
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Raționamentul științific în diversele etape ale formării în profesiile de sănătate

Doctorand Daniela-Luminița Barz

Conducător de doctorat Prof. Dr. Andrei Achimaș-Cadariu



UMF
UNIVERSITATEA DE
MEDICINĂ ȘI FARMACIE
IULIU HAȚIEGANU
CLUJ-NAPOCA

Cuprins

INTRODUCERE	11
STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII	13
1. Conceptualizarea raționamentului științific	15
1.1. Definierea conceptului de raționament științific	15
1.2. Principalele abordări ale studiului raționamentului științific	17
1.3. Măsurarea raționamentului științific - provocări metodologice	20
2. Dezvoltarea raționamentului științific pe parcursul formării în profesii de sănătate	25
2.1. Raționamentul științific în contextual paradigmelor actuale din medicină	25
2.2. Tendințe curriculare și dezvoltarea aptitudinilor de cercetare	27
3. Rolul raționamentului științific în decizia medicală	31
3.1. Relația dintre raționamentul științific și raționamentul clinic	31
3.2. Raționament și decizie în profesii din domeniul Sănătate	33
4. Direcții viitoare	37
CONTRIBUȚIA PERSONALĂ	39
1. Ipoteza de lucru/obiective	41
2. Metodologie generală	41
3. Studiul 1 – Studiu exploratoriu privind atitudinile față de știință și alfabetizarea științifică în profesii de sănătate	43
3.1. Introducere	43
3.2. Obiective	44
3.3. Material și metodă	44
3.4. Rezultate	46
3.5. Discuții	48
3.6. Concluzii	49
4. Studiul 2 – Studiu-pilot pentru construirea și dezvoltarea unui instrument de măsurare a raționamentului științific în educația medicală	51
4.1. Introducere	51
4.2. Obiective și ipoteze de cercetare	52
4.3. Material și metodă	52
4.4. Rezultate	54
4.5. Discuții	56
4.6. Concluzii	57

5. Studiul 3 – Explorarea și validarea instrumentului de măsurare a raționamentului științific în educația medicală	59
5.1. Introducere	59
5.2. Obiective și ipoteze de cercetare	60
5.3. Material și metodă	60
5.4. Rezultate	63
5.5. Discuții	69
5.6. Concluzii	71
6. Studiul 4 – Confirmarea validității instrumentului de măsurare a raționamentului științific în educația medicală	73
6.1. Introducere	73
6.2. Obiective și ipoteze de cercetare	74
6.3. Material și metodă	74
6.4. Rezultate	75
6.5. Discuții	79
6.6. Concluzii	81
7. Studiul 5 – Factori relaționați cu raționamentul clinic – Meta-analiză	83
7.1. Introducere	83
7.2. Obiective	85
7.3. Material și metodă	85
7.4. Rezultate	92
7.4.1. Rezultate privind relația dintre performanța academică și raționamentul clinic	92
7.4.2. Rezultate privind relația dintre factori cognitivi și raționamentul clinic	95
7.4.3. Rezultate privind relația dintre factori de personalitate/comportament și raționamentul clinic	98
7.5. Discuții	101
7.6. Concluzii	103
8. Concluzii generale	105
9. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei	107
REFERINȚE	109
ANEXE	117

Cuvinte cheie: raționament științific, raționament clinic, alfabetizare științifică, instrument de măsurare, analiza exploratorie, analiza confirmatorie, meta-analiză

INTRODUCERE

Raționamentul științific reprezintă un proces cognitiv complex, bazat pe raționament inductiv, deductiv și mecanisme cauzale, care evoluează pe parcursul educației, odată cu procesele mentale utilizate atunci când formulăm ipoteze, estimăm probabilități, judecăm date științifice sau când suntem implicați în cercetări științifice. Filozofia științei delimitează un sistem de credințe comune pe care oamenii de știință le dețin despre natura fenomenelor. Acest sistem de credințe comune reprezintă fundamentul cercetării științifice și baza alfabetizării științifice a populației.

Lucrarea de față investighează raționamentul științific în diversele etape ale formării în profesiile de sănătate prin explorarea nivelului de alfabetizare științifică al studenților și practicienilor din domeniu, prin construirea, dezvoltarea și validarea unui instrument de măsurare a raționamentului științific în medicină și prin identificarea altor factori individuali care contribuie la performanța clinică. Cercetarea raționamentului științific ca proces esențial în dezvoltarea profesională în profesiile de sănătate este motivată atât de educația medicală bazată pe competențe (EMBC), cât și de medicina bazată pe evidențe (MBE). Educația medicală bazată pe competențe (EMBC) susține dezvoltarea și evaluarea unor competențe și aptitudini de bază pentru viitorii practicieni, printre care au fost specificate o serie de competențe specifice subsumate raționamentului științific (ex. aplicarea raționamentului cantitativ – numeric în luarea deciziilor clinice, aplicarea cunoștințelor de metodologie științifică și înțelegerea procesului de descoperire a cunoștințelor medicale, integrarea cunoștințelor științifice de bază în raționamentul clinic). Aceste competențe au oferit structura instrumentului de măsurare care a fost dezvoltat pentru a cuantifica nivelul raționamentului științific pe parcursul formării profesionale. Ultima secțiune a acestei lucrări tratează multitudinea de factori individuali care pot influența raționamentul clinic.

