



ULBS

Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu

Școala doctorală de ȘTIINȚE SOCIALE

Domeniul de doctorat: CIBERNETICĂ ȘI STATISTICĂ

TEZĂ DE DOCTORAT

**UTILIZAREA UNUI INSTRUMENT DE
MODELARE FRACTALIZAT PENTRU A
ANALIZA CREATIVITATEA CA FACTOR DE
PRODUȚIE**

doctorand:

RALUCA-ANDREEA BOBOC
(căs. NERIȘANU)

conducător științific:

DR. PROF. UNIV. MARIAN P. CRISTESCU

1. CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

CREATIVITATEA ȘI INOVAȚIA	4
1.1. Procesul creativ	4
1.2. Introducerea unei noi metode de dezvoltare a creativității	28
1.3. Evoluția nivelului de creativitate în uniunea europeană	34
1.4. Inovația	40
1.5. Concluzii asupra capitolului	42
FACTORII DE PRODUCȚIE ȘI PARAMETRII DE CREȘTERE ECONOMICĂ	44
2.1. Teorii și modele de creștere economică clasice, neoclasice și evoluționiste	45
2.2. Principalele teorii care analizează importanța creativității în cadrul creșterii economice	55
2.3. Introducerea creativității ca neofactor de producție	64
2.4. Concluzii asupra capitolului	71
UTILIZAREA CREATIVITĂȚII CA PARAMETRU AL CREȘTERII ECONOMICE	73
3.1. Construirea modelului teoretic	73
3.2. Studiu privind impactul creativității și al expertizei asupra inovației	78
3.3. Concluzii asupra capitolului	89
ABORDAREA FRACTALIZATĂ A CREȘTERII ECONOMICE PE BAZA CREATIVITĂȚII	91
4.1. Elemente din structura instrumentului de modelare fractalizat	91
4.2. Reguli în construcția instrumentului de modelare fractalizat	113
4.3. Modelarea fractalizată a creativității ca parametru de creștere economică	119
4.4. Concluzii asupra capitolului	127
CONCLUZII, CONTRIBUȚII ȘI DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE	128
5.1. Sumar asupra cercetării și rezultatelor	128
5.2. Contribuțiile cercetării	130
5.3. Direcții de cercetare viitoare	131
BIBLIOGRAFIE	133
ANEXE	150

CUVINTE CHEIE: Instrument de modelare, fractal, creativitate, creștere economică, distrugere creativă.

2. DIRECȚII DE CERCETARE ȘI OBIECTIVE

Cu scopul analizării pilonului de economie creativă, prin dezbateră teoriilor care compun conceptele ce stau la baza acestui pilon, precum și realizarea unor studii care să valideze ipotezele introduse în cadrul cercetării de față, intenționez să analizez următoarele aspecte, care sunt întocmai obiectivele cercetării:

1. Studiarea creativității. Abordare holistică a conceptului. Studiarea fazelor creativității, a tipurilor de creativitate, a metodelor de dezvoltare a creativității, a testelor care măsoară creativitatea și a impactului creativității în procesul de creștere economică.
2. Identificarea principalelor teorii și modele de creștere economică, corelate cu creativitatea și inovația.
3. Cercetarea factorilor și neofactorilor de producție, evoluția acestora și modelele matematice care îi validează.
4. Validarea creativității ca neofactor de producție, prin respectarea criteriilor de validare.
5. Validarea creativității ca parametru al creșterii economice prin extinderea unui model de creștere economică și observarea impactului acesteia la nivel microeconomic și macroeconomic.
6. Analiza unui nou instrument de modelare economică, bazat pe teoria fractalilor și a automatelor lacticeale. Realizarea unui model de creștere economică bazat pe acest instrument.

Teza aduce contribuții în mai multe domenii, precum *modelarea economică*, prin introducerea unui instrument vectorial de modelare, ce are la bază un grup de automorfisme și logica trivalentă a lui Ilie Prigogine, ca instrument de creștere economică. De asemenea, *procesul de creștere economică* va avea o abordare nouă, în tendință cu noile teorii apărute la nivel economic. Procesul de creștere economică va include, pe lângă factorii clasici de producție și nivelul expertizei și al creativității. Dacă procesul de creștere economică clasic implica factorii clasici și neoclasici de producție, prezenta abordare va avea în vedere importanța creativității asupra dinamicii rezultatelor proceselor de producție.

