.
 46. Miller, John H. *A Crude Look at the Whole. A Study of Complex Systems in Business, Life and Society*. Basic Books, New York, NY, 2015.
 47. Miller, John H., Page Scott E. *Complex adaptive models. An introduction of Computational Models of Social Life*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2007.
 48. Мокий, Владимир Стефанович. *Пространственно-временные факторы в развитии экономических систем*. Московская Академия Экономики и Права, ИИК «Калита», Moscovia, 2001.
 49. Мокий, Владимир Стефанович. *Основы трансдисциплинарности - ГП КБР "Республиканский полиграфкомбинат им. Революции 1905 года"*, Nalcik, 2009.
 50. Morton, Winston, Ralph Edelbach. *Society, Ethics and Technology*. Cengage Learning, Independence, KY, 2011.
 51. Nesje, Atle, Bakke Jostein, Dah Svein Olaf, Lie Øyvind, Matthews John A. Norwegian mountain glaciers in the past, present and future, *Global and Planetary Change* Vol. 60 (2008), pp. 10–27.
 52. Nicolescu, Basarab. *La transdisciplinarité: Manifeste*, Editions du Rocher, Paris, 1996.
 53. Nicolescu, Basarab (editor). *Transdisciplinarity. Theory and Practice*, Hampton Press, Creskill, NJ, 2008.
 54. Núñez, Cristina, Irmgard Rehaag, Alejandro Sánchez y Enrique Vargas (comp.): *Transdisciplinarietà y sostenibilidad. Encuentro con Basarab Nicolescu*, Centro de EcoAlfabetización y Diálogo de Saberes de la Universidad Veracruzana /Editores de la Nada, A.C., Xalapa, 2011.
 55. Pestre, Dominique (editor). *Le gouvernement des technosciences. Gouverner le progrès et ses dégâts*. La Découverte, Paris, 2014.
 56. Porzecanski, Ignacio, Saunders Lynn V, Brown Mark T. *Adaptive Management Fitness of Watersheds, Ecology and Society*, Vol. 17, No.3, 2012.
 57. Ramalingam, Ben. *Aid on the Edge of Chaos*, Oxford University Press, Oxford, 2013.
 58. Ryan, John. *Concern over Landslide. Logging Connection near Oso is Decades Old*. Northwest Public Radio, 28 Mar. 2014 <http://www.opb.org/news/article/concern-over-landslide-logging-connection-near-oso>
 59. Salvo, Al. (editor). *Science, Technology and Society. An Encyclopedia*, Oxford University Press, 2005.
 60. Schütz, Alfred. *Der sinnhafte Aufbau der sozialen Welt*, Julius Springer, Viena, 1932.
 61. Schütz, Alfred. *Phenomenology of the Social World. Studies in Phenomenology and Existential Philosophy*, Northwestern University Press, Evanston, IL, 1967.
 62. Schütz, Alfred, Luckman Thomas. *The structures of the Life World (Studies in Phenomenology and Existential Philosophy)*, Northwestern University Press, Evanston, IL, 1967.
 63. Schütz, Alfred, Luckman Thomas. *The structures of the Life World (Northwestern University Studies in Phenomenology and Existential Philosophy)*, Vol II, Northwestern University Press, Evanston, IL, 1989.
 64. Sholz, J.T., Stifel B. (editors). *Adaptive Governance and Water Conflict: New Institutions for Collaborative Planning*. Resources for the Future, Washington D.C., 2005.
 65. Smuts, Jan Cristiaan. *Holism and Evolution*, MacMillan, New York, 1926.
-

66. Solé, Ricard V., Bascompte Jordi. *Self-Organization in Complex Ecosystems*. Princeton University Press, Princeton NJ, 2006.
67. Sommerville, Margaret A., Rapport David J. *Transdisciplinarity. reCreating Integrated Knowledge*, McGill-Queen's University Press, Montreal, 2002.
68. Suksawang, Wilasinee. *Holistic Approach to Water Management Planning of Nong Chok District in Bangkok, Thailand*. University of California, Water Resources Collections and Archives, 2012.
69. Thomas, Jack Ward. *Adaptive Management : What's It All About*, Water Resources Impact, Vol. 8, No. 3. Mai 2006, pp.5-7.
70. *Transdisciplinarity. Stimulating Energies, Integrating Knowledge*, UNESCO, Division of Philosophy and Ethics, Paris, 1998.
71. Woolley, John T., McGinnis Michale Vincent. *The Politics of Watershed Policymaking*, Policy Studies Journal, Volume 27, Issue 3, 1999, pp 578–594.
72. Younos, Tamim. *Paradigm Shift. Holistic Approach for Water Management in Urban Environments*. *Frontiers of Earth Science*, Vol. 5, Nr. 4, Nov. 2011, pp. 421-427.
73. Zalta, Edward N. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab. Stanford University, Stanford, CA, 2006.
74. Zimmermann, Michael E. *Ecofascism, an Enduring Temptation*. In: *Environmental Philosophy: From Animal Rights to Radical Ecology* – Ed, 4, Pearson, Boston, MA, 2004.