

C. Oprean (ed.), L. Vințan ș.a. – *Metode și tehnici ale cunoașterii științifice*, subcap. 3.5.1, 3.5.4.4, 3.5.6, (16 pagini) - elaborate de L. Vințan, Editura Universității “L. Blaga”, ISBN (10) 973-739-284-1, Sibiu, 2006

Scrierea și valorificarea publicațiilor științifice

Lucian N. VINȚAN

Axiologia cercetării științifice prin abordări scientometrice

Scopul principal al cercetării constă în dobândirea cunoașterii științifice, cu beneficii incomensurabile asupra culturii și civilizației umane. Este important ca această cunoaștere să fie stocată în cadrul unei literaturi științifice instituționalizate, în scopul regăsirii și utilizării eficiente a variilor cunoștințe dobândite de-a lungul timpului. Literatura științifică este compusă în esență din cărți (în special tratate și monografii), articole publicate în reviste, rapoarte de cercetare, memoriile unor conferințe științifice (*proceedings*), teze de doctorat, brevete de invenție, granturi de cercetare (rapoartele științifice aferente) etc [Vin06]. Există studii care arată că, actualmente, această formă instituționalizată de valorificare a cunoașterii, numită generic literatură științifică, reprezintă o reflectare obiectivă și relevantă a activităților de cercetare desfășurate la nivel mondial. Prin procesarea statistică a informațiilor, pe baza unor metode scientometrice, se pot obține abordări consistente privind politica științei, inclusiv în domeniul luării deciziilor din domeniul managementului cercetării [Bra99]. Scientometria (*Scientometry, Science-Metrics-Methods*) este o disciplină relativ recentă al cărei principal scop este acela de a evalua pe baze științifice calitatea lucrărilor de cercetare. Lucrările științifice sunt publicate doar după o riguroasă recenzie, realizată de experți în domeniu (*peer review*). De menționat că primele evaluări scientometrice ale cunoașterii științifice, în baza unor indicatori, au fost implementate în SUA în anii ‘70. Astfel, în 1972, președintele organizației guvernamentale *National Science Board* din SUA a trimis raportul intitulat *Science Indicators* președintelui R. Nixon împreună cu o scrisoare însoțitoare din care cităm (reproducem preluat din [Fra05]): “...prezentăm primele rezultate ale unui nou efort inițiat în scopul dezvoltării unor indicatori privind starea științei, ca instituție, în SUA... Dacă astfel de indicatori vor putea fi dezvoltați în anii care urmează, ei ne pot ajuta să îmbunătățim alocarea și managementul resurselor pentru știință și tehnologie pentru a ghida cercetarea națiunii noastre către căile ce vor recompensa cel mai mult societatea noastră...” Este deci important să se dea răspunsuri cât mai clare la întrebări esențiale privind cercetarea științifică precum: care instituții sau autori produc lucrările cele mai citate dintr-un domeniu? Care cercetări influențează cel mai mult un domeniu? Unde se află instituția mea în ierarhizarea instituțiilor celor mai valoroase? Dar eu, ca cercetător individual? Etc.

Măsurarea calității științei dintr-o țară este complicată și impune criterii cantitative și calitative de apreciere precum numărul laureaților premiilor *Nobel* din țară, publicarea de articole în reviste de prestigiu la nivel mondial, numărul de brevete de invenție înregistrate raportat la numărul de locuitori, frecvența citărilor, numărul centrelor de excelență acreditate etc. În [Poe18] se citează o opinie instituțională care consideră că o lucrare având peste 500 de citări este renumită (*renowed*), între 250-499 de citări este faimoasă (*famous*), între 100-249 de citări este foarte binecunoscută, între 50-99 de citări este binecunoscută, între 10-49 de citări este cunoscută, între 1-9 citări este puțin cunoscută și cu 0 citări este necunoscută. Actualmente, cea mai importantă bază de date scientometrică este deținută de către prestigioasa organizație *ISI Thomson - Institute of Scientific Information* (Institutul pentru

procesarea informației științifice), cu sediul în SUA, la *Philadelphia*. ISI indexează astăzi circa 13.000 de reviste periodice din toate domeniile științei, considerate ca fiind cele mai valoroase și reprezentând fluxul principal de publicații (*mainstream journals*). Lista revistelor indexate ISI se găsește și pe internet la adresa <http://scientific.thomson.com/mjl/>. Se apreciază că aceste reviste indexate comunică circa 90% din noutățile cu adevărat valoroase, care influențează direct progresul științific și tehnologic al societății globale. Se estimează la circa 150.000 numărul revistelor științifice care apar la nivel mondial. ISI procesează referințele tuturor lucrărilor oferind deci posibilitatea urmării propagării informației științifice și a corelațiilor existente [Fra05].