Creativitatea va fi expusă tehnic, realizându-se o recenzie asupra metodelor de dezvoltare a acesteia, a testelor de măsurare a creativității și a etapelor în procesul creativ. *Inovația* va fi abordată din perspectivă pur economică, acesteia i se va atribui și o funcție care o va defini într-

un proces de creștere economică endogenă. Se vor extinde teoriile de creștere economică existente, cu scopul de a valida integrarea creativității printre factorii de producție clasici.

În domeniul neofactorilor de producție, se vor identifica principalii neofactori de producție validați în teoriile existente și se va valida creativitatea ca neofactor de producție.

3. STRUCTURA TEZEI

În introducere se prezintă direcțiile de cercetare și obiectivele lucrării. De asemenea, apare și metodologia de cercetare, precum și ipotezele cercetării.

Primul capitol al tezei descrie procesul creativ împreună cu principalele delimitări ale teoriilor ce îl definesc. Acest capitol face referire la conceptualizarea procesului creativ, prezentarea capitalului creativ și a clasei creative, identificarea tuturor tehnicilor de dezvoltare a creativității, precum și introducerea unei noi tehnici de dezvoltare a creativității. Procesul creativ este astfel definit ca actul de generare a unei idei noi. Imaginația este principalul proces cognitiv utilizat în procesul creativ. Procesul creativ surprinde o cursivitate în realizarea lui care explică și definirea acestuia. Acesta începe cu stagiul de pregătire, incubare, iluminare și verificare (Hammershøj, 2014). Inovația este procesul prin care o idee ajunge de la creativitate la faza de materializare prin invenție, iar mai apoi la faza de implementare prin inovație. Diferența dintre creativitate și inovație este una conceptuală determinată de fluxul temporal al celor două procese. Creativitatea poate exista fără inovație, dar nu își are fundament economic, în timp ce inovația nu poate exista fără creativitate. În cadrul capitolului au fost clasificate 61 de tehnici de dezvoltare a creativității în tehnici asociative, provocatoare, intuitive, de inventar și de confruntare (Tassoul, 2009a), la care se adaugă tehnicile de dezvoltare a creativității prin controlul mediului de desfășurare a procesului creativ. Pe lângă cele 61 de tehnici de dezvoltare a creativității, în capitolul 1, s-a demonstrat că și mnemonicile vizuale pot fi atribuite acestei categorii. O analiză temporală a țărilor Uniunii Europene, cu privire la nivelul de creativitate al acestora este expusă la finele capitolului.

În cadrul capitolului 2 sunt expuse principalele teorii și modele de creștere economică clasice, neoclasică și evoluționiste, împreună cu principalele teorii care validează importanța creativității în cadrul creșterii economice. În cadrul teoriilor și modelelor de creștere economică clasice se introduc cei trei factori de producție clasici: munca, pământul și capitalul. În cadrul

teoriilor și modelelor de creștere economică neoclasice exogene, creșterea economică este asociată cu progresul tehnologic și creșterea parametrului productivității tehnologice, adică a stadiului actual de cunoștințele tehnologice deținute de lucrători. În cadrul modelelor exogene, progresul tehnologic nu are alte cauzalități. În cadrul teoriilor și modelelor de creștere economică endogene există mai multe direcții. În cadrul acestor teorii neoclasice se remarcă abordarea lui Schumpeter de creștere economică prin distrugere creativă, adică ieșirea din necesitate a inovațiilor anterioare. De asemenea, capitolul cuprinde o recenzie a teoriilor care susțin importanța creativității în cadrul modelelor de creștere economică. Creativitatea apare în multe forme în cadrul teoriilor dezbătute în acest capitol, precum creativitatea antreprenorială, creativitatea ca investiție, Teoria generală a creativității antreprenoriale, teoria creativității propusă de Amabile, Teoria suportului organizațional și creativitatea inventivă, ca precursor al invenției. Aceste teorii abordează creșterea economică la nivelul organizațional sau macroeconomic și relaționează creativitatea ca factor emergent al acesteia. Teoriile au fost detaliate în funcție de importanța și impactul pe care îl au în cadrul literaturii. Tot în cadrul acestui capitol s-au abordat diferențele dintre factorii de producție și parametrii de creștere economică. Acesta include, de asemenea, o recenzie asupra neofactorii lor de producție și prezintă criteriile de validare a unui parametru ca factor de producție. Principalii parametri ai creșterii economice identificați în literatura de specialitate sunt: antreprenoriatul, educația, cunoștințele acumulate, nivelul tehnologic, transferul de cunoștințe, capacitatea managerială, personalitatea și cooperarea între antreprenori. Principalii neofactori de producție identificați sunt: energia, informația și nivelul tehnologic. În (Berczi, 1985) sunt expuși șase factori de validare a unui concept ca neofactor de producție. Pentru a valida creativitatea ca neofactor de producție, s-a analizat respectarea acestor factori și s-a concluzionat că, creativitatea este un factor de producție asociat teoriilor neofactorilor de producție.

