

Andreea CONSTANTINESCU
Institutul de Economie Națională, Academia Română

LAWS AND PRINCIPLES OF UNIVERSAL VALUE IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS ANALYSIS

Theoretical
article

Keywords

Laws of power,
Zipf,
Pareto,
Mandelbrot,
Georgescu-Roegen,
Sustainable development indicators

JEL Classification

Q01, E65, A13

Abstract

Each extension of the scope of laws and principles that allow both mathematical and statistical remodeling as well as reaffirming the appropriateness of proven methods, stirs up a special study interest. The ever-expanding computational power of laws of power offers to the scientific universe possibility of new approach to the crucial relationship between quantity and quality, between micro and macro dimensions. Boosting broadening the use of quasi-universal value theories in research in order to deepen the analysis of sustainable development indicators can lead to a greater understanding of all aspects of this area and to facilitate understanding of the arguments which underlie any responsible decision making. This assumption underlies the logical conclusion that sustainability becomes even stronger as it benefits from scientific arguments support resulting from research. Although we have confined ourselves in drafting some coordinates for application of each method presented to particular issues of sustainable development, this research theme will be strengthened and pursued through appropriate extensive analysis.

Introducere

Având în vedere faptul că articolul de față încearcă să deschidă o nouă perspectivă asupra demonstrării relevanței indicatorilor dezvoltării durabile acceptați pe scară largă, bazat pe aplicarea legilor cu valoare universală la analiza acestora, am plecat atât de la afirmarea capacității de modelare a indicatorilor dezvoltării durabile, cât și de la prezentarea generală a elementelor constitutive ale legilor de putere.

Această abordare ar putea conduce pe de o parte, la o mai bună expunere, justificare și selectare a celor mai relevanți indicatori ai dezvoltării durabile și, pe de altă parte, la transformarea acestora în elemente stabile și incontestabile de analiză statistică. În acest sens, considerăm că ideea folosirii *Legii lui Zipf* – ca exponent esențial al legilor de putere – în studierea atributelor dezvoltării durabile reprezintă elementul central al acestui material. Se poate argumenta faptul că domeniul dezvoltării durabile – departe de a necesita complicații inutile – poate obține astfel validări și confirmări științifice care să îi consolideze prestigiul și universalitatea (Visser, 2013). În acest sens, putem considera că legile cu valoare universală și, în special, legile de putere, au un potențial deosebit de motivare a comunității științifice în sensul extinderii bazei științifice a dezvoltării durabile și a modelelor folosite pentru analiza indicatorilor acesteia.

Din perspectiva faptului că dezvoltarea durabilă este dezvoltarea care urmărește satisfacerea nevoilor prezentului, fără a compromite posibilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi (Brundtland, 1987), demonstrarea matematică a corelației dintre gradul de utilizare a resurselor naturale de orice fel și capacitatea de regenerare a mediului nu va face altceva decât să arate modul în care indicatorii dezvoltării durabile se supun realităților și nu dezideratelor.

De asemenea, legile cu valoare universală și, în special, legile de putere, pot asigura acea schimbare de viziune asupra planetei și a contribuției noastre la prosperitatea umanității care în final să conducă la structurarea unei noi paradigme – precum cea a complexității, bazată pe o abordare neliniară a fenomenelor care evoluează paralel cu echilibrul termodinamic sau chiar cu sfera bioeconomiei, ca cea propusă de *N. Georgescu-Roegen*.

Desigur, pentru a realiza aceasta, cunoștințele științifice trebuie să fie aplicate în spiritul sprijinirii obiectivelor de dezvoltare durabilă prin evaluări științifice care să țină cont atât de condițiile actuale, cât și de perspectivele de viitor pentru sistemul Pământ (Agenda 21, 1992) de o manieră care să permită în alegerea proceselor co-evolutive și să asigure, prin auto-asumare, respectarea dincolo de nevoia de profit și eficiență economică, a legilor eticii și moralei universale. Astfel, prezentul demers poate fi considerat o încercare de evidențiere a eforturilor de extindere a preocupărilor de modelare statistică la tot mai multe date esențiale, venite din

partea unor savanți care au contribuit la mai bună înțelegere a interconexiunilor dintre individ, grup, societate, mediu local și global, necesitate și responsabilitate, dezvoltare și echitate etc.

1. Capacitatea de modelare a indicatorilor dezvoltării durabile

Prin prezentarea setului de bază de indicatori ai dezvoltării durabile – care și-ar putea spori relevanța prin analiza cu ajutorul modelelor matematice ce vor fi prezentate în continuare – încercăm să subliniem importanța acestora, în condițiile în care atenția acordată valorificării concrete a unor parametrii – în absența modelării lor pe baza unor aplicații care să le accentueze calitatea – nu este întotdeauna convingător orientată spre aplicabilitatea în prezent. Dacă luăm în considerare rata actuală a consumului de energie a omenirii (care este de aproximativ 10 TW sau aproximativ 25% din energia utilizată în fotosinteză) este, probabil, mai puțin relevant să vorbim despre un factor de 18 ori mai mare decât cel din perioada sedentarizării omului și de peste 300 de ori mai mare decât cel din perioada în care omul era vânător și pescar, decât să evidențiem faptul că a fost estimat un factor necesar de creștere de 5-10 ori a activității economice în următorii 50 de ani pentru a satisface nevoile unei populații în permanentă creștere pe plan mondial. Pentru că această creștere a activității economice implică o creștere corespunzătoare a consumului de energie, ajungem la concluzia simplă că, în aceste condiții, demonstrarea matematică a situației va avea un impact semnificativ în luarea deciziilor la nivel internațional (Wentian, 2002).

Indicatorii de dezvoltare durabilă au proliferat după summit-ul de la Rio de Janeiro din 1992 și au fost evidențiați în cadrul Strategiei pentru dezvoltare durabilă a UE adoptată la Göteborg, în iunie 2001. Chiar dacă acestea nu întrucesc consensul din partea comunităților științifice, neexistând un set de indicatori universal acceptat, colectarea riguroasă, analiza datelor și influența politică au impus următoarele grupe de indicatori prin organismele care le promovează (Parris și Kates, 2003):

- *Pressure-State-Response* – Organizația pentru Cooperare Economică și Dezvoltare (OECD);
- *Wealth of Nations Measuring* – Banca Mondială;
- *Indicatorii CSD* – Comisia pentru Dezvoltare Durabilă a Organizației Națiunilor Unite (CSD-ONU);
- *Wellbeing Index* – Uniunea Internațională pentru Conservarea Naturii (IUCN);
- *Environmental Sustainability Index* – Forumul Economic Mondial (WEF);
- *Ampronta ecologică* – William Rees, The Royal Society of Canada (RSC).

Pe baza tuturor acestor seturi de indicatori, precum și a agregării bugetelor de energie prezente și previzionate ale omenirii se obține imaginea de ansamblu. În schimb, perspectivele la scară micro

sunt obturate de faptul c to i ace ti indicatori sunt orienta i spre o m surare care are un orizont de timp (necesar) destul de îndelungat.

Indicatorii prezen i în baza de date a Institutului Na ional de Statistic (INS) urm resc obiectivele înt i modalit ile de ac iune în orizontul anilor 2020 i 2030, stabilite prin Strategia Na ional de Dezvoltare Durabil (SNDD) i sunt construi i pe baza informa iilor care sunt disponibile la INS, Ministerul Mediului i Schimb rilor Climatice (MMS) i alte institu ii din subordinea sau coordonarea acestuia precum i a metodologiilor care sunt armonizate cu cele ale Uniunii Europene (INS, 2011).