Un indicator scientometric important este așa-numitul index de activitate (*activity index*, abreviat AI). Prin definiție, $AI = F1/F2$, unde **F1** = procentajul lucrărilor științifice publicate, elaborate într-o țară și focalizate pe un anumit domeniu (D), raportat la numărul total al lucrărilor științifice elaborate și publicate în acea țară, iar **F2** = procentajul de lucrări publicate într-un anumit domeniu (D) la nivel mondial, raportat la numărul total al lucrărilor științifice publicate la nivel mondial. În aceste condiții se definește așa-numitul indicator de specializare relativă (*Relative Specialisation Index*, RSI) ca fiind: $RSI = (AI-1)/(AI+1)$, semnificând gradul de acoperire la nivel național a tendinței mondiale care caracterizează cercetarea într-un domeniu dat (D). În acest sens s-au definit 8 domenii tari ale cercetării științifice, caracterizate de maturitate științifică și metodologică: medicină clinică, biomedicină, biologie, chimie, fizică, matematică, inginerie și respectiv științele pământului și ale spațiului cosmic. Din definierea indicatorului RSI, se observă că acesta aparține intervalului [-1, 1). Un $RSI = -1$ ($AI=0$) indică faptul că domeniul respectiv nu este cercetat pe plan național, în timp ce un $RSI \rightarrow 1$ ($AI \rightarrow +\infty$) indică faptul că respectivul domeniu este cercetat extrem de activ în acea țară, practic “infini” mai mult decât pe plan mondial. $RSI > 0$ indică o preocupare sub nivelul mondial mediu pe un anumit domeniu, în timp ce $RSI < 0$, una peste nivelul mondial mediu. Desigur că, fiecare țară, sau, mai nou, uniune statală, își elaborează o strategie proprie de cercetare-dezvoltare-inovare (CDI), funcție de condițiile și interesele specifice. Aceste strategii pe termen lung în domeniul CDI au la bază așa-numitele exerciții de *foresight*. Termenul de *foresight* desemnează o investigație prospectivă care are în vedere o perioadă mai mare de 10 ani, depășind deci orizontul mai determinist al planificării. Printr-o asemenea cercetare, multidisciplinară în general, se analizează tendințele științifice și tehnologice, identificându-se acele domenii care ar putea produce cele mai mari beneficii sociale și economice pentru țara respectivă. În consecință, se creează posibilitatea de a se lua decizii mai eficiente pentru viitorul dezvoltării cercetării științifice [CNC05]. În acest sens spre exemplu, Uniunea Europeană utilizând astfel de metodologii, și-a definit domeniile predilecte de cercetare, finanțate prioritar prin programele cadru FP6 respectiv FP7, care asigură bugete consistente pe bază de competiție la nivel european (v. <http://fp6.cordis.lu/>, www.cordis.lu/fp7/). Analog se întâmplă lucrurile și în SUA, unde organisme guvernamentale puternice finanțează pe baza unor competiții extrem de dure din punct de vedere științific, creația și cunoașterea (*National Scientific Foundation*, NASA, DARPA – Departamentul de Cercetare Avansată al Apărării etc.)

Revenind la elementele de scientometrie, un alt indicator clasic, foarte utilizat, destinat măsurării impactului unei publicații științifice periodice este rata medie de citare (*Mean Citation Rate*, MCR), măsurată în [numărul de citări / numărul de lucrări publicate]. Dacă, în particular, se consideră numărul de lucrări publicate într-o revistă științifică pe o perioadă de 2 ani și respectiv numărul de citări al acestora pe anul imediat următor, MCR devine așa-numitul factor de impact al revistei respective (*Impact Factor*, IF). Altfel spus, IF reprezintă numărul mediu de citări / articol, fiind utilizat, într-o perspectivă markoviană, și ca indicator

de expectație a fertilității științifice pentru acea revistă. Indicatorul IF este utilizat în măsurarea fertilității științifice și, evident, diferă de la caz la caz, funcție de domeniile la care se referă, de calitatea globală a revistei etc. Nu permite comparări directe între domenii, acestea având factori de impact foarte diferiți. ISI calculează pentru fiecare revistă un indicator IF mediu, reprezentând media aritmetică a IF-urilor pe toți anii anterior monitorizați (*Average Journal Impact Factor*), precum și deviația de la IF mediu a IF-ului pe anul în curs. Există și critici care pun în discuție perioadele prea scurte ale contorizării IF (întrucât, spre exemplu, un articol extrem de fertil, este citat frecvent, zeci de ani în continuu; indicatorul IF mediu ar agrega totuși inclusiv asemenea comportamente pe termen lung). Oricum, este evident că publicațiile cu IF ridicat atrag multe citări. Se produce chiar un așa-numit “efect magnetic” în virtutea căruia un autor care a publicat într-o revistă cu factor de impact mare, obține ulterior rate mari de citare chiar și pentru articole publicate în reviste mai modeste [Bra04]. În continuare, notăm cu N = numărul de publicații științifice ISI dintr-un anumit domeniu și cu n = locul pe care-l ocupă respectiva publicație în cadrul celor N existente în domeniu, în ordinea descrescătoare după factorul de impact IF atașat. Se definește “gradul relativ de calitate” al revistei (JRK, *Journal Rank*), după formula $JRK = 1 - (n-1)/N$, evident JRK aparținând intervalului $[1/N, 1]$. Așadar un JRK=1 ($n=1$) semnifică o revistă de top în timp ce un JRK=1/N ($n=N$) semnifică o revistă situată la coada clasamentului. Spre exemplu, un JRK=0.52 într-un anumit an, semnifică faptul că 52% din revistele ISI ale aceluși domeniu au un IF mai mic sau egal cu cel al revistei respective (mai plastic spus, 52% din revistele domeniului sunt de mai slabă calitate decât ea). ISI calculează și dă anual publicității factorul de impact și gradul relativ de calitate JRK, pentru fiecare revistă din baza sa de date (www.isinet.com). În concluzie, IF mediu și JRK sunt indicatori extrem de folosiți în estimarea calității unei publicații științifice. Este recomandabil ca în lista de lucrări a unui cercetător care a publicat un articol ISI să se expliciteze și indicatorii aferenți ai publicației gazdă.