Capitolul 3 cuprinde o extensie a modelului de creștere economică endogenă Aghion-Howitt, pe baza creativității, a expertizei și a competenței manageriale. În modelul utilizat, progresul tehnologic este endogenizat, iar inovația este măsurată printr-o rată de apariție și o mărime. Pentru a introduce creativitatea ca parametru a creșterii economice am endogenizat mărimea inovației ca variabilă determinată de creativitate, expertiză și competență managerială. γ reprezintă un factor de creștere al parametrului tehnologic (convențional echivalent cu

creșterea productivității). γ va fi exprimat în termeni de competență managerială, creativitate și expertiză, astfel γ devine:

- $\theta(c)$ este o funcție a creativității;
- M este nivelul competenței manageriale, care este constant, identificat de parcursul istoric și sistemele politice și educaționale, precum și cutumele și mentalitățile regiunii;
- ε_t este nivelul de expertiză (nivelul cunoștințelor de specialitate);
- η și ϕ sunt elasticitățile creativității și expertizei.

Funcția inovației fiind:

$$\gamma(M, \theta, \varepsilon) = M \cdot \theta(c)^\eta \cdot \varepsilon_t^\phi,$$

În timp ce varianta logaritmată permite estimarea prin regresia liniară multiplă:

$$\log(\gamma(M, \theta, \varepsilon)) = \log(M \cdot \theta(c)^\eta \cdot \varepsilon_t^\phi)$$

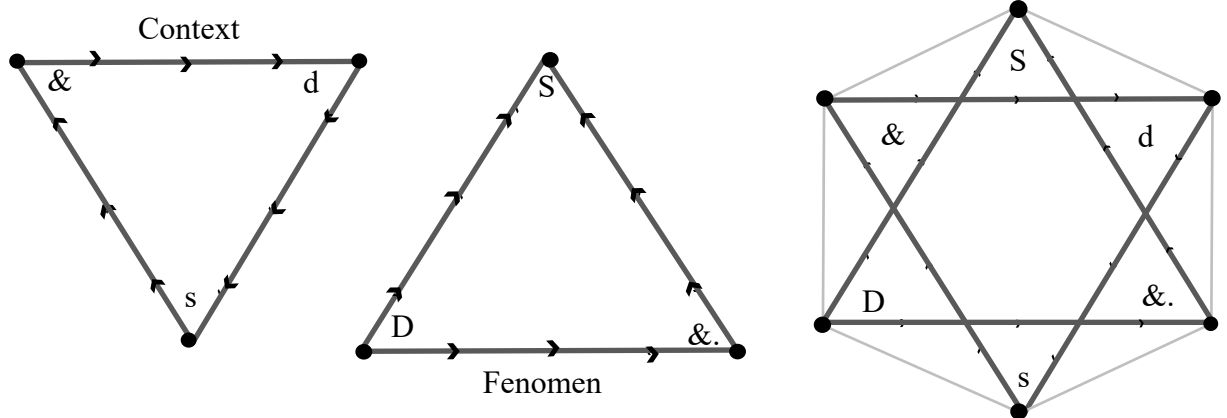
$$\log(\gamma(M, \theta, \varepsilon)) = \log(M) + \eta \cdot \log(\theta(c)) + \phi \cdot \log(\varepsilon_t)$$

- unde: $\varepsilon_t \equiv \gamma_{t-1}$.