Principala func ie a indicatorilor dezvolt rii durabile este aceea de a r spunde cerin elor de monitorizare exprimate în diverse strategii (SNDD, în cazul rii noastre) în vederea atingerii întelor propuse legate de obiectivele strategice ale acesteia. Setul de indicatori de dezvoltare durabil pentru România (IDDR) este structurat pe obiectivele SNDD, cu ierarhizare pe trei niveluri i un num r corespunz tor de indicatori:

- nivelul 1: indicatori principali (de baz) – 19 indicatori;
- nivelul 2: indicatori complementari, utilizabili pentru monitorizarea i revizuirea programelor de dezvoltare durabil – 37 indicatori;
- nivelul 3: indicatorii de progres ai SNDD, acoperind pachetul de politici dezvoltat în cadrul Strategiei – 47 indicatori.

Acest sistem de indicatori nu ridic doar problema armoniz rii pentru România ci i pe cea a unei arhitecturi i structuri ierarhice asociate unor metode de calcul integrat. În s , cumulând într-o structur piramidal indicatori economici, sociali i de mediu utilizabili pentru evaluarea dezvolt rii durabile i baza de date IDDR, care totalizeaz 103 indicatori, cu seriile de date disponibile în sistemul statistic na ional începând din anul 2000 (INS, 2011), avem constituit o valoroas baz pentru aplicarea legilor de putere propuse, plecând chiar de la datele disponibile pentru România.

În urma analizei indicatorilor existen i, dezvoltat i i utiliza i de c tre Eurostat, s-a identificat i un set de Indicatori de Dezvoltare Durabil Teritorial în România (IDDT) a c ror func ionalitate const atât în în elegerea coeziunii teritoriale prin m surarea implement rii obiectivelor prezentate în SNDD, cât i în informarea i sprijinirea elabor rii politicilor cu privire la dezvoltarea durabil la nivel teritorial. Baza de date IDDT include 46 de indicatori, cu seriile de date disponibile începând din anul 2005, structura i pe zece teme. Ace tia, a a cum se poate vedea în **Tabelul 1**, corespund indicatorilor cheie folosi i în Strategia de dezvoltare durabil a Uniunii Europene (UE), revizuit la Consiliul UE de la Bruxelles, în 2006.

Pentru ca analizele comparative s satisfac necesitatea obiectivitatii cercet rii tiin ifice, prin

mecanisme statistice de aplicare chemate s ilustreze prezen a legilor de putere în ierarhiile acestor baze de date se pot extrage – pe regiuni sau la nivel global – atribute de genul: cheltuieli totale de consum medii lunare pe o gospod rie; nivelul de instruire al persoanelor adulte; investi ii de mediu; lungimea drumurilor publice etc. c utându-se totodat o cât mai mare aplicabilitate în prezent (Grigora , 2010).

Aplicarea legilor de putere asupra indicatorilor dezvolt rii durabile ar putea aduce un aport tiin ific substan ial la întregirea eforturilor interna ionale pentru dezvoltarea unor astfel de seturi de indicatori.

2. Legile de putere

O lege de putere sus ine faptul c evenimentele de mici dimensiuni sunt extrem de comune, în timp ce cazurile de mari propor ii sunt extrem de rare. Conform celei mai generale defini ii, *legea de putere* este o rela ie matematic între dou cantit i (Newman, 2005). Aceste legi sunt observate în multe domenii ale tiin ei (fizic , biologie, economie, psihologie, sociologie, lingvistic) i fac posibil descrierea tuturor fenomenelor care prezint o invarian de scal .

În **Figura 1** este prezentat un exemplu clasic de cantitate cu o scal tipic legilor de putere, histograma distribu iei dimensiunilor ora elor din SUA. În graficul din stânga se observ c histograma prezint o c dere foarte abrupt , ceea ce înseamn c în timp ce marea majoritate a distribu iei locuitorilor se face în ora e de mici dimensiuni (majoritare în SUA i în multe alte ri), exist un num r mic de ora e cu o popula ie mult mai mare decât valoarea tipic , ceea ce produce por iunea orizontal a graficului (Newman, 2005). Acela i grafic reprezentat la scar logaritm (histograma din partea dreapt a figurii) are reprezentarea unei drepte aproape perfecte.

Acest tip de legi a fost descoperit la începutul secolului XX, cu o aplicare particular în tiin ele sociale, îns au devenit cunoscute abia în anii 1950, când Beno Gutenberg i Charles Richter au demonstrat c intensitatea cutremurelor se supune i ea acestei legi. Legile de putere au fost popularizate ca urmare a public rii articolelor lui Bak i a colaboratorilor s i. S-a ajuns ca prin intermediul acestor legi s se încerce reducerea complexit ii tiin elor sociale (Ki Baek et al., 2011).

Dac *frecven a este de ordinul inversului r d cinii p trate a rangului* (magnitudinilor) înregistrate – de unde i termenul de lege de putere, în sensul de exponent – este posibil s nu-i putem atribui o valoare stabil m rimii medii, pentru c fiecare observa ie suplimentar o modific într-o asemenea m sur încât aceasta nu converge spre o valoare fix . A vorbi, deci, de m rimea medie a fenomenul este lipsit de sens. De aici repro urile aduse legilor de putere c nu ar ine cont de dimensiunea timp (Caron, 2004), îns a a cum am v zut, cel pu în la scar mare, factorul timp este intrinsec indicatorilor

dezvoltării durabile.

Legile de putere au obținut girul cvasi-unanim al comunităților științifice, iar folosirea lor în analiza indicatorilor dezvoltării durabile, evident, prin găsirea unor mecanisme de aplicare adecvate, nu ar face decât să faciliteze obținerea unei mari utilități a acestora și creșterea obiectivității și relevanței lor științifice. Prin urmare, atunci când probabilitatea de măsurare a unei valori particulare a unor cantități variază invers proporțional cu o putere a acelei valori, se poate spune despre cantitate că urmează o lege de putere, cunoscută de asemenea, ca variație a *Legii lui Zipf* sau *distribuției Pareto* (Manning și Schütze, 1999). Așa se explică faptul că *legile de putere* apar pe scară largă în domenii ca: fizică, biologie, informatică, științe sociale, a teptând încă să fie transpuse în domeniul dezvoltării durabile.

3. Principiul, distribuția și optimul Pareto

Principiul Pareto a fost construit pe observația conform căreia 80% dintre proprietățile latifundiare din Italia, erau de învaloare la vremea sfârșitului secolului XIX de doar 20% din populație (Newman, 2005). Aplicând funcția de *distribuție discretă Pareto*, acesta constată faptul că cea mai mare parte din rezultate se datorează unui set redus, dar foarte important de resurse. Acest lucru fiind contraintuitiv, *Principiul Pareto* ne arată că există foarte multe situații în care 80% dintre consecințe sunt provocate de 20% dintre cauze (Case, 2005). Legea lui Pareto este întâlnită frecvent în management și în diverse tipuri de afaceri (Franciza, 2010).

Vilfredo Pareto (1848-1923) a adus importante contribuții, cu predilecție în economie, prin studiul distribuției veniturilor. El a descoperit că veniturile urmează o *distribuție Pareto*, de fapt o lege de putere bazată pe distribuția probabilităților (Carston, 2006). În **Figura 2**, chiar dacă cifrele reprezintă doar aproximații brute, se poate observa sublinierea esențial non-liniară pe care *distribuția Pareto* o realizează pentru toate seturile de cauze și efecte sau de mijloace și obiective pe care le ia în discuție (Ehrenfeld, 2008). Acesta arată că, mai degrabă decât să pierzi timp, energie și bani pe eforturile de a corecta toate greșelile, este mai profitabil să-ți concentrezi atenția doar pe câteva variabile de care depinde cea mai mare parte a problemei.

În termeni economici, o societate poate corespunde *optimului Pareto* fără să fi rezolvat unele probleme esențiale deoarece, de regulă, în definirea dezvoltării durabile într-un noțiune generale de responsabilitate față de mediu și echitate între generații, însă nu și cele particulare legate de distribuția de capital și includerea eficienței dinamice. Unii cercetători susțin că avantajul comparativ al economiei constă în concentrarea acesteia pe capital, în timp ce avantajul comparativ al politicii constă în concentrarea pe elementele de distribuție (Stavins et al., 2002).