În particular pentru România de azi, este absolut necesară refacerea axiologiei cercetării românești, pe un fundament scientometric, deci obiectiv și relevant. Este important, spre exemplu, să se știe, mai ales de către tinerii cercetători și doctoranzi, că este mai ușor din punct de vedere științific să publici într-o conferință decât într-o revistă de elită. Provocarea principală este aceea de a evalua în mediul academic românesc, în mod preponderent, fertilitatea (fecunditatea) lucrărilor culturale, științifice și tehnologice publicate de către cercetători. Această “fertilitate științifică” – măsură esențială a capitalului intelectual românesc - ar urma să fie evaluată, în principal, prin lucrările științifice și respectiv prin citările / comentariile asupra acestora, publicate în conferințe și reviste de adevărat prestigiu internațional. În fond, ce înseamnă ca o contribuție științifică să fie cu adevărat fertilă? Un răspuns pragmatic ar impune ca respectiva contribuție să fi fost publicată în reviste științifice care dau o garanție instituționalizată a calității deosebite (prin prestigiu internațional, exigența recenzărilor, raportul mic al lucrărilor acceptate / trimise, factor de impact și JRK mari etc.) și, ulterior, să fie asimilată, citată, comentată favorabil și dezvoltată de către cercetători de pe întreg mapamondul, cu recunoașterea priorității originare (spre exemplu, profesorul *T. Kohonen* de la *Helsinki University of Technology*, Finlanda, a adunat peste 5380 de citări și dezvoltări publice ale rețelelor neuronale care-i poartă numele iar aceasta este o ispravă cu care instituția și țara sa se mândresc pe bună dreptate - vezi <http://www.cis.hut.fi/research/som-bibl/>). Alt exemplu, de astă dată românesc: Acad. Prof. Gheorghe Păun, creatorul calculului cu membrane elastice și unul dintre creatorii teoriei calculabilității pe bază de ADN este citat în peste 2100 de lucrări științifice din întreaga lume fiind recunoscut inclusiv prin premii internaționale prestigioase; vezi detalii la adresa de internet http://www.academiaromana.ro/sectii/sectia14_informatica/doc/rez_gpaun.doc). În România s-au

cheltuit fonduri bugetare considerabile în vederea stimulării cercetării științifice. Câtă notorietate științifică internațională a obținut România în urma cheltuirii acestor resurse financiare consistente, aceasta poate fi o întrebare esențială relativ la fertilitatea cercetării românești actuale [Vin05]. Dacă nu se vor dezvolta programe pentru a se da răspunsuri concrete la asemenea întrebări, nu se vor putea promova pe plan internațional, în mod instituționalizat, acele realizări științifice obținute în România, care ating cu adevărat excelența academică la nivel european și mondial (la ora actuală există în România doar 4 centre de excelență recunoscute oficial pe plan european, extrem de puține chiar și în comparație cu țările vecine; analog, la ora actuală - februarie 2006 - există doar 6 publicații acreditate ISI). În ciuda acestor aspecte negative există totuși preocupări în domeniul ierarhizării literaturii științifice românești în vederea implementării unui sistem național de indexare a publicațiilor. Astfel spre exemplu, Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior (CNCSIS) a dezvoltat un proiect de clasificare a revistelor științifice din România în 4 categorii după cum urmează:

- Categoria A, reprezentând reviste deja incluse în baza de date ISI (sub 1% din totalul revistelor evaluate)
- Categoria B, reprezentând reviste care dețin potențial de a fi recunoscute pe plan internațional, inclusiv de către ISI (14% din totalul revistelor evaluate)
- Categoria C, reviste de importanță internațională (25% din totalul revistelor evaluate)
- Categoria D, publicații aflate în evidența și monitorizarea CNCSIS (41% din totalul revistelor evaluate)

Tot CNCSIS a inițiat și un proiect de recunoaștere și clasificare a editurilor care publică lucrări științifice (detalii la http://www.cnscis.ro/evaluare_rev_ed.php)

Evident că pentru o evaluare a acestui aspect esențial sunt necesare criteriile relevante din punct de vedere al ideii de fertilitate științifică, măsurabilă prin proceduri cantitative simple, rapide și obiective, de preferință compatibile cu standardul scientometric ISI. Pornind de la faptul că cercetarea universitară, spre deosebire de cercetarea militară, cercetarea companiilor etc. este una deschisă, care se dezvoltă prin cooperare internațională (*joint research*) și care-și valorifică rezultatele prin publicare ("*publish or perish*" este un dicton utilizat în lumea universitară americană), aceste evaluări trebuie să ia în considerare publicarea respectiv citarea / analizarea lucrării respective în reviste științifice de prestigiu internațional (spre exemplu cele acreditate *ISI Thomson* și/sau aflate sub egida unor instituții științifice consacrate, cu factor de impact ridicat). Este deci necesară utilizarea bazelor de date scientometrice internaționale pentru evaluarea calității științei. Conform unor studii deosebit de serioase, între 95-98% dintre cercetători consideră citarea ca fiind importantă în estimarea valorii reale a unui articol științific. Se arată că există o corelație puternică între frecvența citărilor unei lucrări și valoarea ei științifică intrinsecă. Această corelație este dovedită statistic pe eșantioane de cercetători de clasă mondială, inclusiv pe eșantioane de laureați ai premiilor *Nobel* [Aks05].

Pentru a fi mai convingător în acest sens aș da un exemplu din domeniul meu de activitate științifică și anume știința și ingineria calculatoarelor. Conferința *International Symposia on Computer Architecture* (ISCA) reprezintă cel mai elitist forum științific la nivel mondial, unde cercetătorii de top în arhitectura calculatoarelor își prezintă lucrările care influențează esențial modul în care sistemele de calcul sunt construite. În [Soh98], cercetători de maxim prestigiu, președinți ai comitetelor de recenzori ai conferințelor ISCA de-a lungul anilor (*International Program Committees - IPC*), au selectat cele mai relevante 41 de articole