Pentru a valida această model, am realizat un studiu asupra impactului creativității și al expertizei asupra inovației. Rezultatele arată că nivelul de expertiză este cel mai important în determinarea inovației naționale. Testul Student indica faptul că variabilele creativitate și expertiză contribuie semnificativ la explicarea variației gradului de inovare. De asemenea, regresia liniară multiplă arată faptul că la o creștere a creativității cu o unitate nivelul de inovare crește în medie cu 0,633 unități, dacă toate celelalte variabile explicative se mențin neschimbate. O creștere a gradului de expertiză cu o unitate se asociază cu o creștere a nivelului de inovare cu 0,29 unități. Tot în cadrul studiului s-au inclus și estimări cu efecte fixe și aleatoare, precum și multiple modele de regresie, extinse cu variabile de control.

Capitolul 4 cuprinde un model fractalizat de creștere economică. În cadrul acestui capitol sunt prezentate tipurile de logică clasificate după valențele de adevăr, automorfismele, buclele de feedback, fractalii și automatele finite. Ca fază incipientă, utilizarea modelului se focusează pe identificarea ciclurilor de feedback iar mai apoi a diagramei comutative. Mai apoi modelul se structurează pe nivele succesive de determinare, ce sunt construite prin repetiția, în mărimi

diferite, a structurii acestuia în structuri noi și stabile care se autodetermină. Modelul primar de comportament este direcționat de săgețile care arată în mod clar comportamentele dintre sursă, senzor și decident și faptul că acestea sunt determinate de factorul timp, fiecare având posibilitatea de a se autostimula sau autoinhiba (Prigogine, 1984). Sursa este punctul sau zona de nutriție a sistemului, Senzorul reprezintă implementarea unui sistem de măsurabilitate a sistemului iar Decidentul este nodul ce permite măsurarea nivelului de potrivire a sursei față de sistem. Pentru structura de bază se întocmește un ciclu de feedback, care reprezintă contextul și o diagramă comutativă, care reprezintă fenomenul care este aplicat în context, conform Figurii următoare:



Unde:

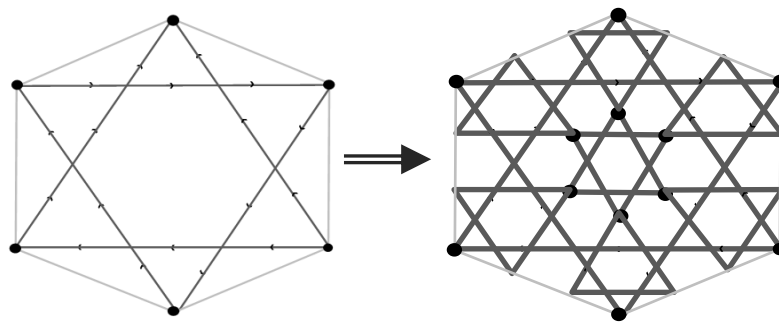
- S – sursa fenomenului,
- & - senzorul fenomenului,
- D – decidentul fenomenului,
- s – sursa contextului,
- &. – senzorul contextului,
- d – decidentul contextului.

Arhitectura semantică a nodurilor conținute în structură se bazează pe următoarea metodologie, preluată din (Caraiani et al., 2015):

- a. Orice triunghi echivalent din figură trebuie să aibă conținut auto generativ. Orice două conținuturi îl determină pe el treilea. Prin conținuturi înțelegem punctele sursă, senzor, decident.
- b. Conținutul vârfului obtuzunghic al oricărui triunghi isoscel este generat de conținutul vârfurilor din unghiurile ascuțite ale aceluiași triunghi.

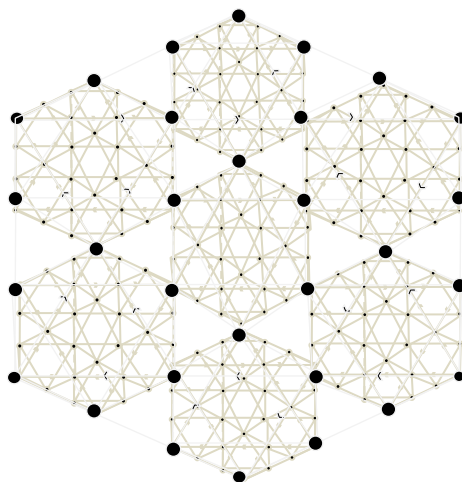
- c. Conținutul punctelor de pe aceeași linie din figură reprezintă pași intermediari logici, necesari pentru pornirea dintre un punct semantic către un alt punct semantic al vectorilor de evoluție ai sistemului, împreună cu liniile suport ce trec direct prin centrul hexagonului.
- d. Astfel se demonstrează că metoda este evoluționistă, construcția începând de la conceptele de pe vârfurile localizate la extremitate către vârfurile mai apropiate ale centrului hexagonului.

