

DEZVOLTAREA GÂNDIRII ȘTIINȚIFICE ÎN CICLUL PRIMAR

Conf. univ. dr. Ioana TODOR
Universitatea „1 Decembrie 1918” din Alba Iulia

Abstract: *Scientific thinking makes our world more predictive and more comfortable. Although it is difficult to establish an ultimate list of scientific thinking abilities, because they may vary from author to author, probably a widely accepted one includes the reasoning and thinking skills involved in scientific inquiry, such as hypothesis formulation, experimentation, evidence evaluation and drawing inferences. Students' involvement in a scientific thinking process implies observing, asking relevant questions, making predictions and testing them, documenting data, drawing conclusions and communicating/ presenting them. The development of scientific thinking is a topic of interest for both developmental psychologists, from this perspective scientific thinking being regarded as a component of peoples' complex cognitive abilities, and for educational scientists, preoccupied to find strategies and methods to facilitate the process from early ages, in schools. The aim of this article is to provide a systematic and comprehensive review of research on the topic, emphasizing those strategies and methods whose effectiveness has a strong empirical support and could be indicated to primary school teachers as examples of good practices.*

Keywords: *scientific thinking abilities, scientific inquiry, cognitive abilities, hypothesis formulation, drawing inferences*

1. Introducere

Datorită complexității noastre cognitive, lumea în care trăim poate constitui obiectul cunoașterii științifice și, în egală măsură, al reflecției filosofice, artistice sau religioase. Ca produs social, cunoașterea științifică ne oferă acces la legități și teorii îndelung verificate, pe baza cărora putem prezice evenimente și fenomene – naturale sau sociale, construindu-ne reprezentări cu sens ale realității. În viața de zi cu zi, cunoașterea științifică ne permite să rezolvăm probleme practice, cum ar fi prevenția bolilor, conservarea alimentelor sau reducerea poluării, să luăm decizii informate și să dezvoltăm noi tehnologii, mai mult sau mai puțin complexe, multe dintre acestea având un impact major asupra calității vieții. Deși, utilitatea gândirii științifice pare mai evidentă în cadrul științelor, valoarea sa adaptativă în viața cotidiană este considerabilă.

În literatura psihologică există diverse definiții ale gândirii științifice, care se raportează la evoluțiile din filosofia științei. În opinia Deannei Kuhn¹, *gândirea științifică este un proces intențional de căutare de informație*, care implică adresarea de întrebări, testarea ipotezelor, observarea, recunoașterea regularităților, efectuarea mai multor tipuri de inferențe, având ca rezultat cunoașterea/înțelegerea științifică.

¹ Deanna Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* În U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development*, Oxford: Blackwell Publishing, 2002, p. 372.

Mai exact, în opinia autoarei menționate, *gândirea științifică este un proces de achiziție de cunoștințe* capabil să producă o *schimbare conceptuală*.

Numeroase studii din psihologia dezvoltării² arată că, încă de la vârste mici, copiii se angajează în comportamente de explorare, conduși de o curiozitate naturală și construiesc teorii implicite despre lume, pe baza cărora dau sens propriilor experiențe. Desigur, multe dintre aceste teorii primare nu corespund pe deplin realității sau sunt incomplete, iar ele vor fi revizuite progresiv pe măsură ce copilul va accesa noi informații din mediu. Deși oferă un considerabil plus de cunoaștere, în primii ani de viață ajustarea teoriilor primare despre lume în raport cu evidența se produce implicit, fără efort cognitiv, copilul încă neavând capacitatea de a reflecta asupra procesului, subliniază Kuhn³. Se poate vorbi despre gândire științifică, afirmă aceeași autoare, atunci când persoana este capabilă să analizeze explicit, conștient și cu intenție, corespondența dintre datele din mediu și propriile structuri epistemice, *căutarea intenționată de informație* fiind o condiție definitorie.

Adoptând o astfel de perspectivă asupra gândirii științifice, putem fi de acord cu metafora piagetiană conform căreia copiii se comportă încă de timpuriu ca niște „mici cercetători”, explorând lumea și culegând informații, formulând și testând ipoteze, însă cu mențiunea că aceștia vor rămâne niște „cercetători naivi” până când explorarea mediului/căutarea de informație nu dobândește un caracter intențional evident.