Prin extensie, termenul *Principiul Pareto* denumește de asemenea tipul de *diagramă Pareto*. Acest

histogram folosit în evaluările statistice reprezintă cazul în care clasele sunt reprezentate în ordinea frecvenței, permițând evidențierea celei mai importante clase folosite în respectiva diagramă, fapt ce poate conduce la o analiză calitativă a claselor. Prin extinderea aplicării *Legii Pareto* la analiza indicatorilor dezvoltării durabile s-ar putea obține echilibrarea, atât de necesară, între datele relative la creșterea economică și cele care redau calitatea vieții, atât în prezent, cât și în proiectele pe termen lung.

4. Legea lui Zipf și principiul efortului minim

Chiar dacă a fost dezvoltat ulterior pentru o multitudine de colecții de date, cele mai cunoscute fiind distribuția veniturilor în cadrul națiunilor și proprietățile Internetului, *Legea lui Zipf*, denumită și *Legea "rang-frecvență"*, a fost formulată inițial pentru a descrie relația dintre frecvența de apariție într-un text dat a unui cuvânt și locul ocupat de acel cuvânt în ordinea descrescătoare a frecvenței lui (Millward și Hayes, 1988). În urma cercetărilor, Zipf a ajuns la alte nenumărate observații din lumea fizică care corespund descoperirii sale, fiind primul care a investigat sistematic anumite fenomene ale structurii statistice pe seturi de date, pornind de la lingvistică și, ulterior, demografie, pentru a găsi o relație stabilă între frecvența și numărul claselor corespunzătoare, raport cunoscut în economie drept *Legea Pareto*.

În esență, *Legea lui Zipf* spune că frecvența unui fenomen este invers proporțională cu ordinul acestuia, lucru pe care acesta l-a înțeles numărând frecvența cuvintelor din lucrările scrise ale studenților săi. Prin extensie, a descoperit că legea sa se poate aplica și numărului orașelor (Kirby, 1985). Aportul științific al lui Zipf poate fi împărțit în trei părți: descoperirea inițială a ecuației care aproximează relația dintre rang și frecvență; investigarea existenței unei aproximații mai bune și încercarea de a oferi o justificare satisfăcătoare pentru relația strânsă dintre rang și frecvență.

Legea lui Zipf este o lege empirică, concentrată pe distribuția statistică a frecvențelor de apariție, spre deosebire de *Legea Pareto*, care este interesată de probabilități prin numărarea directă a rezultatelor exprimate în frecvențe absolute (Kromer, 2002). Deși, în mod paradoxal, Zipf considera statisticile din toată minime, acestea fiind definite pentru grup, fără a face o deosebire între indivizi (Zipf, 1949), aceasta a devenit o lege primară, care nu cunoaște fluctuații în sine, supraviețuind astfel multitudinii de critici și negri din literatura de specialitate (Popescu și Altman., 2009).

Principiul celui mai mic efort a fost folosit de Zipf drept cale către generalizarea modelului minime rezistențe aplicat la modificările lingvistice, oferind astfel o bună explicație pentru schimbările și inovarea lingvistică. Conform acestui principiu modificările de limbaj au loc pentru că vorbitorii sunt "neglijenți" și au tendința să-și simplifice discursul în diverse

moduri. Astfel, au apărut forme prescurtate, cum ar fi în limba română *mate* pentru matematică și *bicl* pentru bicicletă sau în limba engleză prescurtarea lui "God be with you" în *good-bye* (Millward și Hayes, 1988).

În termeni simpli, *principiul celui mai mic efort* intervine atunci când o persoană alege să rezolve problemele sale imediate fără să aibă în vedere cum vor afecta aceste rezolvări fondul problemelor viitoare. Mai mult, pentru a rezolva atât problemele actuale, cât și pe cele viitoare, persoana va depune eforturi care să reducă la minimum activitatea totală necesară (Zipf, 1949). Exemple de folosire a *metodei lui Zipf* se pot da în diverse domenii de activitate, precum:

Urbanism. Se consideră că relația rang-talie are o putere mare de diagnostic a sistemelor urbane, fiind capabil să absoarbă și să producă informație spațială pentru perioade scurte de timp, datorită capacității acesteia de a corela talia unui oraș (dimensiunea demografică) cu rangul său (poziția pe care o ocupă în ierarhia sistemului urban) (Grigora, 2010). În analiza modernă a fenomenului urban, ierarhia devine un concept esențial, fapt ce este determinat de ecarturile urbane existente între orașele urbane, acestea variind, la scară mondială, între câteva sute și câteva zeci de milioane de locuitori. Indiferent de scara de analiză a sistemului urban reiese faptul că numărul orașelor scade în progresie geometrică pe măsură ce talia lor crește (Lada, 2011).

Dezvoltare regională. Organizarea ierarhică, cunoscută și sub denumirea de "*regula rang-talie*" sau *regula lui Zipf*, susține că distribuția localităților urbane, după mărime, în cadrul unei regiuni, poate fi cunoscută cu ajutorul unor relații și funcții matematice. Pe scurt, *regula* sau *Legea lui Zipf* susține că numărul orașelor din cadrul unui teritoriu se află într-o proporție geometrică inversă cu mărimea lor. Există aadar o anumită corelație între numărul de locuitori și rangul unui oraș în cadrul unui sistem. Abaterile de la dreapta (logaritmică) de corelație exprimă gradul de stabilitate sau instabilitate al unui sistem, rolul pe care îl joacă concentrarea sau dispersia orașelor în sistem.

Psihologie. *Principiul celui mai mic efort* formulat de Zipf a adus mari beneficii la dezvoltarea gândirii spațiale, având în vedere faptul că utilizarea și în elegerea noțiunii spațiului a fost asimilată de psihologia practică. În conformitate cu acest principiu, care spune că prin natură sa umană, omul vrea să obțină cel mai mare rezultat depunând cât mai puțin efort, Zipf a demonstrat că utilitatea comportamentală reprezintă regula. Însă existența acestor modele facile de comportament îi determină pe indivizi să le prefere, chiar și atunci când acestea nu reprezintă alegerea cea mai înțeleaptă sau cea mai logică (Manning și Schütze, 1999).

Bibliologie. Prin studierea datelor statistice oficiale, a a căm au fost acestea publicate în 1981, s-a observat că numărul de citiri permise de lucrurile

științifice are o distribuție care le încadrează într-o lege de putere. Studiul a acoperit o distribuție cumulativă a numărului de citiri permise de o lucrare între publicare și accesare (Kromer, 2002).

Informatică. Expert al gradului de utilizare a calculatorului, matematicianul Jakob Nielsen, a conceput o lege de experiență a utilizatorului care reflectă următoarea situație: dacă utilizatorii petrec majoritatea timpului lor pe alte site-uri decât cele intens promovate, acest lucru înseamnă că utilizatorii ar dori ca site-ul preferat să funcționeze la fel ca toate celelalte site-uri promovate pe care le frecventează (Nielsen și Pernice, 2009).

Lingvistică. În **Tabelul 2** este prezentată relația dintre frecvența unui cuvânt și rangul său, fapt care a condus la apariția *legii lui Zipf*, datorită acestei aproximări a relației rang-frecvență: $rf=c$, unde r este rangul de cuvânt-tip, f este frecvența de apariție a sa, iar c este o constantă care depinde de corpus.

Chiar dacă în literatura de specialitate privind Legea lui Zipf a lipsit preocuparea pentru generarea surselor atribuite ale dezvoltării durabile care se supun acesteia și exprimarea lor sub formă matematică, respectiv modelare statistică, considerăm că o astfel de confruntare teoretică, pe de o parte ar fi utilă stabilirii unei ierarhii precise a indicatorilor dezvoltării durabile și, pe de altă parte, ar pune mai bine în valoare calitatea și potențialul de obiectivitate al acestor indicatori.

