

Nonholonomic Clifford and Finsler Structures,  
Non-Commutative Ricci Flows,  
and Mathematical Relativity

Sergiu I. Vacaru<sup>1</sup>

*Science Department, University "Al. I. Cuza" Iași,  
54 Lascar Catargi street, 700107, Iași, Romania*

**Habilitation Thesis**

CNATDCU, Romania, 2012

<sup>1</sup>All Rights Reserved © 2012 Sergiu I. Vacaru,  
sergiu.vacaru@uaic.ro, <http://www.scribd.com/people/view/1455460-sergiu>

Performed following a Guide on Habilitation Theses, see  
<http://www.cnatdcu.ro/wp-content/uploads/2011/11/Ghid-de-abilitare-2012.pdf>

**key directions:** mathematical physics, geometric methods in physics,  
general relativity and modified gravity theories, applied mathematics

# Contents

0.1	Summary of the Habilitation Thesis . . . . .	2
0.2	Sinteza tezei de abilitare (in Romanian) . . . . .	4
<b>1</b>	<b>Achievements</b>	<b>6</b>
1.1	Scientific Visibility & Prestige . . . . .	8
1.1.1	Comments on strategic and main directions . . . . .	8
1.1.2	Visibility of scientific contributions . . . . .	26
1.1.3	Eligibility, minimal standards and recent activity . . . . .	28
1.2	A "Geometric" Survey of Selected Results . . . . .	30
1.2.1	Nonholonomic Ricci evolution . . . . .	30
1.2.2	Clifford structures adapted to nonlinear connections . . . . .	40
1.2.3	N-anholonomic Dirac operators . . . . .	43
1.2.4	Noncommutative geometry and Ricci flows . . . . .	48
1.2.5	(Non) commutative gauge gravity . . . . .	57
1.2.6	Exact solutions for (non)commutative Finsler branes . . . . .	69
1.2.7	Geometric methods and quantum gravity . . . . .	84
<b>2</b>	<b>Further Perspectives</b>	<b>105</b>
2.1	Future Research Activity and Collaborations . . . . .	105
2.1.1	Scientific context and motivation . . . . .	105
2.1.2	Objectives . . . . .	106
2.1.3	Methods and approaches . . . . .	109
2.2	Supervision and Pedagogical Activity . . . . .	113
2.2.1	Teaching and supervision experience . . . . .	113
2.2.2	Future plans . . . . .	114
<b>3</b>	<b>Publications, Conferences and Talks</b>	<b>115</b>

## 0.1 Summary of the Habilitation Thesis

It is outlined applicant's 18 years research and pluralistic pedagogical activity on mathematical physics, geometric methods in particle physics and gravity, modifications and applications (after defending his PhD thesis in 1994). Ten most relevant publications are structured conventionally into three "strategic directions": 1) nonholonomic geometric flows evolutions and exact solutions for Ricci solitons and field equations in (modified) gravity theories; 2) geometric methods in quantization of models with nonlinear dynamics and anisotropic field interactions; 3) (non) commutative geometry, almost Kähler and Clifford structures, Dirac operators and effective Lagrange–Hamilton and Riemann–Finsler spaces.

The applicant was involved in more than 15 high level multi-disciplinary international and national research programs, NATO and UNESCO, and visiting/sabatical professor fellowships and grants in USA, Germany, Canada, Spain, Portugal, Romania etc. He got support from organizers for more than 100 short visits with lectures and talks at International Conferences and Seminars.

Both in relation to above mentioned strategic directions 1)–3) and in "extension", he contributed with almost 60 scientific works published and cited in high influence score journals (individually, almost 50 %, and in collaboration with senior, 30 %, and young, 20 %, researchers). Applicant's papers are devoted to various subjects (by 15 main directions) in noncommutative geometry and gravity theories; deformation, A-brane, gauge like and covariant anisotropic quantization; strings and brane physics; geometry of curved flows and associated solitonic hierarchies with hidden symmetries; noncommutative, quantum and/or supersymmetric generalizations of Finsler and Lagrange–Hamilton geometry and gravity; algebroids, gerbes, spinors and Clifford and almost Kähler structures; fractional calculus, differential geometry and physics; off-diagonal exact solutions for Einstein - Yang - Mills - Higgs - Dirac systems; geometric mechanics, nonlinear evolution and diffusion processes, kinetics and thermodynamics; locally anisotropic black holes/ellipsoids / wormholes and cosmological solutions in Einstein and modified gravity theories; applications of above listed results and methods in modern cosmology and astrophysics and developments in standard particle physics and/or modified gravity.

Beginning June 2009, the applicant holds time limited senior research positions (CS 1) at the University Alexandru Ioan Cuza (UAIC) at Iași University, Romania. With such affiliations, he published by 25 articles in top ISI journals; more than half of such papers won the so-called "red,

yellow and blue” excellence, respectively, (4,4, 6), in the competition of articles by Romanian authors. During 2009-2011, he communicated his results at almost 30 International Conference and Seminars having support from hosts in UK, Germany, France, Italy, Spain, Belgium, Norway, Turkey and Romania.