CONTRIBUȚIA PERSONALĂ

Studiul 1 – Studiu exploratoriu privind atitudinile față de știință și alfabetizarea științifică în profesiile de sănătate

Obiective

Cercetarea de față a avut drept obiective majore cuantificarea nivelului de alfabetizare științifică prin evaluarea cunoștințelor științifice în raport cu consensul științific și explorarea atitudinilor pro-știință în opoziție cu scepticismul față de știință în rândul studenților și practicienilor aflați la începutul carierei în domeniul Sănătate. De asemenea, având drept fundament literatura privind educația științifică la nivel preuniversitar și universitar, cercetarea de față a investigat relația dintre nivelul de alfabetizare științifică și atitudinile față de știință, precum și posibilele diferențe existente între studenți și practicieni.

Material și metodă

Studiul a fost realizat în perioada 1-31 martie 2016, prin intermediul unei platforme pentru sondaje online, de tip panel, cu acces la aproximativ 100.000 de respondenți din 22 de județe din România, din care 41,28% sunt bărbați și 51,79% femei. Potențiali respondenți cu vârste cuprinse între 18 și 25 de ani sunt 16,73% și cu vârste între 25 și 35 de ani, 47,85%. 90% din respondenți provin din mediul urban, în timp ce 10% provin din mediul rural. Studiul a fost realizat cu ajutorul unui eșantion alcătuit din 166 de respondenți cu profesii în domeniul Sănătate, din totalul de 2310 participanți care au îndeplinit criteriile pentru studiu (18-35 ani, ultima școală absolvită – minimum nivel liceal).

Eșantionul de 166 de respondenți care activează în domeniul Sănătate, cu vârsta cuprinsă între 18 și 35 de ani, a fost compus din studenți în proporție de 57% (N=94) și practicieni în proporție de 43% (N=72). Domeniile de activitate cuprinse în studiu au fost următoarele: Medicină (43%), Asistență medicală (30%), Farmacie (19%) și Medicină Dentară (8%).

În vederea investigării nivelului de alfabetizare științifică și explorării atitudinilor față de știință, a fost elaborat un chestionar structurat pe următoarele dimensiuni principale: *atitudini generale față de știință* (10 itemi), *fenomene pseudoștiințifice* (10 itemi), *integrarea științei/pseudoștiinței în sistemul de valori și credințe* (11 itemi), *atitudini specifice în sănătate și medicină* (15 itemi) și *înțelegerea metodei științifice* (5 itemi).

Concluzii

1. Nivelul de alfabetizare științifică a studenților și profesioniștilor din domeniul Sănătate este semnificativ peste media populației.
2. Există o corelație slabă/moderată între nivelul de alfabetizare științifică și atitudinile față de știință/integrarea științei în propriul sistem de valori și credințe.
3. Există o corelație ridicată între integrarea științei în propriul sistem de valori și credințe și atitudinile față de aspecte controversate din domeniul Sănătate.
4. Scorul total obținut de către practicieni este semnificativ mai ridicat în comparație cu scorul total obținut de către studenți.
5. Studenții arată atitudini mai puțin favorabile față de știință/integrarea științei în propriul sistem de valori și credințe decât practicienii.

Studiul 2 – Studiu-pilot pentru construirea și dezvoltarea unui instrument de măsurare a raționamentului științific în educația medicală

Obiective și ipoteze de cercetare

Obiectivul major al cercetării de față este evaluarea conținutului itemilor construiți în prima fază de dezvoltare a instrumentului de măsurare a raționamentului științific în medicină. Prin pilotarea instrumentului se urmărește extragerea unui număr de itemi care prezintă validitate crescută și care pot fi ulterior administrați pentru a

măsura raționamentul științific în medicină. Astfel, ipotezele pe care se bazează studiul-pilot pentru construirea și dezvoltarea instrumentului de măsurare a raționamentului științific în educația medicală (RSM) sunt următoarele: conținutul itemilor formulați contribuie în mod semnificativ la explicarea varianței RSM; scorul total RSM diferă în mod semnificativ în funcție de etapa profesională de formare în medicină.

Material și metodă

Dezvoltarea instrumentului Raționamentul Științific în Medicină (RSM) a presupus inițial generarea unei liste de aptitudini-cheie, care a inclus competențele cognitive științifice de bază și aptitudinile de cercetare științifică aplicată în cercetarea biomedicală și mediul clinic. Structura instrumentului a inclus 2 dimensiuni majore; prima dimensiune a încorporat 5 subdimensiuni, în timp ce a doua a fost compusă din 8 subdimensiuni. Raționamentul științific de bază a fost considerat a include înțelegerea procesului de cercetare științifică, capacitatea de argumentare, aptitudini de măsurare și cuantificare, abilitatea de a construi silogisme și analogii. Prima versiune a instrumentului a inclus 20 de itemi cu răspuns multiplu, cu 5 variante posibile de răspuns, care au fost elaborați și ajustați gradual, conform unui proces de revizuire și au fost considerați adecvați pentru faza de pretestare. Ulterior, analiza individuală a itemilor și rezultatele testelor statistice a condus la păstrarea a 10 itemi.