5. Bioeconomia și legea entropiei

Contrar gândirii anterioare *teoriei bioeconomice*, care pune la revizuire revoluția industrială, progresul tehnic și teoria evoluționistă în contradicție cu ecologia, se consideră că economistul american de origine română *Nicolae Georgescu-Roegen*, a reușit o clarificare decisivă pentru economia politică contemporană (Kozo și Gowdy, 1999).

În continuarea *bioeconomiei*, Lester Brown, fondatorul Worldwatch Institute, a lansat conceptul de *eco-economie*, care a fost abordat pe larg în volumul "*Eco-Economy: Building an Economy for the Earth*" din 2001, unde acesta pledează pentru o economie pentru mediu. La momentul actual, perspectiva ecoeconomică a fenomenelor, în special a celor sociale, constituie principala premisă a durabilității, deoarece ecoeconomia se află într-o relație directă atât cu procesele economice cât și cu biodiversitatea (Dingă și Ionescu, 2010).

În esență, pe baza originalității gândirii lui *N. Georgescu-Roegen* putem conchizi că dezvoltarea durabilă scade nivelul de entropie în sistemele socio-economice – ceea ce o transformă în *neg-entropie*, din această perspectivă, menținerea sistemului dezvoltării devenind posibil pentru perioade nedeterminate de timp (Kozo și Gowdy, 1999).

Dacă *Legea lui Zipf* există și funcționează cu adevărat, atunci se înțelege că sistemul trebuie permanent sprijinit prin impulsuri specifice, respectiv prin investiții care să stimuleze creșterea și

dezvoltarea. Pe această construcție logică și justifică N. Georgescu-Roegen viziunea sa de precursor al conceptului de "dezvoltare durabil", oferind o demonstrație clară a principiului conform căruia nu numai că nu poate fi vorba de "creștere durabilă" și nici chiar de "creștere zero", *descreșterea* fiind inevitabil pentru o dezvoltare cu adevărat durabilă (Georgescu-Roegen, 1971).

În **Figura 3** sunt reprezentate patru stadii de evoluție a *bioeconomiei*, de la viziunea evoluționistă a dezvoltării economice a speciei umane asociată legilor naturii și, mai ales, *Legii Entropiei* propusă de N. Georgescu-Roegen, urmând pe cea a lui Brown (precum și a altora) și pe cea care s-a impus pe baza sintezelor de ultimă oră, terminând cu perspectiva viitoare deschisă de bioeconomia integrată, apt să asigure generațiilor viitoare ansa unei dezvoltări economice durabile.

Cu cât entropia unui sistem este mai mare, cu atât sistemul respectiv este mai dezorganizat și se situează mai aproape de echilibrul termodinamic. Prin urmare, se stabilește un raport invers proporțional dintre entropie, pe de o parte, și energia calitativ sau disponibil și gradul de organizare, pe de altă parte (Kozo și Gowdy, 1999). În concluzie, afirmația lui N. Georgescu-Roegen conform căreia "*Legea entropiei este cea mai naturală (obiectivă) lege dintre toate legile economice și cea mai economică dintre toate legile Naturii*", este general valabilă și nu doar programatică (Bacal, 2007). De în consecință studiile elaborate de N. Georgescu-Roegen au fost dezvoltate și fac în continuare obiectul unor studii elaborate, *nu a fost făcută analiză sistematică a indicatorilor acesteia din această perspectivă, fapt ce ar da posibilitatea reconcilierii între dezvoltare și principiile sustenabilității. Considerăm că, prin aplicarea metodei entropice asupra indicatorilor dezvoltării durabile s-ar putea desprinde o concluzie deosebit de utilă prin actualitatea ei.*

6. Legea lui Mandelbrot și modelul fractalic

Mandelbrot a publicat mai multe studii de generalizări ale *Legii lui Zipf*, care se ocupă atât cu rezolviri, cât și cu un corpus de idei derivat, pe baza căruia a construit mai multe variante rafinate ale acesteia. De în unii cercetători consideră abordarea și versiunile lui Mandelbrot la *Legea lui Zipf* drept cazuri speciale ale acesteia, mulți alții le apreciază ca fiind mult mai cuprinzătoare decât principiul original (Piatecki, 2001).

Mandelbrot a folosit idei preluate din teoria informației pentru a explica fenomenul rang-frecvență. Esența contribuției acestuia la *Legea lui Zipf* a constat în introducerea costurilor de comunicare în ceea ce privește expedierea telegramelor înănd cont atât de cuvintele scrise pe care acestea le conțin, cât și de spațiile albe dintre cuvinte. Acest cost crește odată cu numărul de litere dintr-un cuvânt și, prin extensie – acest lucru devine

valabil pentru oricare tip de mesaj. *Mandelbrot* a demonstrat pe această bază *Legea lui Zipf*, satisface cazul unei prime aproximări legate de minimizarea costurilor în termeni de litere și spații (Wyllis, 1981).

Benoît Mandelbrot, considerat a fi creatorul *geometriei fractale* – prin enunțarea legii care îi poartă numele și capacitatea de a opera cu raportul de *comprimare fractalic* – a fost cel care, într-o bună măsură, a condus la generalizarea *Legii lui Zipf* prin aplicarea ecuațiilor distribuției tuturor obiectelor numite "*fractali*", care sunt strâns legate de proprietăți asemănătoare, pentru a imita modelul arhetipal al naturii, modelând astfel fenomenele naturale, comprimate înspre de la câteva zeci de mii de cazuri la unul singur (Munteanu, 2008). La rândul ei, *geometria fractal* este opus geometriei euclidiene, care, într-un anumit sens, poate fi considerată geometria formelor pure, cum ar fi triunghiurile sau cercurile. S-a remarcat totuși faptul că unele forme sunt atipice. Pentru a determina structura formelor haotice prin *modele numerice fractalice*, se pot reproduce, la scară diferite, modele din natură (Mandelbrot, 1977).

Figura 4 arată cum, plecându-se de la o *curbă Mandelbrot* – cea mai cunoscută expresie teoretică a *geometriei fractale* – se poate construi cel mai complicat model matematic din lume, care le-a luat matematicienilor zeci de ani pentru examinarea doar a unei porțiuni a acestei curbe (Newman, 2005).

De în căiva *fractali* au fost descoperiți încă de la sfârșitul secolului XIX, abia cu ajutorul calculatoarelor, *geometria fractal* și-a putut descoperi adevăratul potențial de reprezentare a ceea ce se numește astăzi *setul Mandelbrot*, cu care se pot genera *fractali*. Principala proprietate a acestor *fractali* este aceea că forma lor este reiterată la diferite niveluri și dimensiuni. Aceste două trăsături: partea care este asemenea întregului și faptul că forma se repetă (cu mici diferențe) sunt cele mai importante pentru noi atunci când încercăm să aplicăm *geometria fractal* în alte domenii (Florica, 2010).

De în s-a considerat inițial că aplicațiile acestei geometrii sunt destul de restrânse chiar și pentru matematică, *fractalii* încep să își găsească aplicații în domenii dintre cele mai diverse. Aceste abordări pleacă de la premisa că structura statistică a obiectelor individuale reflectă organizarea unui sistem de ordin superior, de exemplu, din punct de vedere al lingvisticii: structura statistică a textului reflectă organizarea statistică a unei limbi ca un întreg, în special, în privința optimizării costurilor producției de cuvinte (Popescu și Altman, 2009).

Următorii pași necesari pentru a aplica Legea lui Mandelbrot (indiferent dacă considerăm sau nu Legea lui Zipf un caz particular al acesteia) la analiza indicatorilor dezvoltării durabile, considerăm că vor fi în măsură să demonstreze, prin mecanisme de modelare adecvate că, pe de o parte,

haosul introdus în natură de intervenția antropică lipsit de responsabilitate pentru mediu este unul evident și, pe de altă parte, poate să ofere răspunsuri utile și valoroase la toate întrebările de cercetare care tind să plaseze dezvoltarea durabilă în rândul simplelor alternativelor posibile pentru dezvoltarea umană.