publicate în ultimii 25 de ani în cadrul acestor conferințe. Criteriul principal de selecție a constat în impactul articolelor asupra dezvoltării calculatoarelor, atât din punct de vedere științific (academic) cât și industrial (economic, comercial). De menționat că s-a pornit inițial de la o listă de 140 de articole propuse de către comitetul de selecție. În final s-a constatat că acele 41 de articole selectate pe criterii de valoare intrinsecă sunt și cele cu factorii de impact cei mai mari din domeniul arhitecturii sistemelor de calcul, așa cum apar aceștia în cadrul bazelor de date ISI, *Science Citation Index*, *Daten Banken / Information Systeme* - DBLP, *CiteSeer* etc. În particular merită menționat faptul că referința [Soh98], este un document fascinant, extrem de instructiv atât pentru oamenii de știință maturi cât și pentru cei în formare (doctoranzi), întrucât fiecare dintre articolele selectate este dublat de un altul, scris de autori a posteriori, chiar în anul aniversar 1998. Acest al 2-lea articol, scris deci retrospectiv, abordează după mulți ani de la apariție, geneza primului articol. Se oferă astfel lectorului posibilitatea de a intra în laboratorul intim al unor creații științifice de mare valoare, insistându-se inclusiv pe căutările, greșelile și micile eșecuri, inerente procesului de creație.

Revenind la situația particulară a României, este esențial să se afle care sunt valorile științifice autentice, cele care aduc prestigiu țării, care merită și care trebuie finanțate în mod prioritar. Consecințele ar fi benefice într-un spectru larg: de la finanțarea cercetării științifice pe baze obiectiv – elitiste, până la semnalul dat societății românești în general, relativ la ierarhizarea prin valoare și merit. Standarde internaționale există, comunitatea academică românească trebuie doar să le aplice cu acribie, determinând astfel o compatibilitate internațională a cercetătorului român, cu beneficii importante asupra calității științei produse în țară [Pat05]. Pe această bază s-ar putea diferenția din punct de vedere calitativ și specializările universităților (cu toate consecințele de rigoare), nu doar la nivelul cercetării științifice dar și la nivel didactic pentru că într-o universitate știința, tehnologia și cultura trebuie în primul rând produse, pentru ca mai apoi să poată fi predate.

Redactarea lucrărilor științifice

Pentru doctoranzi, principala modalitate de valorificare a cercetărilor întreprinse este dată de articolul științific, publicabil în cadrul unei conferințe sau într-o revistă de specialitate. În mod normal, în momentul susținerii tezei, doctorandul trebuie să aibă câteva asemenea articole publicate, fapt care nu numai că validează o parte a tezei sale de doctorat dar îl și credibilizează din punct de vedere științific. Iată de ce am considerat că este necesar și util să menționăm câteva aspecte legate de scrierea, evaluarea și publicarea articolelor științifice. În principiu, structura unui articol științific ar putea conține următoarele paragrafe succesive, considerate oarecum canonice în practica redactării:

- **Titlu**, care trebuie să rezume cât mai adecvat conținutul articolului, urmat de numele autorilor, cu specificarea instituțiilor în care aceștia activează.
- **Rezumat (Abstract)**, în care, evident, se prezintă în mod succint lucrarea (aproximativ 150 de cuvinte pare o recomandare rezonabilă, des uzitată). Se menționează domeniul științific în care se încadrează articolul, provocările științifice la care acesta propune soluții și rezultatele importante obținute împreună cu implicațiile aferente. Are în principal două scopuri: de a sublinia relevanța, originalitatea și calitatea cercetării respectiv de a sugera lectorului dacă lucrarea îl interesează sau nu, în continuare. Nu se recomandă utilizarea citărilor bibliografice în cadrul acestui paragraf.
- **Cuvinte cheie (Keywords)**, enumeră principalele cuvinte cheie, consacrate domeniului științific în care se înscrie lucrarea. Este recomandabil să se înceapă cu cele având un grad mai mare de generalitate, continuându-se cu acele concepte mai particulare,

eventual incluse respectiv derivate în / din problematica sugerată de cele anterior scrise. În general, 5-7 cuvinte cheie sunt suficiente.