După Zimmerman⁴, gândirea științifică se concretizează în aplicarea principiilor și metodelor caracteristice investigației științifice în cadrul raționamentelor și în rezolvarea problemelor, inclusiv a celor cotidiene. În descrierea autoarei, *gândirea științifică include abilitățile sau competențele care permit formularea, testarea și revizuirea propriilor teorii asupra realității*, cărora li se adaugă *capacitatea de a reflecta asupra proceselor de achiziție de cunoștințe și schimbare conceptuală*.

În urma mai multor studii privind dezvoltarea gândirii științifice la elevii din învățământul primar, Zimmerman⁵ apreciază că coordonarea multiplelor abilități cognitive și metacognitive implicate poate fi o sarcină dificilă care se va defășura probabil pe parcursul unei etape de dezvoltare destul de lungi, motiv pentru care datele din psihologie privind traiectoriile de dezvoltare ale acestor abilități pot fi foarte utile. Specialiștilor în educație le este adresată recomandarea de a-și folosi competențele didactice pentru a crea în școală experiențe de învățare menite să stimuleze și să susțină dezvoltarea abilităților necesare investigației științifice, cum

² Susan Gelman & Charles Kalish, *Conceptual development*. In D. Kuhn, R. S. Siegler, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Cognition, perception, and language* (pp. 687–733). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2006; Jamie J. Jirout, *Supporting Early Scientific Thinking through Curiosity*, *Frontiers in Psychology*, vol. 11, 2020.

³ Deanna Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* În U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development*, Oxford: Blackwell Publishing, 2002, p. 376.

⁴ Corinne Zimmerman, *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school*, *Developmental Review*, 27(2), pp. 172–223, 2007.

⁵ Corinne Zimmerman, *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school*, *Developmental Review*, 27(2), pp. 172–223, 2007.

sunt: *formularea ipotezelor, experimentarea, analiza și evaluarea evidențelor* în raport cu modelele mentale deja existente și *generarea de inferențe*.

2. Reperere în dezvoltarea gândirii științifice

Piaget și Inhelder⁶ au atras atenția cercetătorilor din psihologia dezvoltării asupra gândirii științifice, aceasta fiind considerată o componentă importantă a dezvoltării cognitive. Dacă în urmă cu câteva decenii, se considera că gândirea științifică poate fi evidențiată și studiată doar începând cu adolescența, astăzi majoritatea specialiștilor sunt de acord că în școala primară și chiar în grădiniță se pun bazele dezvoltării acesteia, iar intervențiile educaționale pot avea un impact semnificativ^{7, 8}.

Gândirea științifică matură implică asumarea unei perspective asupra științei ca instrument de cunoaștere, ca o posibilă sursă de explicații valide despre realitatea înconjurătoare. O astfel de perspectivă, motivează persoana să diferențieze evidențele de propriile teorii, să își testeze sistematic și obiectiv ideile și convingerile, să controleze cu scrupulozitate variabilele experimentale, să analizeze informația contradictorie etc⁹. Relația de interdependență care se creează între cunoștințele din domeniu/de specialitate și abilitățile de investigație contribuie semnificativ la dezvoltarea gândirii științifice¹⁰.

Asigurarea concordanței între teoriile personale și evidențele din mediu, constituie un proces central al gândirii științifice. Kuhn¹¹ afirmă că, în cazul unui om de știință matur, spre deosebire de un novice, coordonarea propriilor teorii cu evidențele este un proces explicit, controlat voluntar, imperios și sistematic. Prin urmare, dezvoltarea gândirii științifice pe parcursul copilăriei și adolescenței implică și dezvoltarea competențelor de control voluntar asupra procesului prin care reprezentările personale asupra lumii devin concordante cu informația disponibilă în mediu. Desigur, dobândirea unui grad de control voluntar asupra unui proces care are la bază o serie de operații cognitive implică o competență metacognitivă¹². Gândirea științifică depinde de dezvoltarea unui larg domeniu de abilități sau competențe cognitive și metacognitive, simple și complexe, cum ar fi: abilități de

⁶ Bärbel Inhelder & Jean Piaget, *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books, 1958.

⁷ Bradley Morris, Steve Croker, Amy Masnick & Corrine Zimmerman, *The emergence of scientific reasoning*. In H. Kloos, B. J. Morris, and J. L. Amaral (Eds.), *Current Topics in Children's Learning and Cognition* (pp. 61-82), Rijeka: IntechOpen, 2012.

⁸ Susanne Koerber, Daniela Mayer, Christopher Osterhaus, Knut Schwippert, & Beate Sodian, *The development of scientific thinking in elementary school: a comprehensive inventory*, *Child Development*, 86(1), pp. 327-36, 2015.