Eșantionul utilizat pentru pilotarea instrumentului (faza I a cercetării) Raționamentul științific în medicină (RSM) a inclus 60 de participanți din cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca, dintre care 47 au fost de gen feminin (78%) și 13 de gen masculin (22%). Eșantionul a cuprins 30 de studenți nivel licență ai programului Medicină (33%), 28 de studenți-doctoranzi (47%) și 12 clinicieni cu diplomă de doctor (20%). Colectarea datelor a avut loc în perioada 15.02-21.02.2015.

Concluzii

1. Pilotarea instrumentului de măsurare a raționamentului științific în medicină (RSM) a permis reținerea a 10 itemi pentru dezvoltare și validare ulterioară
2. Conținutul celor 10 itemi reținuți contribuie în proporție de 29% la explicarea varianței RSM.
3. Instrumentul a permis identificarea unor diferențe semnificative în nivelul raționamentului științific între studenți nivel licență și clinicieni (cu titlu de doctor).

Studiul 3 – Explorarea și validarea instrumentului de măsurare a raționamentului științific în educația medicală

Obiective și ipoteze de cercetare

Obiectivele specifice ale studiului sunt dezvoltarea și validarea instrumentului de măsurare construit în studiul-pilot și identificarea traseul evolutiv al raționamentului științific pe parcursul formării în medicină. Pe baza direcțiilor de cercetare în cogniția medicală, am formulat următoarele ipoteze: dezvoltarea raționamentului științific, de la

novice la expert, urmează un traseu predispus efectului „intermediar” (scăderea performanței în faza intermediară); indivizii care se bazează mai mult pe un stil cognitiv rațional-analitic demonstrează un nivel mai ridicat al raționamentului științific, excepție făcând clinicienii care prezintă tendințe mai pronunțate spre un tip de raționament intuitiv; scorul total RSM diferă în mod semnificativ în funcție de etapa profesională de formare în medicină.

Material și metodă

Faza de revizuire a constat în administrarea instrumentului cu cei 10 itemi revizuiți, împreună cu teste și scale a căror validitate a fost dovedită în studii precedente (Testul de reflecție cognitivă, Scala nevoii de cogniție și Scala credinței în intuiție – NFC-FI); în același timp, următoarele variabile au fost incluse în design-ul de cercetare: nivelul profesional/academic, vârsta și interesul pentru cercetarea biomedicală. Interesul pentru cercetarea biomedicală a fost evaluat pe o scală Likert cu 5 trepte (de la 1 - interes foarte scăzut, la 5 – interes foarte ridicat).

Dimensiunea eșantionului pentru revizuirea instrumentului (faza II a cercetării) Raționamentul științific în medicină instrument (RSM) a cuprins 209 studenți și clinicieni din cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca, cu 98 participanți de gen feminin (47%) și 111 participanți de gen masculin (53%). Dintre participanți, 152 au fost studenți nivel licență (73%), 40 de studenți-doctoranzi (19%), care dețin în același timp o poziție clinică (spre exemplu, rezidenți) și 16 clinicieni, fără diplomă de doctor (8%). Studenții nivel licență au fost mai departe clasificați în trei cohorte: studenți anul I și II (N = 31, 15%), studenți anul III (N = 53, 25%), studenți anii IV-VI (N = 68, 33%). Grupele de vârstă au inclus 123 de participanți (59%) cu vârste cuprinse între 18 și 24 de ani, 55 participanți (26%) cu vârste cuprinse între 25 și 30 de ani și 31 participanți (15%) cu vârste cuprinse între 31 și 45 de ani. Invitațiile de participare la studiu au fost trimise pe adresele personale de email, obținute din baza de date a universității, în cazul studenților nivel licență și a studenților-doctoranzi. Clinicienii au fost contactați atât prin intermediul adresele personale de email, cât și în cadrul unor vizite în spitale din Municipiul Cluj-Napoca. Colectarea datelor a avut loc în perioada 24.05.-08.06.2016.

Concluzii

1. După prima fază de revizuire, cei 10 itemi contribuie în proporție de 47% la explicarea varianței RSM.
2. RSM a permis confirmarea „efectului intermediar” (scăderea performanței în faza intermediară) pe parcursul traseului de la novice la expert.
3. Indivizii care se bazează mai mult pe un stil cognitiv rațional-analitic de procesare informațională prezintă un nivel mai ridicat de raționament științific
4. Indivizii care reflectă mai mult asupra problemelor prezintă un nivel mai ridicat de raționament științific.
5. Scorul total RSM diferă în mod semnificativ în funcție de etapa profesională de formare în medicină.

6. Vârsta, reflecția cognitivă și stilul cognitiv rațional-analitic prezic raționamentul cantitativ-numeric de bază în proporție de 39%.
7. Reflecția cognitivă, nivelul de expertiză medicală și interesul în cercetarea biomedicală prezic raționamentul complex aplicat în cercetare în proporție de 46%.

Studiul 4 – Confirmarea validității instrumentului de măsurare a raționamentului științific în educația medicală

Obiective și ipoteze de cercetare

Obiectivul major al celui de-al treilea studiu de validare a instrumentului de măsurare a raționamentului științific în medicină (RSM) este confirmarea modelului factorial pentru RSM cu cei doi factori identificați în studiul precedent – Raționamentul cantitativ-numeric de bază (RCB) și Raționamentul științific în cercetarea biomedicală (RSC). Totodată, s-a urmărit evaluarea validității și fidelității instrumentului prin administrarea lui după cea de-a doua fază de revizuire și îmbunătățire a acestuia. Astfel, ipotezele cercetării de față sunt următoarele: cele două componente ale modelului factorial RSM explică în mod semnificativ varianța scorurilor globale; fiecare factor este prezis în mod semnificativ de o combinație distinctă de variabile.