7. Teoria schimbărilor naturale abrupte și modelul mormanului de nisip

Dezvoltând teoria privind reprezentarea obiectelor având dimensiuni fracționare, Bak a găsit în *dimensiunea fractală* cea mai potrivită modalitate de a măsura complexitatea unui sistem dinamic și de a reprezenta *atractorii* din cadrul acestuia (Bak, 1996). Danezul *Per Bak* este cel mai citat fizician al timpului său de origine datorită, în special, *modelului mormanului de nisip* pe care l-a descoperit și pe care l-a aplicat *teoriei schimbărilor naturale abrupte*.

Această teorie privește sistemele care evoluează natural, într-o manieră auto-organizatoare, către o stare critică la care poate să apară o schimbare bruscă, de exemplu în cazul cutremurelor, avalanșelor, crizelor financiare profunde etc. Astfel, un eveniment minor poate duce la efecte catastrofale, deoarece catastrofa este intrinsec sistemului, în care evenimentele se succed după o lege de putere abordată după *modelul geometriei fractale* și a *teoriei haosului* (Munteanu și Apetroae, 2007).

Remarcând dificultatea de a evalua unitatea unui eveniment definit de o *dimensiune fractală* care se desfășoară într-un spațiu euclidian, Bak a sesizat că evenimentul apare observatorului ca fiind discontinuu, fragmentat, deși fiecare parte analizată aparține aceluiași eveniment, de exemplu, o avalanșă are o structură discontinuă deși este un singur eveniment (Su et al., 2012).

În **Figura 5** este reprezentat, folosindu-se ca exemplu datele furnizate de frecvența de apariție și dimensiunea a 200 de avalanșe, o distribuție a legii de putere ilustrând ipoteza *mormanului de nisip* a lui Bak. Pe baza analogiilor posibile între sistemele fizice și cele umane, am putea evidenția importanța fiecărui actor și a fiecărui indicator capabil să dovedească faptul că, fără trecerea imediată și necondiționată la dezvoltarea durabilă, umanitatea intră în faza unei crize asupra căreia nu se va mai putea interveni în viitor (Bak, 1996).

Prin *modelul mobilei de nisip*, Bak a demonstrat că un sistem complex evoluează în jurul unor stări critice (starea critică devenind starea normală, rezistentă față de variații exterioare) și niciodată nu evoluează către o stare de echilibru termodinamic asemenea sistemelor *neg-entropice* (Dinga și Ionescu, 2010). Mai mult decât atât, *nu doar matematicienii, dar și cercetătorii aparținând altor domenii care vor dori să dezvolte tema de cercetare pe care o propunem aici, ar putea rezolva pe baza modelului mormanului de nisip însuși paradoxul dezvoltării durabile. De asemenea, contribuția lui*

Bak s-ar putea dovedi utilă pentru analiza indicatorilor dezvoltării durabile, în sensul evidențierii celor mai vulnerabile elemente ale sistemului și eliminarea acestora și pstrarea indicatorilor relevanți.

8. Teoria catastrofelor

Această teorie este reprezentarea matematică a schimbărilor discontinue în evoluția unui sistem modelat prin ecuații structurale. Un astfel de domeniu a fost dezvoltat în anii 1960 și reprezintă o ramură specială a teoriei sistemelor dinamice în care catastrofele apar determinate de parametri de control a căror schimbare conduce de la modificări lente pentru valori mici și la modificări abrupte la valori critice mari, indicând punctele de bifurcație din sistemele dinamice (Felker, 1998). Introdus relativ recent în *teoria haosului* dezvoltat de Edward Lorenz, *perspectiva catastrofelor* a avut un impact major asupra cercetării în diverse domenii precum piața de capital, economie, genetică, astronomie etc.

De asemenea, aceasta este folosită pentru a modela sisteme extrem de complexe cu potențial dezastruos, de la creșterea populației, epidemii, cutremure, erupții ale vulcanilor, revolte în închisoare, la bătăliile neregulate ale inimii (Zeeman, 1976).

Formulate într-un limbaj comun, rezultatele centrale prezentate de matematicianul francez René Thom în *Teoria Morfogenezei și Stabilității Structurale* din 1972, arată că sunt posibile o multitudine de scenarii de destructurare nocivă a civilizației umane (Thom, 1972). În esență, această teorie reprezintă un model matematic al fenomenelor predispuse la variații bruște și masive. Odată cu aplicarea acestei teorii în biologie de către matematicianul E. C. Zeeman, au apărut o mulțime de alte aplicații, cum ar fi pentru modelarea accidentelor bursiere, care au condus la înțelegerea diverselor fenomene care se ascund în spatele producerii unei catastrofe (Zeeman, 1976).

În **Figura 6** este reprezentată o clasificare a fenomenelor caracterizate prin schimbări bruște de comportament care rezultă din mici schimbări de circumstanțe. Schiata arată o discontinuitate survenită în cazul în care apare o schimbare bruscă între echilibrele evenimentului studiat.

Teoria catastrofelor descrie impactul schimbărilor continue în variabile independente (considerate intrinsec) asupra schimbărilor discontinue în comportamente (considerate inerente). Când variabila de control a unui sistem ajunge la un punct critic, variabila de răspuns se va schimba brusc și nu urmând o curbă lină. De aici rezultă ipoteza de bază a *teoriei lui Thom*, conform căreia efectele la nivel local nu trebuie minimalizate atunci când se dorește obținerea unei stări de echilibru, pentru că dezechilibrele se supun unui algoritm recursiv care poate fi aplicat pentru a determina punctul în care se produce catastrofa (Su et al., 2012).

De aceea, *contribuția lui Thom îi poate dovedi eficiența în evidențierea urmării evoluției*

indicatorilor dezvoltării durabile pentru asigurarea unei viziuni responsabile favorabile sustenabilității. Chiar dacă această teorie nu va reuși să explice pe deplin problema dezvoltării durabile, cu siguranță aplicarea modelului Thom va permite studierea modului în care se asamblează toate imaginile disparate care conduc la depistarea sistemului celui mai afectat de activitatea antropică. Odată realizat acest lucru, analiza tuturor indicatorilor dezvoltării durabile va conduce la concluzia că fiecare dintre acestea trebuie luat în calcul în mod egal, deoarece neglijarea oricărei componente a dezvoltării durabile, aparent insignifiantă, poate produce catastrofa la nivel global.

Concluzii

Micro-monografia prezentată aici îți poate dovedi utilitatea pe mai multe planuri de cercetare. Plecând de la premisa că analiza indicatorilor dezvoltării durabile prin aplicarea modelelor oferite de legile de putere și teoriile care le-au dezvoltat ar putea, pe de o parte, consolida credibilitatea acestora și pe de altă parte, ar fi în măsură să stimuleze urgentarea măsurilor de generalizare a dezvoltării durabile la nivel mondial, considerăm că propunând acest tem de cercetare original s-ar putea deschide orizonturi de cercetare fertile. Astfel, prin punerea în practică în mod sistematic, s-ar putea găsi mecanisme de aplicare a legilor de putere care să fie în folosul demonstrării necesității necondiționate de generalizare a dezvoltării durabile.

Modalitatea de expunere aleasă poate ajuta la obținerea unei acurateți și obiectivități științifice necesare transformării acestei propuneri de tem de cercetare într-o arie de cercetare, pe cât de utilă unei aplicabilități prezente, pe atât de capabilă de a deschide noi orizonturi de cercetare de o calitate și relevanță mereu crescute. Totodată, prin prezentarea contribuțiilor celor aseșavani care au emis teorii capabile să asigure în alegerea proceselor complexe care intră atât în componența structurilor fizice cât și a celor socio-economice, aplicabile inclusiv la lărgirea perspectivei științifice asupra paradigmei dezvoltării durabile, am dorit evidențierea universalității metodologiilor respective.