- **Introducere (*Introduction*)**, descrie cadrul științific general al lucrării, provocările abordate și importanța lor în cercetare (mai plastic spus, ce-i mână-n luptă pe autori), ipotezele științifice ale lucrării (*hypo-thesis*, deci cele care stau la baza tezei) și metodologia de principiu care a fost selectată și utilizată, structura paragrafelor ulterioare ale lucrării. Mulți autori obișnuiesc să redacteze introducerea și rezumatul abia după redactarea tuturor celorlalte paragrafe.
- **Alte abordări (*Related Work*)**, unde se descriu în mod critic lucrările considerate relevante, în special cele din fluxul principal de publicații (*ISI Thomson Philadelphia - Institute of Scientific Information, Science Citation Index - SCI*, alte baze de date indexate) și care abordează provocări științifice identice, similare sau chiar conexe celor abordate în articol. Aici este important să se descrie cu acuratețe și în mod onest, deontologic, genul proximal și diferențele specifice între abordările din articol și altele prezentate în literatură, considerate importante, focalizate pe aceeași temă sau pe una apropiată (“Un cercetător autentic trebuie să recunoască explicit și în mod clar rezultatele științifice ale unui coleg de-al său, ca pe bunuri personale ale acestuia”, scrie în codul de conduită al unei academii europene). Un asemenea paragraf trebuie deci să descrie stadiul actual al cunoașterii în domeniu, într-un mod clar, sistematic, critic, coerent și concis, raportat la realizări anterioare fecunde și, recomandabil, recente.
- **Metodologia cercetării**, în care se prezintă metodele, tehnicile, algoritmiile, tehnologiile, cadrul experimental, cadrul de evaluare a rezultatelor, materialele etc. utilizate în cadrul investigației științifice. Desigur că metodologiile diferă, fiind extrem de diverse și specifice, de la cercetarea fundamentală la cea aplicativă, precum și de la un domeniu științific la altul. Important este ca acest cadru al cercetării să fie unul acceptabil din punct de vedere științific, astfel încât să ofere elementele necesare reproducerii acelei cercetări în oricare alt loc, cu garanția obținerii, practic, a acelorași rezultate esențiale, de către orice alt grup de cercetare care o utilizează întocmai (caracterul repetitiv și reproductibil al științei). Aceste aspecte sunt legate și de caracterul deschis al cercetării științifice de tip academic, care își valorifică rezultatele prin publicare. Tot aici trebuie să se specifice în mod clar și detaliat, aspectele originale propuse în lucrare. Dacă este posibil, superioritatea metodelor originale propuse se demonstrează teoretic (fapt deseori posibil în cercetarea fundamentală prin intermediul științelor tari, cele maturizate teoretic prin axiomatizare și matematizare) sau se justifică din punct de vedere teoretic și, ulterior, se demonstrează pe baze experimentale, statistice, euristice etc., cum deseori se întâmplă în cercetarea de tip aplicativ, ingineresc (prin implementări fizice, emulări, simulări etc.). Nu este necesar ca această superioritate a metodelor originale propuse să fie una globală, absolută. Spre exemplu, chiar dacă un algoritm nou propus nu este superior altora din punct de vedere al timpului în care rezolvă problema (complexitatea algoritmului), el poate fi superior din punct de vedere al necesarului de memorie pe care îl implică sau al puterii electrice consumate, fapte remarcabile de asemenea. În cadrul acestui paragraf se recomandă folosirea timpului trecut în prezentare. Acest paragraf constituie probabil partea cea mai vulnerabilă în cadrul procesului de recenzie științifică.
- **Rezultate cantitative și calitative. Interpretări.** Se expun rezultatele obținute, se compară cu cele cunoscute prin intermediul altor cercetări (le contrazice? le confirmă? există excepții în cadrul rezultatelor obținute? dacă da, de ce? etc.) și se interpretează importanța și utilitatea acestora (posibile aplicații). Este inacceptabilă prezentarea acelorași rezultate în mai multe forme (prin tabele, grafice, cronograme, text etc.).

Graficele trebuie însoțite de legende lămuritoare care să utilizeze abrevieri și notații consacrate. Se recomandă ca redactările metodologice și cele cu privire la rezultate, să se facă *run-time*, adică chiar pe parcursul efectuării cercetării, din motive de exactitate a prezentării (altfel, fenomenul de uitare a unor detalii poate interveni în mod nedorit). În special în acest paragraf se recomandă o redactare concisă, ne-repetitivă și obiectivă.

- **Concluzii și dezvoltări ulterioare (*Conclusions and Further Work*)**, unde se extrag în mod sintetic principalele concluzii ale cercetării și, în baza acestora, viitoarele oportunități de cercetare considerate a fi fezabile și fertile din punct de vedere științific. S-au întâlnit cazuri în care faptul de a nu fi scos în evidență în mod clar concluziile novatoare ale cercetării, de a nu da interpretările adecvate și de a nu sublinia importanța rezultatelor, a condus ulterior la pierderea paternității unor descoperiri științifice valoroase. Chiar dacă ulterior se demonstrează că autorul respectiv a avut prioritate științifică, faptul de a nu fi crezut suficient de mult în importanța descoperirilor sale și deci, de a nu le fi subliniat îndeajuns la momentul publicării lucrării, îi va putea fi reproșat de către ceilalți cercetători.
- În mod opțional, lucrarea poate prezenta un scurt paragraf de **mulțumiri (*acknowledgments*)**, în care, de obicei, autorii prezintă recunoștința lor instituțiilor și persoanelor fizice care i-au sprijinit, din punct de vedere științific sau/și material, pentru buna desfășurare a cercetării expuse. Articolul se încheie cu **referințele bibliografice (*references*)** utilizate. Acestea trebuie să fie relevante, recente și, de recomandat, aparținând fluxului principal de publicații, pentru a fi consultabile de către orice alt cercetător (există cazuri când rezultate științifice valoroase publicate în reviste sau conferințe obscure nu sunt citate de alți cercetători, deși aceștia au cunoștința de ele, întrucât publicația respectivă nu există în marile biblioteci). De menționat faptul că fiecare referință bibliografică trebuie citată în textul lucrării, cu motivarea clară a contribuției științifice la care se face referire (în caz contrar, citarea este nejustificată, putând sugera multiple conotații negative precum obediența, dorința de epatare etc.). Nu este recomandat să se facă referințe la lucrări ne-publicate. Modul formal de a insera o citare în text diferă de la o publicație la alta. Uneori, articolul poate conține și o **anexă (*appendix*)** în care se pot detalia anumite rezultate folosite în corpul principal al lucrării.

Prezentarea unui articol științific este recomandabilă a fi una coerentă, completă dar concisă și neredundantă, necontradictorie, clară, scrisă într-un limbaj extrem de atent la fiecare detaliu și interpretare. Fiecare domeniu conține termeni cu accepțiuni precise, care trebuie utilizați corespunzător în lucrare, evitând ambiguitățile de limbaj și jargoanele obositoare, artefactuale. Un articol științific nu trebuie să detalieze aspecte considerate didactice sau bine cunoscute din alte lucrări. Dacă acestea sunt necesare în dezvoltarea lucrării originale, vor fi prezentate succint și citate lucrările reprezentative în care cititorul poate găsi detalii. Detaliile din articol trebuie să se focalizeze strict pe contribuțiile considerate originale, care trebuie clar evidențiate. Acribia, ermetismul (în sensul unui maximum semantic prin minimum de cuvinte) și eleganța prezentării sunt caracteristici ale unei lucrări științifice autentice, de ținută academică. În general este recomandabilă adresarea impersonală prin diateza pasivă (“se demonstrează că”, “s-au obținut următoarele rezultate”) evitându-se deci folosirea persoanei întâi, cu anumite excepții totuși (spre exemplu în cazul emiterii unor opinii puternic personalizate etc.). Nu se pot da reguli clare în acest sens; în cazul unor nedumeriri este recomandabilă părerea unor cercetători cu experiență. Detalii asupra modului de redactare a unei lucrări științifice se găsesc în [Day98], care reprezintă o carte de referință în acest domeniu scrisă de către un fost președinte al celebrei instituții ISI.

