

## Tematikus összeállítás

# A STEM TANÍTÁSÁNAK ÉS TANULÁSÁNAK AKTUÁLIS KÉRDÉSEI

## CURRENT ISSUES IN TEACHING AND LEARNING STEM

VENDÉGSZERKESZTŐ: GSELMANN ESZTER

### BEVEZETŐ

### INTRODUCTION

Gselmann Eszter

PhD, egyetemi docens, Debreceni Egyetem Matematikai Intézet Analízis Tanszék, Debrecen  
gselmann@science.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az Academia Europaea 2020. december 9-én egy konferencia keretében nyitotta meg Budapest Knowledge Hub elnevezésű regionális tudásközpontját, melyben négy, párhuzamosan futó, ún. tematikus misszió került kialakításra. Mind a négy tematikus missziót az Academia Europaea egy-egy tagja, valamint a Fiatal Kutatók Akadémiájának egy-egy tagja vezeti. Ebben a munkában a Methodology of Science Education (STEM) elnevezésű tematikus missziót szeretnénk bemutatni. Ezen belül különös hangsúlyt fektetve *A STEM tanításának és tanulásának aktuális kérdései* elnevezésű workshopunkra, melyet az MTA Közoktatási Elnöki Bizottságával közösen rendeztünk meg 2021. október 21-én.

### ABSTRACT

Based on a collaboration agreement between Academia Europaea and the Hungarian Academy of Sciences signed on 9 December 2020, a new regional knowledge hub, the AE Budapest Knowledge Hub was opened. Activities of the Knowledge Hub are organized along four parallel thematic missions, each of them co-ordinated by two co-chairs: one senior AE member and one member of the Hungarian Young Academy, the latter with the specific assignment to help the involvement of younger generations in Hub actions. In this work, we would like to introduce one of them, the thematic mission called Methodology of Science Education. Within this, we placed special emphasis on our workshop entitled *Current Issues in Teaching and Learning STEM* which we organized together with the Presidential Committee for Public Education of the Hungarian Academy of Sciences on 21 October 2021.

**Kulcsszavak:** természettudományos nevelés, természettudományok tanítása és tanulása, STEM, Academia Europaea, Academia Europaea Budapest Knowledge Hub

**Keywords:** science education, STEM education, learning STEM, Academia Europaea, Academia Europaea Budapest Knowledge Hub

## A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK TANÍTÁSÁRÓL

Az elmúlt években számos tanulmány (OECD, 2001; OECD, 2019; Rocard et al., 2010) mutatott rá a közoktatásban részt vevő gyermekek természettudományos tantárgyak, illetve a matematika iránti érdeklődésének aggasztó hanyatlására. Annak ellenére, hogy számos projekt és akcióterv létezik jelenleg is a tendencia visszafordítása érdekében, a javulás jelei sokszor meglehetősen szerények és esetlegesek. Ahogyan arra az ún. Rocard-jelentés (URL1) is figyelmeztet: hatékonyabb lépések hiányában Európa, és így Magyarország hosszabb távú innovációs képessége és kutatásának minősége is sajnálatosan csökkenni fog. Továbbá, a lakosság körében általában olyan készségek elsajátítása, amelyek mára az élet minden területén elengedhetlenné válnak egy mindinkább a tudáshasználattól függő társadalomban, egyre nagyobb veszélyben vannak.

Következésképpen fontos látnunk azokat a szakértői csoportokat, amelyek a folyamatban lévő kezdeményezéseket vizsgálják, azokból olyan *know-how*-t és jól bevált gyakorlatokat azonosítanak, amelyek változást idézhetnek elő a fiatalok természettudományos tantárgyak iránti érdeklődésében. Mivel a fiatalok természettudományos tantárgyak iránti érdeklődésének csökkenése nagyrészt az iskolai természettudományok oktatásának módjában keresendő, ezért a legfajszínűsabb kérdésnek, véleményem szerint, ennek kellene lennie.