Prin valorificarea reformului eticii economice, în sensul propus de *Legea entropiei* aparținând lui *N. Georgescu-Roegen* care a reușit să demonstreze cu argumente științifice cerințele unui stil de viață sănătos nu pot fi reconciliate cu concepte economice care nu respectă mediul și prin reducerea complexității activităților umane la elementele capabile să asigure premisele sustenabilității – așa cum rezultă din aplicarea legilor de putere – putem înțelege mai bine miza dezvoltării durabile în cadrul eforturilor de consolidare a acesteia.

Datorită faptului că răspunsurile la problemele legate de dezvoltarea durabilă mai sunt încă deformate de interese care nu au nimic de-a face cu obiectivitatea și nici cu etica, considerăm că extinderea modelului

matematic oferite de legile de putere la indicatorii dezvoltării durabile prin găsirea mecanismelor de aplicare adecvate, va fi în măsură să adauge o valoare incontestabilă informațiilor obținute prin sistemele acestor indicatori și susțină acele eforturi necesare schimbării fundamentale de viziune asupra viitorului dezvoltării umane în context global (Caron, 2004).

În acest sens, nu întâmplător am acordat cea mai mare pondere prezentei *Legii lui Zipf*. Considerăm că aplicările posibile ale acesteia la analiza indicatorilor dezvoltării durabile se pot concentra pe două tipuri de probleme: detectarea celor mai relevante probleme puse în evidență de acești indicatori și evaluarea ponderii acestora în economia generală a dezvoltării durabile (Robbins, 2002). Activitatea de cercetare a lui *Zipf* este de asemenea emblematică pentru efortul oamenilor de știință de a găsi valoarea exactă a exponentului corespunzător legii de putere formulate într-o anumită situație, precum și a posibilităților deschise cercetării de a extinde cât mai mult metoda de analiză la corpul de date pe care se lucrează (Baltac, 2002).

Desigur, atunci când se vorbește despre distribuții statistice în legile de putere nu se poate ignora contribuția lui *Pareto*, cel care a identificat de la început, în mod empiric, coincidența benefică dintre zonele de manifestare a fenomenelor naturale și domeniul științelor sociale și umaniste. Însă, pentru că au fost propuse mai multe interpretări pentru a explica acest fenomen, am considerat necesar să scoatem în evidență, în special, interpretarea dată de *Mandelbrot*. Cu toate că acesta nu-și propune să justifice existența legilor de putere în fenomene aleatoare, aplicarea modului său de rezolvare a problemei reproducerii fenomenelor naturale ar putea explica de ce un fenomen, aparent controlabil, cum este dezvoltarea durabilă, nu își găsește încă echilibrul optim în politicile chemate să o pună în practică.

Chiar dacă, cel puțin aparent, atributele dezvoltării durabile par prea simple pentru a fi confruntate cu Teoria Relelor, Teoria haosului determinist, Teoria Catastrofelor, sau Geometria Fractală (Munteanu, 2008), o abordare a analizei indicatorilor dezvoltării durabile din perspectiva teoriilor plurivalente ca cele ale lui *Bak* sau *Thom* ar putea conduce la rezultate care să evidențieze, în mod științific, care sunt acele elemente ale comportamentului economic incompatibile cu cerințele dezvoltării durabile (Piatecki, 2001).

Deși, de regulă, suntem obișnuiți să așteptăm rezultate concrete în urma aplicării măsurilor prevăzute în cadrul diverselor politici, rezultatele celor ar putea proveni din extinderea utilizării mecanismelor furnizate de legile de putere, prin diverse metode matematice de analiză a datelor, asupra indicatorilor și atributelor dezvoltării durabile, ar putea conduce la concluzii precise și valoroase, cu aplicabilitate imediată (Pueyo, 2011). Acestea pot

constitui, în funcție de orizontul de cercetare ales, inclusiv premise pentru aplicarea de măsuri imediate împotriva efectelor schimbărilor climatice, cel puțin în zonele cele mai vulnerabile, fapt ce poate pune o presiune mai mare pe factorul politic pentru a dezvolta atât instrumentele de monitorizare și prognoză necesare, cât și pentru a ține cont din ce în ce mai mult de concluziile temelor de cercetare care se bazează pe instrumente științifice certe.

Bibliografie

- [1] Bacal P., (2007) *Economia Protecției Mediului*, Acad. de Studii Economice din Moldova, Ch. ASEM, <http://www.ase.md/~cgem/bacal.pdf>;
- [2] Bak P., (1996) *How Nature Works: The science of self-organized criticality*, Springer-Verlag, New York, <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/4/4/reviews/bak.html>;
- [3] Baltac V., (2002) *Vulnerabilitatea sistemelor în contextul Internet*, http://www.academia romana.ro/pro_pri/doc/st_b06.doc;
- [4] Caron Y., (2004) *Contribution de la loi de Zipf à l'analyse d'images*, Université François Rabelais de Tours, Ecole Doctorale, <http://www.math-info.univ-paris5...>;
- [5] Carston, R., (2006) *A Note on Pragmatic Principles of Least Effort*, <http://www.phon.ucl.ac.uk/publications/WPL/05papers/carston.pdf>;
- [6] Case O.D., (2005) *Principle of Least Effort. Theories of Information Behavior*, ed. by Karen E. Fisher, Sandra Erdelez, and Lynne, <http://grammar.about.com/od/...>;
- [7] Dinga E., Ionescu C., (2010) *Modelul entropic al procesului economic – aspecte epistemologice*, Rev. Oeconomica, nr.2/2010, pp. 141-163, <http://oeconomica.org...>;
- [8] Ehrenfeld R. J., (2008) *Sustainability by Design, A Subversive Strategy for Transforming Our Consumer Culture*, Yale University Press;
- [9] Felker, S. L., (1998) *Catastrophe Theory as a Paradigm for Development Administration*, Int'l. J. Of Pub. Admin., 21(12), 1803-1820, <http://www.tandfonline.com/doi/abs...>;
- [10] Floric M., (2010) *Interpretarea fractală, Geometria fractală și aplicațiile ei*, <http://nodurisisemne.blogspot.ro/2010/05/interpretarea-fractalica.html>;
- [11] Georgescu-Roegen N., (1971) *The entropy law and the economic process*, Cambridge, Mass., Harvard University Press;
- [12] Grigora M.A., (2010) *Managementul proiectelor și politici de absorbție a resurselor*, Univ. de t. Agricole și Med. Vet. Cluj-Napoca, <http://www.usamvcluj...>;
- [13] Ion A.R., (2011) *Monitoring Sustainable Agricultural Development in România*, Review of International Comparative Management, Volume 12, Issue 3, July 2011, pp. 940-947;
- [14] Ki Baek S., Bernhardsson S., Minnhagen P., (2011) *Zipf's law unzipped*, New Journal of Physics 13 043004 (21pp), <http://iopscience.iop.org/ux41l8xu6...>;
- [15] Kirby G., (1985) *Zipf's Law*, UK Journal of Naval Science Volume 10, No. 3 pp 180-185;
- [16] Kozo M., Gowdy M. J., (1999) *Bioeconomics and sustainability, Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*, Edward Elgar Publishing Ltd., <http://books...>;
- [17] Kromer V., (2002) *Zipf's law and its modification possibilities*, Glottometrics nr.5/2002, pp.1-13, To Honor G.K. Zipf, <http://www.ram-verlag.de>;
- [18] Lada A., (2011) *Zipf, Power-laws, and Pareto - a ranking tutorial*, <http://www.hpl.hp.com/research/idl/papers/ranking/ranking.html>;
- [19] Mandelbrot B., (1977) *The Fractal Geometry of Nature*, W. H. Freeman;
- [20] Manning C., Schütze H., (1999) *Foundations of Statistical Natural Language Processing*, The MIT Press, <http://grammar.about.com/...>;
- [21] Millward C. M., Hayes M., (1988) *A Biography of the English Language*, University of Mississippi, International, 3e Ed., Cengage Learning <http://books.google...>;
- [22] Munteanu F., (2008) *Ținutul Complexității și dezvoltarea durabilă în mileniul III, Deschideri spre lumea complexității*, Ed. Univ. București, <http://www.terranexus.ro...>;
- [23] Munteanu R., Apetroae M., (2007) *Factorii de impact și ierarhizarea revistelor științifice*, Politica științifică și Scientometrie, Vol. V, nr.3, pp.101-105; <http://uefiscdi...>;
- [24] Newman, M.E.J., (2005) *Power laws, Pareto distributions and Zipf's law*, Contemporary Physics, Vol. 46, No. 5/2005, 323 – 351, www.tandfonline.com...;
- [25] Nielsen J., Pernice K., (2009) *Eyetracking Web Usability*, Pearson Education, <http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780321498366/excerpts/Eyetrack...>;
- [26] Parrisand M.T., Kates W.R., (2003) *Characterizing and Measuring Sustainable Development*, AR Reviews in Advance, 28:13.1–13.28;
- [27] Piatecki C., (2001) *Ubiquity: Par Mark Buchanan Un monde imprévisible*, Sociétal; 3rd Qtr 2001; 33, ProQuest Central, http://www.societal.fr/naviref/aff_numresume.a.sp...;
- [28] Popescu I., Altmann G., (2009) *Zipf's law – another view*, Qual Quant, pp:713–731;
- [29] Pueyo S., (2011) *Desertification and power laws, Landscape Ecol*, p.305–309, Springer Science+Business Media B.V., <http://link.springer.com/article...>;
- [30] Robbins J., (2002) *Technology, Ease, and Entropy: A Testimonial to Zipf's Principle of Least Effort*, Glottometrics nr.5/2002, p. 81-