⁹ Idem.

¹⁰ Corinne Zimmerman, *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school*, *Developmental Review*, 27(2), pp. 172-223, 2007.

¹¹ Deanna Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* În U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development*, Oxford: Blackwell Publishing, 2002, p. 384.

¹² Deanna Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* În U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 371-393), Oxford: Blackwell Publishing, 2002.

investigație, raționament, analiză și sinteză, gândire critică, abilități lingvistice, inteligență, cogniție socială, înțelegere epistemologică etc.¹³

Studiile actuale din domeniu oferă o imagine eterogenă cu privire la competențele științifice ale elevilor din ciclul primar, în sensul că unii autori indică dificultăți notabile în a experimenta, a interpreta datele, a controla variabilele sau a înțelege natura cunoașterii științifice, în timp ce, în cadrul a numeroase alte studii, care utilizează sarcini simplificate, preadolescenții și chiar copiii mai mici demonstrează competențe științifice remarcabile¹⁴. O serie de cercetări din psihologia dezvoltării (o trecere în revistă în Kuhn și Pearsall¹⁵, respectiv Kuhn¹⁶) indică faptul că, pentru copiii mai mici de 3 ani, realitatea și reprezentările mentale ale acestora sunt izomorfe. La aceste vârste, copiii consideră că cunoștințele despre lume și convingerile oamenilor corespund realității. La 3 ani, majoritatea copiilor reușesc însă să distingă între percepția unui obiect și reprezentarea mentală sau credințele/gândurile legate de acesta, conștientizând într-o oarecare măsură, funcționarea propriilor procese de gândire.

În jurul vârstei de 4 ani, preșcolarii sesizează deja existența mai multor reprezentări posibile ale realității. Între 5 și 7 ani, copiii sunt deja capabili ca, în anumite condiții, atunci când efectuează sarcini simple, să își armonizeze teoriile mentale în raport cu evidențele din mediu: aceștia generează inferențe inductive pornind de la datele perceptive, consolidându-și sau ajustându-și astfel teoria mentală, precum și inferențe deductive, dinspre teorie spre lumea concretă, testând valoarea predictivă a teoriei (după Kuhn¹⁷). Cu puțin ajutor, elevii din clasa I pot înțelege atât necesitatea testării unei ipoteze, cât și ce presupune un astfel de demers¹⁸. Constuirea unui design experimental corect cu variabile multiple și controlul adecvat al acestora par a fi sarcini încă dificile în ciclul primar, iar autori precum Osterhaus, Koerber și Sodian¹⁹ arată că o teorie avansată a minții și înțelegerea epistemologică sunt prerechizite importante pentru dezvoltarea competențelor experimentale.

¹³ Susanne Koerber, Daniela Mayer, Christopher Osterhaus, Knut Schwippert, & Beate Sodian, *The development of scientific thinking in elementary school: a comprehensive inventory*, Child Development, 86(1), pp. 327-36, 2015; Christopher Osterhaus, Susanne Koerber & Beate Sodian, *Scientific thinking in elementary school: Children's social cognition and their epistemological understanding promote experimentation skills*, Developmental Psychology, 53(3), pp. 450-462, 2017.

¹⁴ Christopher Osterhaus, Amanda Brandone, Stella Vasniadou & Angeliki Nicolopoulou, *Editorial: The Emergence and Development of Scientific Thinking During the Early Years: Basic Processes and Supportive Contexts*, Frontiers in Psychology, 12, 2020.

¹⁵ Deanna Kuhn & Susan Pearsall, *Developmental Origins of Scientific Thinking*, Journal of Cognition and Development, 1(1), pp. 113-129, 2000.

¹⁶ Deanna Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* În U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 371-393), Oxford: Blackwell Publishing, 2002.

¹⁷ Idem.

¹⁸ Corinne Zimmerman, *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school*, Developmental Review, 27(2), pp. 172-223, 2007.

¹⁹ Christopher Osterhaus, Susanne Koerber & Beate Sodian, *Scientific thinking in elementary school: Children's social cognition and their epistemological understanding promote experimentation skills*, Developmental Psychology, 53(3), pp. 450-462, 2017.