Material și metodă

Studiul a reprezentat faza a treia de dezvoltare a instrumentului de măsurare și s-a focalizat pe readministrarea instrumentului RSM după reformularea itemilor 2 și 7, asociați factorului RCB, care au dovedit valori mai scăzute în cadrul analizei factoriale exploratorii din cadrul studiului al doilea (*Item 2. Utilizarea reprezentărilor grafice pentru datele de cercetare, Item 7. Estimarea semnificativității rezultatelor de cercetare*).

Cercetarea a inclus un eșantion de 235 de participanți (48% femei, 52% bărbați), dintre care din 36 au fost studenți anii I și II (15%), 51 au fost studenți anul III (22%), 66 au fost studenți anii IV-VI (28%), 54 au fost studenți nivel postuniversitar care dețin o poziție clinică (ex. rezidenți; 23%) și 28 de clinicienii (12%). Categoriile de vârstă incluse în cercetare au fost următoarele: 18-24 de ani (52%), 25-30 de ani (27%), 31-36 de ani (16%) și 37-45 de ani (5%). În cazul studenților nivel licență și a studenților nivel postuniversitar, invitațiile de participare la studiu au fost trimise pe adresele personale de email, obținute din baza de date a universității. Clinicienii au fost contactați atât prin intermediul adresele personale de email, cât și în cadrul unor vizite în spitale din Municipiul Cluj-Napoca. Colectarea datelor a avut loc în perioada 31.10-21.11.2016.

Colectarea datelor a inclus atât readministrarea RSM, cât și a testelor/scalelor cu ajutorul cărora s-au identificat relații semnificative de asociere – CRT (Cognitive Reflection Test), NFC (Need for Cognition), ICB (Interes pentru cercetarea biomedicală). Scala FI (Faith in Intuition) nu a mai fost utilizată în cea de-a treia fază de validare a instrumentului RSM.

Concluzii

1. După a doua fază de revizuire, conținutul celor 10 itemi contribuie în proporție de 55% la explicarea varianței RSM.
2. Modelul RSM cu doi factori – Raționamentul cantitativ-numeric de bază (RCB) și Raționamentul științific în cercetarea biomedicală (RSC) prezintă validitate de construct, validitate convergentă și fidelitate.
3. Modelul causal bazat pe structura cu doi factori a permis confirmarea nivelului de expertiză, interesului pentru cercetarea biomedicală, vârstei și capacității de reflecție precum factori care influențează raționamentul științific.

Studiul 5 – Factori relaționați cu raționamentul clinic – Meta-analiză

Obiective

Obiectivul meta-analizei este de a evalua și discuta rezultate ale studiilor care investighează factori asociați cu performanța clinică și raționamentul clinic. Cercetarea urmărește identificarea categoriilor de factori asociați și cuantificarea mărimii efectului în cazul fiecărei categorii în parte.

Material și metodă

Strategia de căutare a articolelor a inclus bazele de date PubMed, ScienceDirect, PsychInfo și Google Scholar. Cuvintele cheie au fost alese în așa fel încât să cuprindă diversitatea factorilor cognitivi și non-cognitivi asociați performanței în practica clinică, precum și toate profesiile de sănătate. Căutarea în bazele de date online a inclus combinarea cuvintelor cu ajutorul operatorilor booleeni „AND” și „OR”, pentru a extinde aria de căutare. Screening-ul și selecția articolelor identificate în prima fază de căutare a bazelor de date a inclus evaluarea preliminară a articolelor conform unor criterii prestabilite. Procesul de selecție s-a realizat conform recomandărilor standard pentru meta-analize (Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses – PRISMA). Un total de 34 de corelații au fost analizate (33 studii), dintre care 14 au indicat valori ale gradului de asociere dintre performanță academică și raționamentul clinic (PA-PC), 11 au indicat valori ale gradului de asociere dintre factori cognitivi și raționamentul clinic (FC-PC), iar 9 au indicat valori ale gradului de asociere dintre factori de personalitate/ comportament și raționamentul clinic (FPC-PC). Numărul total de participanți la studiile incluse în meta-analiză a fost 7184 (2777 - PA-PC; 2660 - FC-PC; 1747 - FPC-PC). 25 din studiile analizate au inclus participanți din domeniul Medicină, 5 din domeniul Medicină Dentară, 2 din domeniul Asistență Medicală și 1 din domeniul Farmacie.

Concluzii

1. Performanța academică explică varianța performanței clinice în proporție de 11%.
2. Factorii cognitivi explică varianța performanței clinice în proporție de 20%.

3. Factorii de personalitate/comportament explică variația performanței clinice în proporție de 5%.
4. Aptitudinile de rezolvare a problemelor, raționamentul moral, auto-reflecția, capacitatea de analiză și gândirea critică sunt factori cognitivi asociați semnificativ cu performanța clinică.