- 96, <http://www.ram-verlag.de>;
- [31] Stavins N.R., Wagner F.A., Wagner G., (2002) *Interpreting Sustainability in Economic Terms*, Harvard Univ., <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc...>;
- [32] Su S., Zhang Z., Xiao R., (2012) *Geospatial assessment of agroecosystem health*, *Stoch Environ*, <http://link.springer.com...>;
- [33] Thom R.F., (1972) *Stabilité structurelle et Morphogénèse*, InterEditions, Paris;
- [34] Visser M., (2013) *Zipf's law, power laws and maximum entropy*, *New Journal of Physics* 15/2013, 043021 (13p), <http://arxiv.org/pdf>;
- [35] Wentian L., (2002) *Zipf's Law everywhere*, *Glottometrics* nr.5/2002, To Honor G.K. Zipf, pp. 14-21, <http://www.ram-verlag.de>;
- [36] Wyllys E.R., (1981) *Empirical and Theoretical Bases of Zipf's Law*, *Bibliometrics*, Summer, Library Trends, University of Illinois, <https://www.ideals.illinois.edu>;
- [37] Zeeman E.C., (1976) *Catastrophe Theory*, *Scientific America*, April, 1976, pp. 65-70, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass.-London-Amsterdam;
- [38] Zipf G.K., (1949) *Human Behavior and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology*, Cambridge, Addison-Wesley, 1949. Reprint ed., New York: Hafner, 1999;
- [39] *** Franciza, (2010) *Legea lui Zipf i start-up-ul*, *Cutting Edge experts*, 17.05.2010, <http://www.franciza.com.ro/blog/...ro>;
- [40] *** Brundtland, (1987) *Report of the World Commission on Environment and Development, Our Common Future*, United Nations, <http://conspect.nl/pdf/...>;
- [41] *** Agenda 21, (1992) *Science For Sustainable Development*, Chapter 35, Rio de Janeiro, Brazil, <http://habitat.igc.org/open-gates/a21-35.htm>;
- [42] *** Institutul Național de Statistică, (2011) *Indicatori statistici de dezvoltare durabilă IDDR*, <http://www.insse.ro>.

Andreea Constantinescu este doctorand în cercetare științifică (CS III) în cadrul Departamentului de Dezvoltare Durabilă al Institutului de Economie Națională. Activitatea sa de cercetare cuprinde subiecte de dezvoltare regională, dezvoltarea structurii IMM și economia mediului. Lucrează în proiecte de cercetare și publică articole științifice pe subiecte legate de infrastructura IMM, legislația de mediu european etc.

Appendix

Tabelul 1: Indicatori de dezvoltare durabil folosi i în Uniunea European

Tema de raportat (Eurostat 2007)	Indicator Reprezentativ	Obiectiv EU-SDD Corespondent
1 Dezvoltarea socio-economic	Rata de cre tere a venitului real pe cap de locuitor	Prosperitate economic
2 Consum i produc ie sustenabile	Productivitatea resurselor	Consum i produc ie sustenabile, administrarea resurselor naturale
3 Incluziunea social	Popula ie expus riscului s r ciei, excluzând transferurile sociale	Incluziune social , demografie i migra ie
4 Schimb ri demografice	Rata de ocuparea a popula iei (c tre) vâr st limit de pensionare	Incluziune social , demografie i migra ie
5 S n tate public	Durata medie de via s n toas , durata medie de via probabil la na tere	S n tate public
6 Schimb ri climatice i energie	Emisiile totale de gaze cu efect de ser ; consumul de energie regenerabil	Schimb ri climatice i energetice
7 Transport sustenabil	Consumul de energie pentru activit i de transport	Transport sustenabil
8 Resurse naturale	Indexul speciilor de p s ri comune; produc ia din pescuit peste limitele biologice stabilite	Conservarea i managementul resurselor naturale
9 Parteneriat globale	Asisten a pentru dezvoltare – fonduri oficiale	S r cia la nivel global i dezvoltarea durabil
10 Buna guvernare	- în studiu -	Coeren a politicilor de guvernare

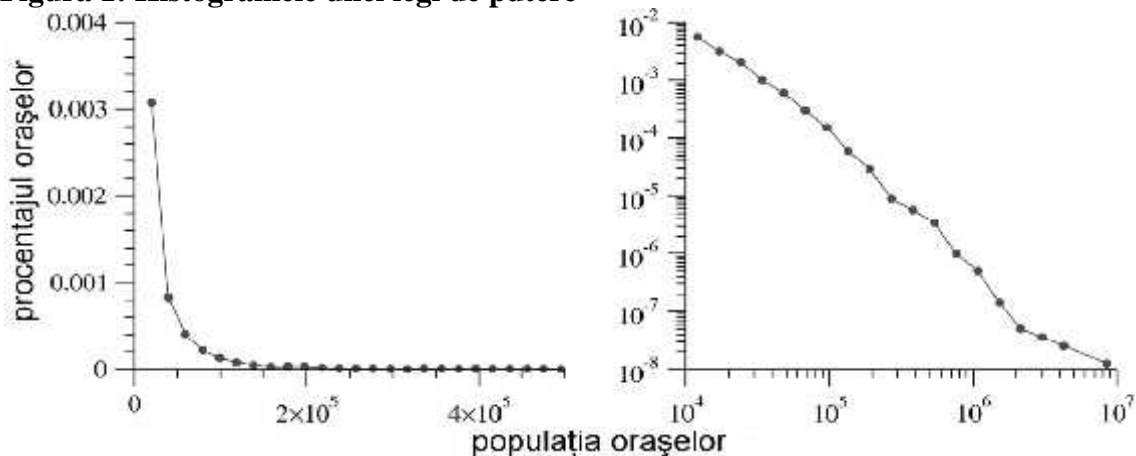
Sursa: Ion, 2011.