În general, un articol matur științific este recomandabil să fie valorificat prin publicarea într-o revistă (*journal*) cu factor de impact ridicat, cu un indicator JRK cât mai mare, care-i oferă deci o bună vizibilitate. Se obișnuiește ca pe parcursul unei cercetări serioase (inclusiv doctorat), să se publice rezultatele parțiale obținute în cadrul unor conferințe internaționale special dedicate, de prestigiu. Acest fapt este foarte indicat și pentru asigurarea priorității cercetării, întrucât aceste conferințe asigură rapiditatea publicării în cazul unor lucrări de calitate, spre deosebire de reviste. Este recomandabil ca la finele proiectului, să se scrie un articol de sinteză care să fie trimis la o revistă importantă. În general, perioada între trimitere și publicare, în cazul acestor reviste, este una lungă, uneori chiar de 1.5 – 2 ani, în primul rând datorită recenziilor științifice deosebit de exigente, care implică rafinări succesive ale lucrării. Publicarea într-o revistă recunoscută însă, cu factor de impact ridicat, reprezintă o garanție instituționalizată a calității științifice, o adevărată încununare a cercetării, o dovadă a maturității acesteia, mărindu-i deci șansele de fertilizare a domeniului. Alte caracteristici editoriale ale revistelor și periodicelor de ținută științifică sunt următoarele [AST05]:

- Impun o structură canonică a articolelor, în sensul schițat anterior.
- Articolul se recenzează în mod independent de către 3-5 experți recunoscuți pe plan mondial. În cadrul recenziei, aceștia analizează în mod critic: claritatea și rigoarea limbajului și a expunerii, structura articolului, soliditatea științifică a argumentației, originalitatea metodelor propuse, valabilitatea și valoarea contribuțiilor etc., pe baza unei grile specifice.
- În final, articolul poate fi respins sau acceptat. Acceptarea poate impune modificări minore, sau chiar majore. În cazul acceptării se verifică dacă autorul a făcut corecțiile / adăugirile cerute anterior (în mod uzual lucrarea se retrimite aceluiași referenți).
- După apariția articolului, revista poate publica comentarii și note critice urmate de justificări ale autorilor.
- Revistele pun la dispoziție în mod gratuit copii ale articolelor (*reprints*), pentru o mai bună și o mai largă diseminare.

După redactarea unei lucrări de cercetare științifică, înainte de publicarea acesteia, se impune o autoevaluare riguroasă din partea autorilor, similară din punct de vedere metodologic aceleia pe care o vor face, ulterior, referenții. În vederea acesteia, se recomandă să se verifice dacă lucrarea oferă răspunsuri consistente unor probleme și întrebări de genul [Smi90]:

- Care este scopul lucrării? Care este provocarea științifică tratată? Este aceasta prezentată în mod clar?
- Lucrarea se încadrează în domeniul științific al publicației? Dacă da, detaliile cercetării propuse sunt în consonanță cu specificul revistei sau conferinței gazdă?
- Scopul propus este unul semnificativ? Problema pusă este una reală, de interes? Dezideratul propus nu contrazice legi imuabile ale naturii sau rezultate științifice tradiționale, unanim recunoscute? (Dacă da, probabilitatea de succes este, practic, zero.)
- Metodologia de abordare este validă? Este aceasta suficientă în vederea obținerii obiectivelor propuse? Nu cumva vreo eroare existentă în cadrul acesteia poate invalida rezultatele? Care sunt ipotezele și cât de realiste sunt acestea? Cât de corelate sunt rezultatele cu aceste ipoteze științifice? Ideile originale sunt prezentate suficient de limpede?
- Cercetarea prezentată este corectă din punct de vedere științific (demonstrații matematice, statistice, justificări bazate pe implementări, emulări, simulări)? Spre

exemplu, în cazul unor modele stohastice, se specifică intervale de încredere pentru rezultatele obținute? S-au verificat condițiile la limită? Sunt rezultatele plauzibile sau chiar posibile?

- S-au extras concluziile corecte din cadrul rezultatelor obținute? Ce implicații, respectiv aplicații, au rezultatele obținute? Sunt acestea analizate adecvat?
- Prezentarea articolului este satisfăcătoare? Rezumatul descrie corect articolul? Introducerea explică adecvat problema tratată și cadrul de cercetare? Secțiunile următoare sunt clare și urmează într-o ordine logică? Gramatica și sintaxa lucrării sunt corecte?

Pe lângă lucrările de strictă cercetare mai există însă și articole științifice focalizate pe prezentarea stadiului actual într-un domeniu (*surveys*; se adresează atât novicilor cât și specialiștilor domeniului) sau articole de tip tutorial, care se adresează non-expertiilor, celor care vor să se introducă într-un domeniu al cercetării. Asemenea materiale au în vedere prezentări comparative ale celor mai importante cercetări, fără să conțină însă în mod necesar și cele mai noi rezultate în domeniu. Acest tip de articole trebuie trimise unor reviste specifice, care se ocupă cu editarea lor (spre exemplu, în domeniul ingineriei calculatoarelor, revistele *Computer* sau *ACM Computing Surveys*). Aceste reviste, de obicei, au personal specializat care ajută autorii în revizuirea articolului, mai ales din punct de vedere al corectitudinii gramaticale și a limbajului folosit.