Concluzii generale

Lucrarea de față a investigat raționamentul științific în diversele etape ale formării în profesii de sănătate prin explorarea nivelului de alfabetizare științifică al studenților și practicienilor din domeniul Sănătate, prin construirea, dezvoltarea și validarea unui instrument de măsurare a raționamentului științific în medicină și prin identificarea altor factori individuali care contribuie la performanța clinică. Prin operaționalizarea și măsurarea raționamentului științific, s-a propus o metodă de evaluare validă a acestui proces, care a putut fi utilizată pentru a trasa diferite stadii de expertiză clinică.

Cercetările au relevat totodată asocieri semnificative cu alte constructe cognitive și predicția celor două componente ale raționamentului științific, raționamentul cantitativ-numeric și raționamentul complex. Rezultatele au relevat faptul că indivizii care se bazează mai mult pe un stil cognitiv rațional-analitic și care reflectă mai intens asupra problemelor prezintă un nivel mai ridicat de raționament științific.

Rezultatele meta-analizelor au plasat factorii cognitivi ca având valoarea explicativă cea mai ridicată pentru variația performanței clinice, în comparație cu celelalte două categorii (performanța academică, factori de personalitate). Dintre factorii cognitivi asociați, aptitudinile de rezolvare a problemelor, raționamentul moral, auto-reflecția, capacitatea de analiză și gândirea critică par a fi cei cu potențial explicativ.

Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei

Contribuțiile inovative ale cercetărilor prezentate în lucrarea de față pot fi analizate în relație cu două direcții importante de cercetare care abordează aspect-cheie privind dezvoltarea raționamentului științific în educația medicală. Prima linie de cercetare se referă la cogniția medicală și factori cognitivi care contribuie la expertiza clinică, în timp ce a doua linie de cercetare se referă la provocările privind evaluările educaționale pe parcursul formării medicale, în contextul eforturilor naționale continue de îmbunătățire a curriculumului.

În raport cu prima direcție de cercetare, contribuțiile inovative ale studiilor de față constau în identificarea unor discrepanțe între nivelul de alfabetizare științifică și aptitudinile față de știință, în generarea și validarea unui set de aptitudini subsumate raționamentului științific și în revizuirea factorilor psihologici asociați performanței clinice. Totodată, originalitatea studiilor constau în identificarea rolului reflecției și auto-reflecției ca factori deosebit de importanți atât pentru dezvoltarea raționamentului științific, cât și pentru dezvoltarea raționamentului clinic.

În raport cu a doua direcție de cercetare, contribuțiile inovative ale studiilor de față constau în construirea și validarea unui instrument de măsurare a raționamentului științific, care poate fi aplicat în diferite etape de formare în pregătirea profesională

pentru a cuantifica competențe-cheie pentru viitorii practicieni. Evaluarea aptitudinilor în cadrul unei educații medicale bazate pe competențe este esențială pentru dezvoltarea profesională a viitorilor medici. Constatările privind validitatea itemilor dezvoltați pentru a evalua competențe cognitive esențiale demonstrează contribuția instrumentului de măsurare la educația medicală și faptul că acesta poate fi administrat în mod precis la scală națională.

Originalitatea lucrării de față poate fi judecată prin raportare la includerea competențelor de raționament științific precum competențe de bază pentru viitorul practician, prin investigarea relației dintre raționament științific și raționament clinic și prin introducerea instrumentului de măsurare ca metodă validă de cuantificare a acestor competențe.

ABSTRACT OF THE DOCTORAL THESIS

Scientific reasoning in the various stages of training in the health professions

Doctoral Candidate Daniela-Luminița Barz

Doctoral Supervisor Prof. Dr. Andrei Achimaș-Cadariu



UMF
UNIVERSITATEA DE
MEDICINĂ ȘI FARMACIE
IULIU HAȚIEGANU
CLUJ-NAPOCA

Contents

INTRODUCTION	11
CURRENT STATE OF KNOWLEDGE	13
1. Conceptualizing scientific reasoning	15
1.1. Defining the concept of scientific reasoning	15
1.2. The main approaches of the study of scientific reasoning	17
1.3. Measuring scientific reasoning - methodological challenges	20
2. The development of scientific reasoning throughout training the health professions	25
2.1. Scientific reasoning in the context of current paradigms in medicine	25
2.2. Curricular trends and the development of research skills	27
3. The role of scientific reasoning medical decision	31
3.1. The relationship between scientific reasoning and clinical judgment	31
3.2. Reasoning and decision in the health professions	33
4. Future directions	37
PERSONAL CONTRIBUTION	39
1. Working hypotheses/objectives	41
2. General methodology	41
3. Study 1 – Exploratory study on attitudes towards science and scientific literacy in the health professions	43
3.1. Introduction	43
3.2. Objectives	44
3.3. Material and method	44
3.4. Results	46
3.5. Discussion	48
3.6. Conclusions	49
4. Study 2 – Pilot study for building and developing an instrument to measure scientific reasoning in medical education	51
4.1. Introduction	51
4.2. Objectives and research hypotheses	52
4.3. Material and method	52
4.4. Results	54
4.5. Discussion	56
4.6. Conclusions	57