Tabelul 2: Frecven a cuvintelor în raport cu rangul lor

Cuvântul	Rând (r)	Frecven (f)	Produs (rf)
<i>the</i>	1	9	9,0
<i>in, of</i>	2-3 medie = 2,5	7	17,5
<i>a, one</i>	4-5 medie = 4,5	6	27,0
<i>law</i>	6	5	30,0
<i>and, it</i>	7-8 medie = 7,5	4	30,0
<i>suppose, that</i>	9-11 medie = 10,0	3	30,0
(21 cuvinte)	12-32 medie = 22,0	2	44,0
(43 cuvinte)	33-75 medie = 54,0	1	54,0

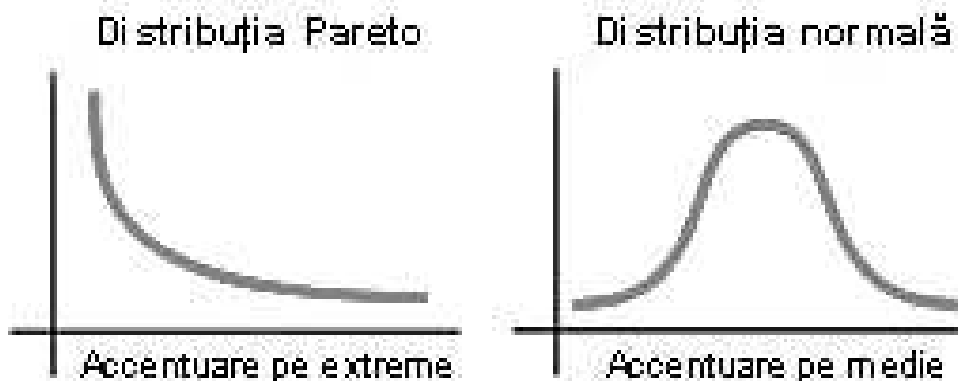
Sursa: Wyllys, 1981.

Figura 1: Histogramele unei legi de putere



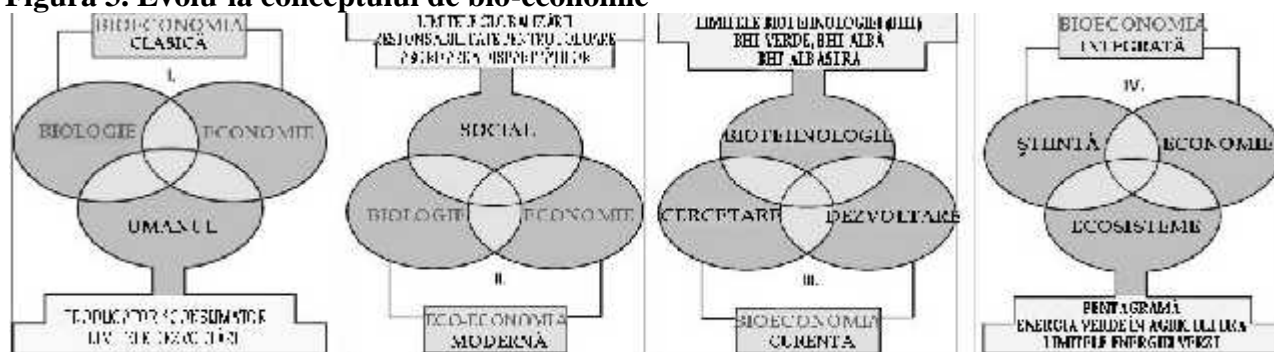
Sursa: Newman, 2005.

Figura 2: Distribuția Pareto comparat cu cea normală



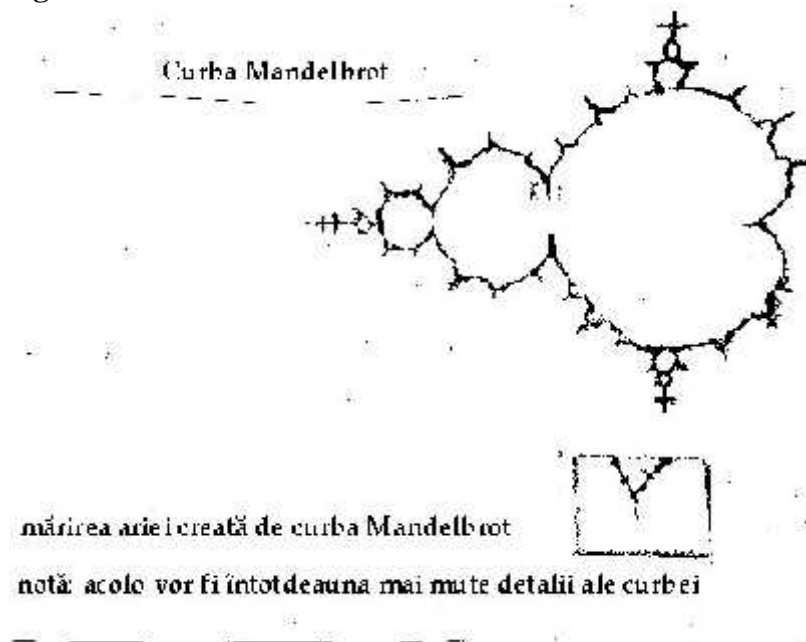
Sursa: Case, 2005.

Figura 3. Evoluția conceptului de bio-economie



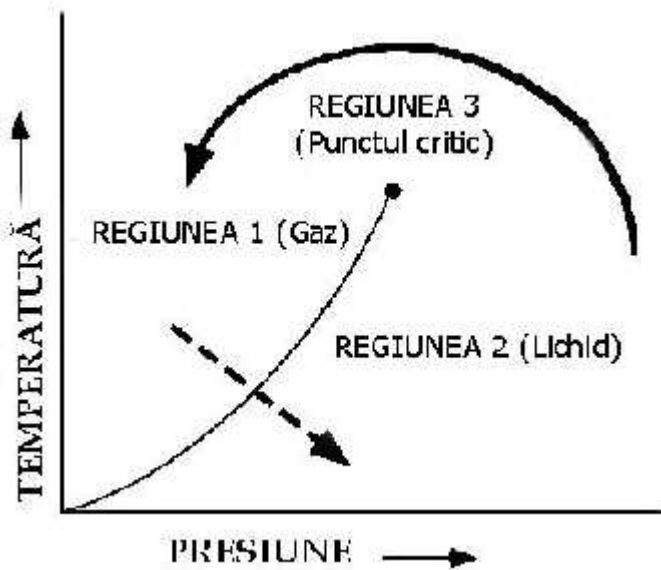
Sursa: Kozo, Gowdy, 1999.

Figura 4: Generarea curbelor fractalice



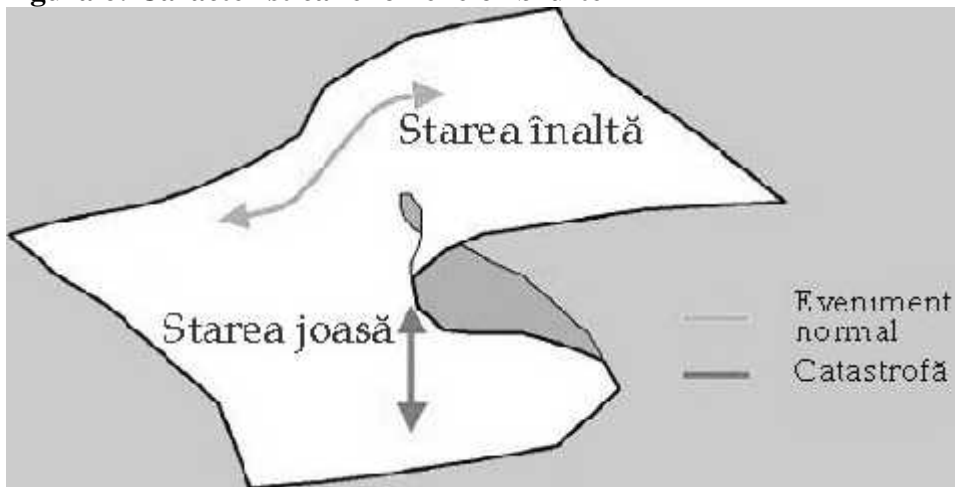
Sursa: Piatecki, 2001.

Figura 5: Diagrama fazelor critice din sistem



Sursa: Su et al. 2012.

Figura 6: Caracteristica fenomenelor bruște



Sursa: Zeeman, 1976.