Gândirea științifică implică dezvoltarea unor „precursori de dezvoltare” (cum sunt: formularea și testarea ipotezelor, căutarea intenționată de informație, capacitatea de ajustare a reprezentărilor mentale în funcție de evidențe etc.), fiind puternic mediată cultural și educațional²⁰. Analiza literaturii privind dezvoltarea gândirii științifice în grădiniță și școala primară, conduce la concluzia că, alegerea sarcinilor de lucru, precum și metodele și strategiile didactice implementate de cadrul didactic, între care se remarcă: investigația ghidată, eșafodajul cognitiv sau modelarea gândirii științifice, pot contribui semnificativ la dezvoltarea acesteia²¹.

3. Dezvoltarea gândirii științifice în context didactic

Klahr, Zimmerman și Matlen²² au enunțat trei aspecte-cheie/obiective ale educației științifice: i) Dezvoltarea dimensiunii conceptuale a gândirii științifice. ii) Dezvoltarea dimensiunii procedurale a gândirii științifice. iii) Dezvoltarea abilităților de a aplica conceptele și procedurile științifice în rezolvarea unor probleme inedite sau din viața de zi cu zi.

- i) *Cunoașterea și înțelegerea corectă a conceptelor științifice* este o condiție a corectitudinii teoriilor și modelelor mentale complexe, prin intermediul cărora indivizii vor interpreta ulterior realitatea. Prin urmare, erorile conceptuale, vor antrena interpretări și explicații eronate, așteptări și predicții care nu vor fi confirmate de datele din mediu, erori rezolutive și de raționament. Din păcate, erorile științifice conceptuale sunt destul de frecvent întâlnite, atât în cazul copiilor aflați la debutul școlarității, cât și în cazul elevilor mai mari. Predarea conceptelor științifice într-o manieră care antrenează curiozitatea elevilor, utilizând contexte diverse și realiste, povestiri din istoria descoperirilor științifice, experimente în natură sau vizite la muzee, animații și hărți conceptuale, investigația dirijată, sunt doar câteva exemple de strategii și activități didactice menite să faciliteze înțelegerea acestora. Identificarea erorilor conceptuale este un demers care nu poate fi eludat, iar acestea, odată identificate, pot fi corectate prin explicații directe, sau prin intermediul contra-exemplelor, al informației care le infirmă, prin crearea de conflict cognitiv și sprijinirea reconstrucției conceptuale.

²⁰ David Klahr, Corrine Zimmerman & Bryan Matlen, *Improving Students' Scientific Thinking*, In J. Dunlosky & K. A. Rawson (Eds.), *The Cambridge Handbook of Cognition and Education* (pp. 67–99). Cambridge University Press, 2019.

²¹ Deanna Kuhn, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* În U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 371-393), Oxford: Blackwell Publishing, 2002; Corinne Zimmerman, *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school*, *Developmental Review*, 27(2), pp. 172–223, 2007; Christopher Osterhaus, Susanne Koberber & Beate Sodian, *Scientific thinking in elementary school: Children's social cognition and their epistemological understanding promote experimentation skills*, *Developmental Psychology*, 53(3), pp. 450–462, 2017.

²² David Klahr, Corrine Zimmerman & Bryan Matlen, *Improving Students' Scientific Thinking*, In J. Dunlosky & K. A. Rawson (Eds.), *The Cambridge Handbook of Cognition and Education* (pp. 67–99). Cambridge University Press, 2019.