5. Study 3 – Exploration and validation of the instrument for measuring scientific reasoning in medical education	59
5.1. Introduction	59
5.2. Objectives and research hypotheses	60
5.3. Material and method	60
5.4. Results	63
5.5. Discussion	69
5.6. Conclusions	71
6. Study 4 – Confirming the validity of the instrument for measuring scientific reasoning in medical education	73
6.1. Introduction	73
6.2. Objectives and research hypotheses	74
6.3. Material and method	74
6.4. Results	75
6.5. Discussion	79
6.6. Conclusions	81
7. Study 5 – Psychological factors related to clinical judgment – A Meta-analysis	83
7.1. Introduction	83
7.2. Objectives	85
7.3. Material and method	85
7.4. Results	92
7.4.1. Results regarding the relationship between academic performance and clinical reasoning	92
7.4.2. Results regarding the relationship between cognitive factors and clinical reasoning	95
7.4.3. Results regarding the relationship between personality/behavioral and clinical reasoning	98
7.5. Discussion	101
7.6. Conclusions	103
8. General conclusions	105
9. Originality and innovative contributions of the thesis	107
REFERENCES	109
ANNEXES	117

Key words: scientific reasoning, clinical judgment, scientific literacy, measuring instrument, exploratory analysis, confirmatory analysis, meta-analysis

INTRODUCTION

Scientific reasoning is a complex cognitive process based on inductive, deductive reasoning, and causal mechanisms that evolve during education, along with the mental processes used when formulating hypotheses, estimating probabilities, judging scientific data, or when involved in scientific research. The philosophy of science defines a system of common beliefs that scholars hold about the nature of phenomena. This system of shared beliefs is the foundation of scientific research and the basis of the scientific literacy of the population.

This paper investigates scientific reasoning in the various stages of training in the health professions by exploring the level of scientific literacy of students and practitioners in the field by building, developing and validating a tool for measuring scientific judgment in medicine and identifying other individual factors contributes to clinical performance. Research on scientific reasoning as a key process in professional development in health care professions is motivated by both competency-based medical education (CBME) and evidence-based medicine (EBM). Competency-based medical education (CBME) supports the development and assessment of basic skills and aptitudes for future practitioners, including a set of specific competences for scientific reasoning (eg quantitative and numerical reasoning in clinical decision making, application of knowledge of scientific methodology and understanding of the process of discovery of medical knowledge, integration of basic scientific knowledge into clinical judgment). These competences have provided the structure of the measurement instrument that has been developed to quantify the level of scientific reasoning during professional training. The last section of this paper addresses the multitude of individual factors that can influence clinical judgment.

PERSONAL CONTRIBUTION

Study 1 – Exploratory study on attitudes towards science and scientific literacy in the health professions

Objectives

This research has as major objectives quantifying the level of scientific literacy by assessing scientific knowledge in relation to scientific consensus and exploring

pro-science attitudes in opposition to skepticism towards science among students and practitioners at the beginning of their careers in the field of Health. Also, based on the literature on pre-university and university science education, this research investigated the relationship between the level of scientific literacy and attitudes towards science, as well as the possible differences between students and practitioners.

Material and method

The study was conducted between March 1-31, 2016, through a panel-based online survey platform with access to approximately 100,000 respondents from 22 counties in Romania, of which 41.28% are men and 51.79 % women. Potential respondents aged 18 to 25 are 16.73% out of the total panel and 47.85% aged between 25 and 35 years. 90% of respondents come from urban areas, while 10% come from rural areas. The study was conducted with the help of a sample of 166 respondents with health professions, out of a total of 2310 participants who met the criteria for the study (18-35 years, the last graduated school - minimum high school level).

The sample of 166 respondents in healthcare, aged 18 to 35, was composed of 57% (N = 94) students and 43% (N = 72) practitioners. The fields of activity included in the study were: Medicine (43%), Healthcare (30%), Pharmacy (19%) and Dentistry (8%).

In order to investigate the level of scientific literacy and the exploration of attitudes towards science, a structured questionnaire was developed on the following main dimensions: general attitudes towards science (10 items), pseudo-scientific phenomena (10 items), the integration of science / pseudo-science into personal value system and beliefs (11 items), specific attitudes in health and medicine (15 items) and understanding of the scientific method (5 items).

Conclusions

1. The level of scientific literacy of students and health professionals is significantly above population average.
2. There is a weak / moderate correlation between the level of scientific literacy and attitudes towards science / integration of science into one's own system of values and beliefs.
3. There is a high correlation between integrating science into one's own system of values and beliefs and attitudes towards controversial health issues.
4. The total score obtained by practitioners is significantly higher compared to the total score obtained by the students.

5. Students show less favorable attitudes towards science / integrating science into their own system of values and beliefs than practitioners.

Study 2 – Pilot study for building and developing an instrument to measure scientific reasoning in medical education

Objectives and research hypotheses

The main objective of the present research is to evaluate the content of the items built in the first phase of development of the instrument for measuring the scientific reasoning in medicine. Piloting the tool allows the extraction of a number of items that display higher validity indices and can subsequently be administered to measure scientific reasoning in medicine. Thus, the hypotheses on which the pilot study for building and developing the Scientific Reasoning in Medicine instrument (RSM) is based are as follows: the content of the formulated items contributes significantly to the explanation of RSM variance; the overall RSM score differs significantly depending on the level of professional expertise in medicine.