Importantă este și redactarea propunerilor de granturi de cercetare (contracte de cercetare obținute în urma unor competiții științifice). Aceste granturi sunt finanțate de către agenții naționale sau internaționale, companii, fundații, academii etc. Dificultatea principală în acest caz este că trebuie scrise și evaluate intenții științifice și nu realizări științifice, ca în cazul articolelor. Așadar, trebuie descris ceea ce se plănuiește a fi cercetat. Desigur că experiența de cercetare a grupului de lucru trebuie și ea descrisă, contând mult în evaluarea ulterioară a propunerii de grant. În acest sens, în special reputația științifică a directorului de proiect este deosebit de importantă în evaluare. Atât în scrierea propunerii cât și în evaluarea acesteia trebuie avute în vedere probleme de genul: este domeniul unul realmente semnificativ? Metodologia cercetării este una adecvată obiectivelor propuse? Experiența grupului de cercetare este suficientă pentru îndeplinirea obiectivelor? Bugetul cerut este corect calculat, în concordanță cu obiectivele și activitățile aferente acestora? Există o infrastructură de cercetare adecvată? Așadar, propunerea de grant, spre deosebire de articolul științific, este oarecum speculativă, evaluându-se rezultatele probabile. Cel mai ușor mod de a elabora o propunere de grant constă în a propune o cercetare deja efectuată, practică uzitată de unii cercetători. Din păcate, prin astfel de propuneri se contrazice însăși esența grantului, anume aceea de a finanța o cercetare nouă. În plus, astfel se pot concura în mod neloial propuneri cu adevărat noi, care ar putea avea un potențial științific deosebit.

În finalul acestui paragraf, abordăm sumar câteva aspecte de etică și legalitate. Nu este deontologic a se trimite simultan articole sau propuneri de granturi în mai multe locuri, decât dacă acest fapt se notifică în mod explicit destinatarului (revistă, conferință, agenție, editură etc.). O asemenea practică constituie un motiv suficient în sine pentru reiectarea articolului sau a propunerii de grant. De asemenea, după ce un articol a fost deja publicat este interzis a se trimite – fără o notificare explicită – spre republicare unei alte publicații. În acest caz trebuie avute în vedere și legile de copyright. În general, se permite acest fapt numai cu acceptul scris al editorilor și cu asigurarea faptului că, între timp, articolul a suferit revizuirii și adăugiri majore. Plagiatul este interzis atât prin legi cât și prin normele deontologice. O asemenea practică aduce asupra celui vinovat, pe lângă repercursiuni legale extrem de dure, de natură penală, oprobiul definitiv din partea comunităților academice (au fost cazuri când nici

o conferință sau revistă de ținută nu i-au mai admis plagiatorului nici o contribuție ulterioară, doar datorită faptului că a încălcat odată legea și etica științifică).

Evaluarea lucrărilor științifice în vederea publicării

În cele ce urmează se vor evidenția principalele cerințe pe care trebuie să le îndeplinească o lucrare științifică pentru a fi acceptată spre publicare într-o revistă de prestigiu sau într-o conferință de valoare internațională recunoscută, bazat pe o excelentă lucrare a lui Dr. Alan Jay Smith [Smi90]. Cunoașterea acestora este de mare utilitate pentru autorii de lucrări științifice. Se va insista pe metodele de evaluare a lucrării și de scriere a recenziei aferente, evidențiindu-se standardele și procedurile *de facto*. Așa cum am mai arătat, aceste publicații științifice publică pe baza unor evaluări riguroase, făcute de experți ai domeniului în care se încadrează lucrarea. Acești experți independenți se numesc referenți iar procedura de recenzie aferentă se numește *peer review*. Recenzia lucrărilor științifice este considerată un serviciu public, fiind o obligație profesională pentru un cercetător (care și el la rândul-i, a beneficiat de serviciile profesionale ale unor alți referenți). Din păcate, nu există modalități formale de instruire în acest sens, referenții învățând să scrie recenzii din practică, în baza *feedback*-ului de la editori, văzând referatele de recenzie ale propriilor lucrări, citind alte referate etc. Scopul final al recenziei unei lucrări științifice este acela de a decide dacă respectiva lucrare a adus o contribuție valoroasă în domeniu, suficientă pentru publicare.

Referatul de recenzie ar trebui structurat în câteva părți distincte. Astfel, de obicei, se începe prin prezentarea succintă a recomandării făcute, însoțită de principalele motive care o justifică. Apoi, ar trebui rezumată esența lucrării în maximum 5 fraze, dovedindu-se astfel că referentul a înțeles, cel puțin principal, conținutul lucrării. În al 3-lea rând ar trebui evaluate semnificația și obiectivele lucrării. Apoi, ar trebui evaluată calitatea științifică a lucrării (metodologie, tehnici, acuratețea rezultatelor, interpretărilor precum și a prezentării). Dacă la un moment dat referentul a găsit una sau mai multe greșeli care compromit rezultatele lucrării, evident că recenzia în continuare nu-și mai are rostul. În final, pe această bază, trebuie dată o recomandare globală editorului (admisă spre publicare sau respinsă). Dacă această recomandare este una favorabilă, trebuie explicitate în mod clar modificările necesare precum și cele recomandate. În general, lucrările științifice focalizate pe cercetare originală se ierarhizează într-una din următoarele categorii:

- Lucrare cu rezultate majore, extrem de semnificative și consecințe majore (statistic, mai puțin de 1% din lucrări)
- Realizări foarte bune, solide, interesante, cu o contribuție originală clară (mai puțin de 10% din lucrări)
- Contribuții la cunoașterea științifică minore dar pozitive (probabil 10% - 30% din lucrări)
- Lucrare elegantă, corectă din punct de vedere științific sau tehnic, dar de utilitate neglijabilă
- Nici elegantă, nici utilă, dar fără mari greșeli
- Lucrare de foarte slabă calitate