În continuare modelul se poate fractaliza pentru a genera noi sisteme care se relaționează:



Nivelul de granulație reprezintă numărul de modificări a dimensiunii structurii de bază, pentru a se ajunge la structura fractalizată. Nivelul de fractalizare se referă la sustenabilitatea și nesustenabilitatea părților componente dintre o structură hexagonală. Astfel, hexagonul care se poziționează pe vârf este întotdeauna sustenabil, având același comportament în timp, iar hexagonul care se poziționează pe bază este nesustenabil și are capacitatea de a produce schimbări.

În continuare, fractalul ajunge la nivele mai mari de granulație, prin reluarea procedurii anterioare, la scară mai mică, conform Figurii următoare:



Datorită caracterului de fractal al modelului, care respectă dimensiunea Hausdorff–Besicovitch, nivelele de granulație nu au o limită formală.

Modelarea calitativă a creativității ca parametru al creșterii economice este dezbătută în cadrul tezei, prin utilizarea modelului prezentat anterior, până la nivelul II de granulație. Astfel se pot forma principalele deosebiri între abordarea econometrică și cea calitativă a creșterii economice. În cadrul modelului endogen discutat în cadrul acestei teze, (Aghion & Howitt, 1992), se formează o serie de corelații care permit relaționări bivalente ale parametrilor introduși (Aghion & Howitt, 2014). În cadrul modelului fractalizat aceste corelații pot fi expuse utilizând ciclurile de feedback care se formează în interiorul sau între hexagoane de pe nivele diferite de fractalizare (Colceag, n.d., 2001). Modelul endogen a lui Aghion Howitt se bazează pe logica bivalentă, unde variațiile parametrului de ieșire poți să fie de creștere sau scădere. În cadrul modelului fractalizat, logica utilizată este trivalentă, astfel că un parametru este identificat prin sursă, senzor și decident. Astfel, parametrul exprimat prin sursă, măsurat prin senzor și valorificat prin decident poate avea mai multe valențe în funcție de dimensiunea senzorului.

Relaționarea în cadrul sistemului hexagonal de fractalizare se face prin bucle de feedback și diagrame comutative, ceea ce permite autostimularea și autoinhibarea sistemului precum și formarea de zone de acumulare, în timp ce modelul de creștere economică endogenă își dezvoltă relaționarea prin funcții de determinare. Ambele modele permit adăugarea de parametri pentru endogenizare continuă. Astfel că, în modelul fractalizat se poate adăuga un nou nivel de granulație, iar în modelul endogen se pot adăuga noi funcții de definire a parametrilor introduși. Modelul fractalizat permite o structurare mai complexă prin rețeaua de bucle de feedback pe care o generează, precum și fuziunea mai multor sisteme intercorelate.

În cadrul sistemului de creștere economică endogenă, modelarea este cantitativă, unitățile de măsură sunt cantitative, în timp ce modelul fractalizat presupune o măsurare calitativă, prin utilizarea operațiilor sintactice. În cadrul sistemului fractalizat se formează relații complexe precum cele de inter-relaționare între diferite sisteme (formate inițial în dimensiune hipercubică). Acest lucru permite observarea efectelor schimbărilor adusei într-un parametru, chiar dacă efectele au loc în alt sistem.

Capitolul 5 cuprinde concluziile și contribuțiile lucrării de față, precum și cele mai importante direcții de cercetare viitoare.

4. CONTRIBUȚII PERSONALE

4.1. Contribuții teoretice

Prezinta teză sintetizează o serie de teorii și caracteristici ale creativității și inovației. În prima parte se include o recenzie a tehnicilor de dezvoltare a creativității clasificate în tehnici analitice, provocatoare, intuitive, de inventar și de confruntare. Această recenzie include sursa și descrierea pentru fiecare tehnică în parte, în anexe. Pe lângă aceste tehnici, prima parte a lucrării cuprinde și o recenzie privind testele de creativitate existente și validate la nivel internațional, prezentă tot în cadrul tabelelor anexate lucrării.

Se abordează creativitatea ca neofactor de producție, sistematizând sursele științifice disponibile privitoare la această problemă, realizându-se totodată o recenzie a acestora.