Material and method

The development of the Scientific Reasoning in Medicine (RSM) tool initially implied the generation of a key skill list that included the core scientific cognitive skills and scientific research aptitudes applied in biomedical research and the clinical environment. The structure of the instrument included 2 major dimensions; the first dimension embedded 5 subdimensions, while the second dimension was composed of 8 subdimensions. Basic scientific reasoning was considered to include understanding of the scientific research process, argumentation ability, measurement and quantification skills, the ability to build syllogisms and analogies. The first version of the tool included 20 multiple-response items, with 5 possible response variants, which were developed and adjusted gradually according to a review process and were considered appropriate for the pre-testing phase. Subsequently, individual item analysis and statistical test results led to the retention of 10 items.

The sample used for piloting the (Phase I of the research) Scientific Reasoning in Medicine instrument included 60 participants from the University of Medicine and Pharmacy "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca, out of which 47 were female (78%) and 13 male (22%). The sample comprised 30 undergraduate students of the Medicine program (33%), 28 doctoral students (47%) and 12 clinicians with a doctoral degree (20%). Data collection took place between 15.02-21.02.2015.

Conclusions

1. Piloting the Scientific Reasoning in Medicine (RSM) instrument has allowed for 10 items to be retained for further development and validation.
2. The content of the 10 retained items accounts for 29% of the overall RSM variance.
3. The instrument allowed the identification of significant differences in the level of scientific reasoning between undergraduate students and clinicians.

Study 3 – Exploration and validation of the instrument for measuring scientific reasoning in medical education

Objectives and research hypotheses

The specific objectives of the study are the development and validation of the measurement instrument built in the pilot study and the identification of the evolutionary course of scientific reasoning during medical training. Based on the research directions in medical cognition, we have formulated the following hypotheses: the development of the scientific reasoning, from the novice to the expert, follows a route predisposed to the "intermediate" effect (decrease of the intermediate performance); individuals that rely more on a rational-analytical cognitive style demonstrate a higher level of scientific reasoning, except for clinicians who have more pronounced tendencies towards a type of intuitive reasoning; the overall RSM score differs significantly according to the level of professional expertise.

Material and method

The review phase consisted of administering the instrument with the 10 revised items, along with tests and scales whose validity was proven in previous studies (Cognitive Reflection Test, Need for Cognition and Faith in Intuition - NFC-FI); At the same time, the following variables have been included in the research design: professional / academic level, age and interest for biomedical research. Interest in biomedical research was evaluated on a 5-step Likert scale (from 1 - very low interest to 5 - very high interest).

Sample size for instrument review (Phase II of the research) included 209 students and clinicians from the University of Medicine and Pharmacy "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca, with 98 female participants (47%) and 111 male participants (53%). Out of the total number of participants, 152 were undergraduate students (73%), 40 doctoral students (19%), who also held a clinical position (for example, residents) and 16 clinicians without a PhD degree (8%). Undergraduate students were further classified into three cohorts: first and second year students (N

= 31, 15%), third year students (N = 53, 25%), fourth through sixth year students (N = 68, 33%). The age groups included 123 participants (59%) aged between 18 and 24 years old, 55 participants (26%) aged between 25 and 30 and 31 participants (15%) aged between 31 and 45 years old. Invitations to participate in the study were sent to personal email addresses obtained from the university's database, for undergraduate students and doctoral students. The clinicians were contacted through their personal email addresses as well as visits to hospitals in Cluj-Napoca. Data collection took place between 24.05.-08.06.2016.

Conclusions

1. After the first review phase, the content of the 10 items accounts for 47% of the total RSM variance.
2. RSM allowed the confirmation of the "intermediate effect" (intermediate stage performance) on the path from novice to expert.
3. Individuals that rely more on a rational-analytical cognitive style of information processing present a higher level of scientific reasoning.
4. Individuals that reflect more on issues have a higher level of scientific reasoning.
5. The overall RSM score differs significantly according to the level of professional expertise.
6. Age, cognitive reflection and rational-analytical cognitive style predict 39% of the quantitative and numerical reasoning.
7. Cognitive reflection, level of medical expertise and interest in biomedical research predict 46% of complex reasoning applied in research.

Study 4 – Confirming the validity of the instrument for measuring scientific reasoning in medical education

Objectives and research hypotheses

The major objective of the third validation study of the Scientific Reasoning in Medicine (RSM) instrument is the confirmation of the factorial model for RSM with the two factors identified in the previous studies - Basic Quantitative Reasoning (RCB) and Complex Scientific Reasoning (CSR). At the same time, it was intended to evaluate the validity and fidelity of the instrument by administering it after the second phase of its review and improvement. Thus, the hypotheses of the present research are the following: the two components of the RSM factorial model explain significantly the variance of global scores; each factor is significantly predicted by a distinct combination of variables.

Material and method

The study was the third phase of development of the measurement instrument and focused on readministering the RSM instrument after the rephrasing of items 2 and 7 associated with the RCB factor, which demonstrated lower values in the exploratory factorial analysis in the second study (Item 2. Using Graphical Representations for Research Data, Item 7. Estimating the Significance of Research Results).