Valorificarea cercetării prin brevet de invenție

Brevetarea constituie o alternativă, uneori complementară, la articolul științific. Invenția reprezintă o idee novatoare în vederea soluționării unei probleme, în general de natură științifică sau tehnică. Invenția brevetată reprezintă o modalitate de valorificare și protejare a

rezultatelor unei activități de cercetare aplicativă. Ea este deja consacrată în societățile moderne ca fiind unul dintre indicatorii de bază ai nivelului de dezvoltare economică. Brevetarea unei invenții asigură din punct de vedere legal protecția juridică, prioritatea științifică prin efectul priorității convenționale, protejarea intereselor precum și posibilități de informare-documentare. Alături de publicarea de articole în reviste cu factor ridicat de impact și de numărul de citări, numărul de brevete de invenție constituie un indicator scientometric important, aducător de prestigiu profesional solid. Certitudinea asigurării priorității științifice prin brevet este indiscutabilă datorită sistemului juridic care susține brevetul. Contestarea este posibilă doar pe cale judecătorească, susținută prin argumente peremptorii. În schimb, prin publicarea de articole sau monografii, prioritatea este una relativă, fiind susținută din punct de vedere legal, oarecum indirect, doar prin drepturile de copyright.

Pe lângă revistele și lucrările științifice publicate, ISI Thomson Philadelphia indexează și cele mai recente brevete din domeniul științei și tehnologiei. Aceste brevete, alături de celelalte lucrări indexate ISI, sunt considerate a aparține fluxului principal al literaturii științifice mondiale, iar apariția în acest context a unei lucrări este considerată o garanție a calității. *Derwent Innovation Index* (ISI), reprezintă un indicator de citare al brevetelor de invenție fiind extras din cea mai cuprinzătoare bază de date internațională despre brevetele de invenție [Icl04].

Pe de altă parte, brevetarea poate avea uneori și efecte defavorabile. Prin protecțiile juridice pe care le implică, brevetele pot uneori frâna aplicarea invențiilor în sfera comercială, în ciuda unor potențiale beneficii majore asupra societății. Totodată, brevetele de tip blocaj pot diminua caracterul unei cercetări deschise, atât de specifică spiritului academic și modelului universitar de tip humboldtian. Ele pot fi folosite chiar în scopuri care nu au nici o legătură cu dezvoltarea liberă a științei ci mai degrabă cu interese economice imediate, cu practici de monopol ori cu profituri financiare realizate cu orice preț. În România Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM - <http://www.osim.ro/>) este organul guvernamental responsabil cu asigurarea protecției proprietății industriale, care oferă și servicii de consultare a unor baze de date pentru invenții respectiv pentru literatură tehnică și juridică.

Bibliografie

1. [Aks05] Aksnes D., *Citations and their use as indicators in science policy. Studies of validity and applicability issues with a particular focus on highly cited papers*, PhD Dissertation, University of Twente, Danemarca, 2005. Disponibilă la URL: <http://www.nifustep.no/layout/set/print/content/download/9553/62210/file/Aksnes-PHD-thesis.pdf>
2. [AST05] Asociația Ad Astra, *Evaluarea cercetării științifice*, Ad Astra Journal, nr. 4, 2005, http://www.ad-astra.ro/journal/7/ad_astra.pdf
3. [Bra99] Braun T., *Quantitative Science Policy and Management by Using Scientometrics and Scientometric Indicators*, Revista de politica științei și scientometrie, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, vol. II, nr. 1, 2004
4. [CNC05] CNC SIS / UEFISCSU, *Elaborarea strategiei naționale CDI în cadrul exercițiului național de foresight (proiect)*, București, 2005, http://www.strategie-cdi.ro/spice/admin/UserFiles/File/CDI_BT-cati.pdf
5. [Day98] Day, Robert A., *How to Write & Publish a Scientific Paper*, 5th edition, Orynx Press, 1998
6. [Fra05] Frangopol P., *Revista internațională "Scientometrics"*, Revista de politica științei și scientometrie, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, vol. III, nr. 2, 2005

7. [Icl04] Iclănzan T., *Rolul brevetului de invenție în recunoașterea prestigiului academic*, Revista de politica științei și scientometrie, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, vol. II, nr. 1, 2004
8. [Pat05] Mihaela Pătrașca, *Carierea internațională a cercetătorilor români*, Ad Astra Journal, 2005, <http://www.ad-astra.ro/journal/7/patrasca.pdf>
9. [Poe18] Dorin N. Poenaru, *Evaluarea proiectelor de cercetare științifică în Uniunea Europeană și parametrii scientometrici*, „EDUCAȚIA ȘI CERCETAREA ROMÂNEASCĂ. Starea prezentă și perspectiva”, Workshop Universitatea din București, 30 martie 2017, pp. 116-134, ISBN: 978-606-17-1284-7, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2018
10. [Smi90] Smith A. J., *The Task of the Referee*, IEEE Computer, April 1990
11. [Soh98] Sohi G. (editor), *25 Years of the International Symposia on Computer Architecture – Selected Papers*, ACM Press, 1998
12. [Vin05] Vințan L., *Fertilitatea științifică și axiologia cercetării românești*, Euroeconomia XXI, ISSN 1841-0707, nr. 34, Sibiu, 14 octombrie 2005
13. [Vin06] Vințan L., *Calitatea cercetării prin abordări scientometrice*, Euroeconomia XXI, ISSN 1841-0707, nr. 53, Sibiu, 24 februarie 2006