For the Commission of Mathematics for habilitation of university professors and senior researchers of grade 1, it is computed [for relevant publications in absolute high influence score journals] this conventional ”eligibility triple”: (points for all articles; articles last 7 years; number of citations) = (55.9; 28.74; 53) which is higher than the minimal standards (5; 2.5; 12). Taking into account the multi-disciplinary character of research on mathematical physics, there are provided similar data for the Commission of Physics: (59.19; 31.6; 61) which is also higher than the corresponding minimal standards (5; 5; 40).

Future research and pedagogical perspectives are positively related to the fact that the applicant won recently a three years Grant IDEI, PN-II-ID-PCE-2011-3-0256. This allows him to organize a computer–macros basis for research and studies on mathematical and computational physics and supervise a team of senior and young researches on ”nonlinear dynamics and gravity”.

## 0.2 Sinteza tezei de abilitare (in Romanian)

Este trecută în revistă activitatea de 18 ani de cercetare și didactică prin cumul a aplicantului în domenii legate de fizica matematică, metode geometrice în fizica particulelor și gravitație, modificări și aplicații (după susținerea tezei de doctorat în 1994). Zece cele mai relevante publicații sunt structurate convențional în trei "direcții strategice": 1) evoluții neolomne "geometric flows" și soluții exacte pentru solitoni Ricci și ecuații de câmp în teorii de gravitație (modificate); 2) metode geometrice în cuantificarea modelelor cu dinamică neliniară și interacțiuni anisotrope de câmp; 3) geometrie (ne) comutativă, structuri aproape Kähler și Clifford, operatori Dirac și spații efective Lagrange–Hamilton și Riemann–Finsler.

Aplicantul a fost implicat în peste 15 programe internaționale și naționale de cercetare de nivel înalt, multi-disciplinare, OTAN și UNESCO, și granturi pentru profesor în vizită sau sabatic în SUA, Germania, Canada, Spania, Portugalia, România etc. A obținut suport de la organizatori pentru peste 100 vizite scurte cu lecții și comunicări la conferințe și seminare internaționale.

Cu privire la direcțiile 1) – 3) menționate mai sus, cât și în extensio, aplicantul a contribuit cu circa 60 lucrări științifice publicate și citate în reviste cu punctaj înalt de influență (individual, circa 50 %, și în colaborare cu cercetători seniori, 30 %, și tineri, 20 %). Lucrările aplicantului sunt consacrate diferitor subiecte (circa 15 direcții principale) în geometrie necomutativă și teorii de gravitație; cuantificare de deformare, A-brane, similar gauge și covariant anisotropă; fizică string și brane; geometrii "curved flows" și ierarhii solitonice asociate cu simetrii ascunse; generalizări necomutative, cuantice și/ sau supersimetrice ale geometriilor Finsler și Lagrange–Hamilton și gravitație; algebroizi, gerbe, spinori și structuri aproape Kähler; calculul fracțional, geometrie diferențială și fizică; soluții ne-diagonale exacte pentru sisteme Einstein - Yang - Mills - Higgs - Dirac; geometrie mecanică, evoluție neliniară și procese de difuzie; goluri negre / elipsoizi / wormholuri și soluții cosmologice în teorii de gravitație Einstein și modificate; aplicații ale rezultatelor menționate mai sus în cosmologie modernă și astrofizică și dezvoltări în fizica particulelor standardă și / sau gravitație modificată.

Începând cu iunie 2009, aplicantul are poziția de cercetător științific superior, CS 1, cu termen limitat, la Universitatea Alexandru Ioan Cuza (UAIC) din Iași, România. Având astfel afiliere, a publicat peste 25 articole în reviste top ISI; peste o jumătate din articole au fost câștigătoare de tipul "roșu, galben și albastru", respectiv, (4,4,6), în competiția de lucrări ale autorilor care activează în România. În decursul 2009–2011, el a comunicat

rezultatele sale la circa 30 conferințe și seminare internaționale avînd suport de la gazde științifice în MB, Germania, Franța, Italia, Spania, Belgia, Norvegia, Turcia și România.

Pentru comisia de matematică pentru abilitarea profesorilor universitari și a cercetătorilor superiori de gradul 1 este calculat [publicații relevante în reviste cu scor înalt de influență] acest convențional "triplu de eligibilitate": (puncte pentru toate articolele; articole în ultimii 7 ani; numărul citărilor) =(55.9; 28.74; 53) ce depășește standardele minimale (5; 2.5; 12). Luând în considerație caracterul multi-disciplinar al cercetării din fizică matematică, sunt prezentate date similare pentru comisia de fizică: (59.19; 31.6; 61), ce tot depășesc standardele minimale (5; 5; 40).

Perspective reale de cercetare și activitate pedagogică pentru viitor sunt legate de faptul că applicantul a câștigat recent, pentru trei ani, un Grant IDEI, PN-II-ID-PCE-2011-3-0256. Aceasta îi permite să organizeze o bază computer-macros pentru cercetare și studii în matematică și fizică computațională și conducere a unei echipe de cercetători seniori și tineri în "dinamică neliniară și gravitație".