The survey included a sample of 235 participants (48% women, 52% men), of which 36 were students in the first and second year (15%), 51 were third year students (22%), 66 were fourth through sixth year students (28%), 54 were postgraduate students holding a clinical position (eg, 23%) and 28 clinicians (12%). The age categories included in the research were: 18-24 years (52%), 25-30 years (27%), 31-36 years (16%) and 37-45 years (5%). In the case of undergraduate students and postgraduate students, the study invitations were sent to personal email addresses obtained from the University's database. The clinicians were contacted through their personal email addresses as well as visits to hospitals in Cluj-Napoca. Data collection took place between 31.10-21.11.2016.

Data collection included both the readministration of RSM and tests/scales that helped to identify significant cognitive-reflective relationship (CRT), Need for Cognition (NFC), and ICB (Interest in Biomedical Research). The FI (Faith in Intuition) scale was no longer used in the third validation phase of the RSM tool.

Conclusions

1. After the second revision phase, the content of the 10 items accounts for 55% of the total RSM variance.
2. The two-factor RSM model - The Basic Quantitative Rationale (RCB) and Scientific Rationality in Biomedical Research (CRS) has shown construct validity, convergent validity and fidelity.
3. The causal model based on the two-factor structure allowed confirmation of the level of expertise, interest for biomedical research, age and reflectivity as factors influencing scientific reasoning.

Study 5 – Psychological factors related to clinical judgment – A Meta-analysis

Objectives

The objective of the meta-analysis is to evaluate and discuss the results of studies that investigate factors associated with clinical performance and clinical

judgment. The research aims at identifying the categories of associated factors and quantifying the magnitude of the effect for each category.

Material and method

The article search strategy included PubMed, ScienceDirect, PsychInfo, and Google Scholar databases. The keywords were chosen to encompass the diversity of cognitive and non-cognitive factors associated with clinical practice performance as well as all health care professions. Searching in online databases included combining words with boolean operators "AND" and "OR" to expand the search area. The screening and selection of items identified in the first database search phase included the preliminary evaluation of articles according to predefined criteria. The selection process was conducted in accordance with the standard meta-analyzes (PRISMA) recommendations. A total of 34 correlations were analyzed (33 studies), of which 14 indicated values of the degree of association between academic performance and clinical judgment (PA-PC), 11 indicated values of the degree of association between cognitive factors and clinical judgment (FC-PC) and 9 indicated values of the degree of association between personality/behavioral factors and clinical judgment (FPC-PC). The total number of participants in the meta-analysis studies was 7184 (2777 - PA-PC; 2660 - FC-PC; 1747 - FPC-PC). 25 of the analyzed studies included participants from the Medicine field, 5 from the field of Dentistry, 2 from the field of Medical Assistance and 1 from the field of Pharmacy.

Conclusions

1. Academic performance accounts for 11% of clinical performance variance.
2. Cognitive factors account for 20% of clinical performance variance.
3. Personality/behavioral factors account for 5% of clinical performance variance.
4. Problem solving skills, moral reasoning, self-reflection, analytical ability and critical thinking are cognitive factors that are significantly associated with clinical performance.

General conclusions

This paper investigated scientific reasoning in the various stages of training in the health professions by exploring the level of scientific literacy of students and health practitioners through building, developing and validating an instrument for measuring scientific judgment in medicine and identifying other individual factors which contribute to clinical performance. Through the operationalization and measurement of scientific reasoning, a valid evaluation method of this process was proposed, which could be used to trace different levels of clinical expertise.

Research also revealed significant associations with other cognitive constructs and the prediction of the two components of scientific reasoning, quantitative and numerical reasoning and complex reasoning. The results have revealed that individuals who rely more on a rational-analytical cognitive style and who have an inclination for self-reflection/cognitive reflection present a higher level of scientific reasoning.

The results of the meta-analyses have placed cognitive factors as having the highest explanatory value for the variance of clinical performance, compared to the other two categories (academic performance, personality factors). Of the associated cognitive factors, problem solving skills, moral reasoning, self-reflection, analytical ability and critical thinking seem to be those with explanatory potential.

Originality and innovative contributions of the thesis

The innovative contributions of the research presented in this paper can be analyzed in relation to two important research directions that address key issues in developing scientific judgment in medical education. The first line of research refers to medical cognition and cognitive factors that contribute to clinical expertise, while the second research line addresses the challenges of educational assessments during medical training in the context of ongoing national efforts to improve curricula.

In relation to the first research direction, the innovative contributions of the present studies consist of identifying discrepancies between the level of scientific literacy and attitudes towards science, in generating and validating a set of skills underlying the scientific reasoning and in reviewing the psychological factors associated with clinical performance. At the same time, the originality of the studies consist in identifying the role of reflection and self-reflection as particularly important factors both for the development of scientific reasoning and for the development of clinical reasoning.

In relation to the second research direction, the innovative contributions of the present studies are the construction and validation of a scientific judgment measurement tool that can be applied at different stages of training to quantify key competencies for future practitioners. Assessing skills in competence-based health education is essential for the professional development of future physicians. Findings on the validity of items developed to assess essential cognitive skills demonstrate the contribution of the measurement instrument to health education and the fact that it can be administered accurately on a national scale.

The originality of this paper can be judged by reference to the inclusion of scientific reasoning competences as core competencies for the future practitioner by investigating the relationship between scientific reasoning and clinical reasoning and

by introducing the measurement instrument as a valid method of quantifying these competences.