Se introduce o nouă teorie de utilizare a creativității ca parametru al creșterii economice, prin cauzalitatea pe care creativitatea o are asupra inovației. Inovația este astfel determinată de nivelul creativității angajaților activi în cercetare, fiind moderată de expertiză și capacitatea managerială.

Se analizează un instrument vectorial sustenabil de modelare a unui sistem complex, apoi se realizează o comparație între modelul fractalizat de creștere economică și modelul neoclasic, endogen de creștere economică.

4.2. Contribuții practice

Cercetarea de față introduce o nouă metodă de dezvoltarea a creativității, și anume mnemonicile vizuale, metodă care este utilizată în mod curent pentru îmbunătățirea procesului de memorare a informațiilor. Această metodă este utilizată în cadrul sistemului educațional cu scopul îmbunătățirii memorării informațiilor, dar cercetarea de față validează utilizarea metodei pentru dezvoltarea creativității.

Rezultatele studiului de analiză secundară de date cu privire la creativitate și inovație, precum și studiul cu privire la evoluția creativității în Uniunea Europeană, validează importanța

creativității pentru inovație și creștere economică, precum și importanța educației pentru inovație. Cele mai puternice corelații de dependență față de creativitate și inovație le-au avut parametrii educaționali. Această cercetare oferă direcții cu privire la deciziile care au ca obiectiv creșterea economică.

Modelul fractalizat, inclus în prezenta lucrare, permite utilizarea sa ca sistem decizional, prin complexitatea relațiilor ce se formează între valorile introduse. Acest model fractalizat pune bazele unei abordări calitative a teoriilor de creștere economică.

4.3. Contribuții științifice

Cercetarea de față a extins modelul endogen de creștere economică Aghion-Howitt, prin endogenizarea inovației, utilizând creativitatea, expertiza și competența managerială ca parametrii. În modelul Aghion-Howitt, mărimea inovației este caracterizată de creativitate expertiză și competență managerială.

Pe lângă extinderea modelului neoclasic de creștere economică am introdus și un model de creștere economică fractalizat, bazat pe o logică trivalentă. Acest model fractalizat de creștere economică poate fi construit până la orice nivel considerat relevant pentru fenomenul studiat. În lucrarea de față, modelul a fost dezvoltat până la nivelul II de granulație. Se introduce astfel o nouă categorie a modelelor de creștere economică, care permite o abordare mai complexă, în comparație cu modelele clasice, neoclasică sau evoluționiste de creștere economică.

4.4. Diseminarea rezultatelor

Pe parcursul stagiului de doctorat și al documentărilor prealabile efectuate am publicat ca prim-autor și coautor un număr de 16 articole și lucrări științifice și un capitol de carte:

- 4 articole publicate în reviste indexate Clarivate Analytics Web of Science - WoS (ISI), cu factor de impact;
- 4 lucrări științifice publicate în reviste de specialitate indexate BDI;
- 8 Lucrări publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale;
- 1 capitol de carte BDI, editura Springer.

5. DIRECȚII DE CERCETARE VIITOARE

Direcțiile de cercetare viitoare includ utilizarea creativității ca parametru în cadrul modelelor de creștere economică evoluționiste, prin includerea acesteia pentru o funcție a inovației sau ca parametru individual de creștere economică.

Cercetările viitoare se pot concentra și pe dezvoltarea de modele care să cuprindă toți neofactorii de producție expuși în lucrarea de față: energia, antreprenoriatul, educația, cunoștințele acumulate, nivelul tehnologic, transferul de cunoștințe, capacitatea managerială, personalitatea și cooperarea între antreprenori, împreună cu factorii clasici de producție: munca, pământul și capitalul. Se poate, de asemenea, extinde regresia multiplă expusă în cadrul studiului privind influența creativității și expertizei asupra inovației, cu scopul de a cuprinde și ceilalți determinanți a inovației, expuși în capitolul cinci. Se poate urmări pe viitor și dezvoltarea funcției de endogenizare a inovației, cu scopul utilizării creativității ca factor de producție.

Modelul de creștere economică fractalizat se poate dezvolta până la nivelul trei sau patru de granulație, cu condiția ca efectele pe care nivelul patru de granulație le are asupra nivelului unu de granulație să fie semnificative.

Transformarea modelului de creștere economică fractalizat într-un automat celular este una dintre direcțiile prioritare de cercetare viitoare.