- ii) Dacă dimensiunea conceptuală a gândirii științifice este în mare măsură specifică domeniului, *dimensiunea procedurală* se regăsește în cadrul diverselor demersuri de cunoaștere pe care oamenii de știință le-au efectuat de-a lungul timpului. Practica științifică implică competențe procedurale precum: antrenarea curiozității și adresarea întrebărilor relevante, formularea și rafinarea ipotezelor, efectuarea raționamentelor analogice, abilități de investigație, abilități de experimentare, evaluarea dovezilor și a argumentelor, analizarea și interpretarea datelor etc. Strategiile didactice care și-au demonstrat eficiența în dezvoltarea dimensiunii procedurale a gândirii științifice presupun, pe de o parte, utilizarea unui demers de tipul: observare – formularea ipotezelor sau adresarea întrebărilor relevante – experimentare sau argumentare – evaluarea dovezilor sau analiza și interpretarea datelor – prezentarea concluziilor, iar pe de altă parte, identificarea dificultăților pe care elevii le întâmpină pe parcursul demersului și oferirea sprijinului necesar pentru a le depăși. De pildă, atunci când recurg la raționamentul analogic, elevii din ciclul primar se limitează adesea la observarea caracteristicilor perceptive de suprafață, pe baza cărora vor stabili relații de corespondență, fără a lua în calcul proprietățile definitorii, de profunzime, mai puțin accesibile observației directe. Evidențierea acestor trăsături de profunzime prin instruire directă sau prin diverse metode grafice va facilita efectuarea unui raționament analogic corect. Pe de altă parte, este cunoscut faptul că elevii din ciclul primar sunt capabili să efectueze raționamente cauzale, având însă dificultăți în a diferenția o relație de covarianță de una de cauzalitate. Exemplificările repetate și explicațiile cadrului didactic sunt un ajutor util în dezvoltarea abilităților elevilor de a diferenția cele două tipuri de relații dintre variabile.
- iii) *Dezvoltarea abilităților de a aplica conceptele și procedurile științifice în rezolvarea unor probleme inedite sau din viața de zi cu zi.* Pentru ca demersul didactic să își atingă scopul, elevii vor fi încurajați și sprijiniți să aplice conceptele și procedurile științifice învățate în școală – de la formularea unor ipoteze simple, la identificarea factorilor cauzali sau elaborarea unor proiecte de cercetare complexe – în viața de zi cu zi.

4. Concluzii

Gândirea științifică este astăzi un construct bine-definit în psihologie, aceasta dezvoltându-se pe parcursul copilăriei și al vieții de elev, în concordanță cu numeroase alte procese cognitive și metacognitive de care depinde și atingând funcționalitatea deplină abia în adolescență. Într-o lume în care informația este abundentă și ușor accesibilă, selecția informației valide și relevante în raport cu obiectivele personale este adesea un demers dificil, iar competențele de gândire critică și competențele de gândire științifică de care persoana dispune pot contribui la succesul acestuia. În condițiile în care dezvoltarea gândirii critice este mediată cultural și educațional, identificarea acelor strategii didactice care pot avea un impact

pozitiv semnificativ constituie un obiectiv care merită luat în calcul de specialiștii în educație.

Bibliografie

- GELMAN, Susan A, & KALISH, Charles W., *Conceptual development*. In D. Kuhn, R. S. Siegler, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Cognition, perception, and language* (pp. 687–733). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2006.
- INHELDER, Bärbel E., & PIAGET, Jean, *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books, 1958.
- JIROUT, Jamie J., *Supporting Early Scientific Thinking through Curiosity*, *Frontiers in Psychology*, vol. 11, 2020.
- KOERBER, Susanne, MAYER, Daniela, OSTERHAUS Christopher, SCHWIPPERT, Knut, & SODIAN, Beate, *The development of scientific thinking in elementary school: a comprehensive inventory*, *Child Development*, 86(1), pp. 327-36, 2015.
- KLAHR, David, ZIMMERMAN, Corrine, & MATLEN, Bryan J., *Improving Students' Scientific Thinking*, In J. Dunlosky & K. A. Rawson (Eds.), *The Cambridge Handbook of Cognition and Education* (pp. 67–99). Cambridge University Press, 2019.
- KUHN, Deanna, & PEARSALL, Susan, *Developmental Origins of Scientific Thinking*, *Journal of Cognition and Development*, 1(1), pp. 113-129, 2000.
- KUHN, Deanna, *What is Scientific Thinking and How Does it Develop?* In U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 371-393), Oxford: Blackwell Publishing, 2002.
- MORRIS, Bradley J., CROKER, Steve, MASNICK, Amy M., and ZIMMERMAN, Corrine, *The emergence of scientific reasoning*. In H. Kloos, B. J. Morris, and J. L. Amaral (Eds.), *Current Topics in Children's Learning and Cognition* (pp. 61-82), Rijeka: IntechOpen, 2012.
- OSTERHAUS, Christopher, KOERBER, Susanne, & SODIAN, Beate, *Scientific thinking in elementary school: Children's social cognition and their epistemological understanding promote experimentation skills*, *Developmental Psychology*, 53(3), pp. 450–462, 2017.
- OSTERHAUS, Christopher, BRANDONE, Amanda C., VASNIADOU, Stella, & NICOLOPOULOU, Angeliki, *Editorial: The Emergence and Development of Scientific Thinking During the Early Years: Basic Processes and Supportive Contexts*, *Frontiers in Psychology*, 12, 2020.
- ZIMMERMAN, Corinne, *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school*, *Developmental Review*, 27(2), pp. 172–223, 2007.