A természettudományok tanítása kifejezés (illetve ennek az angol megfelelője, a *science education*) többféle értelemben is használatos (Csapó, 2004). Tágabb értelemben magában foglalja a természettudományok tanításával kapcsolatos összes problémát, például a természettudományos tantárgyak tanításának részletkérdéseit és a tudományos pályára való felkészítés módszereit is. A szűkebb értelmezés szerint pedig a természettudományos *nevelésen* van a hangsúly. Ez utóbbi egy szűkebb értelmű szóhasználat, mely az utóbbi évtizedekben vált hangsúlyosabbá. Magyarországon a természettudományok tanításában mind a mai napig leginkább a diszciplináris szemléletmód a meghatározó. Ez hatással van a tantervi tananyag elrendezésére, a tanítási, tanulásszervezési és értékelési módszerekre, melynek következményeként elsősorban a frontális módszerek terjedtek el: a tanítási-tanulási folyamat egyirányú, a tudás értékelése csak az adott

tantárgyhoz tartozik, kis hangsúly van csak a megszerzett tudás alkalmazhatóságán. Ez a szemléletmód kiemelkedő eredményeket ért el egészen az 1980-as évekig, különösen a tehetséggondozás területén. A magyar oktatási rendszer jelenleg még mindig abban a közép-európai mezőnyben van, ahova a rendszer-váltás óta tartozott. Azonban míg korábban a régió élmezőnyében szerepeltünk, 2010 óta – mára – a balkáni országok szintjére süllyedtünk. A problémák okai szerteágazóak, ebben a munkában azonban csak a módszertani kérdésekkel szeretnék foglalkozni. A diszciplináris szemléletmód egyik legnagyobb gyengesége az, hogy a kialakított tudás túlságosan specializált, leginkább csak a természettudományos pályákra készülő tanulóknak nyújt releváns ismereteket. Ezenkívül, a természettudományi vagy mérnökképzésbe jelentkező tanulók jelentős része nem rendelkezik a felsőoktatási tanulmányok sikeres teljesítéséhez szükséges alapvető tudással.

A már említett Rocard-jelentés szerzői rávilágítanak például arra, hogy az úgynevezett kutatásalapú természettudomány-tanítás (Inquiry-Based Science Education, IBSE) általános és középiskolai szinten is bebizonyította, hogy hatékonyan növeli a gyerekek és a tanulók érdeklődését és teljesítményét, ugyanakkor serkenti a tanárok motivációját is. Vizsgálatok támasztják alá továbbá, hogy az IBSE a leggyengébbtől a legtehetősebbig minden diák esetében hatékony, és teljes mértékben összeegyeztethető a kiválóságra törekvő ambícióval. Ezenkívül, az IBSE jótékony hatással van a lányok érdeklődésének és részvételének elősegítésére a tudományos tevékenységekben. Végül, az IBSE és a hagyományos deduktív megközelítések nem zárják ki egymást, és ezeket bármely természettudományos tanteremben kombinálni lehet, hogy alkalmazkodjanak a különböző gondolkodásmódokhoz és korcsoportos preferenciákhoz. A természettudományok tanítása megújításának kulcsszereplői a tanárok. A megújításra azonban nem egyénileg, hanem egy jól szervezett hálózat tagjaiként lehetnek képesek. Ez teheti ugyanis lehetővé számukra, hogy javítsa tanításuk minőségét, és támogassa a motivációjukat. Ilyen hálózatok a tanárok szakmai fejlődésének hatékony összetevőjeként használhatók, kiegészíthetik a tanári továbbképzés hagyományosabb formáit, serkenhetik a morált és a motivációt. Az említett jelentés szerzői ezzel kapcsolatban két innovatív kezdeményezést is kiemelnek, a POLLEN-t (URL2) és a SinusTransfer-t (URL3). Azon felül, hogy ösztönözze és támogassa a kutatáson alapuló természettudományos oktatást és tanulást az általános iskolákban, a POLLEN eszközöket, képzést, *coaching*ot és értékelést is biztosított. Mindezek mellett továbbképzést, oktatási anyagokat, speciálisan kialakított foglalkozásokat, tantermi kísérleti anyagokat, állandó tanácsadó szolgálatot, európai hálózatot (az együttműködés és az ikerintézményi tevékenységek elmélyítésére), valamint egy egyedülálló webes platformot biztosítottak az eszközök eléréséhez, a koordinátorokkal való kapcsolatfelvételhez és a projekt fejlesztésével kapcsolatos információk megszerzéséhez.

Bár a külföldi példák és jó tapasztalatok számunkra is hasznosak és követendők lehetnek, sajnos ezek jó részét nem lehet egy az egyben adaptálni a magyar oktatási rendszerbe. Márpedig nekünk mindenekelőtt a saját oktatásunk gondjait, problémáit kell megértenünk és megoldanunk. Hiszen, bár a természettudományok tradicionális tanítása a világon szinte kivétel nélkül válsággal küzd, a problémák országoként más-más formában jelentkeznek.

#### AZ ACADEMIA EUROPAEA BUDAPEST KNOWLEDGE HUB METHODOLOGY OF SCIENCE EDUCATION ELNEVEZÉSŰ TEMATIKUS MISSZIÓJA

2020. december 9-én egy konferencia keretében, Barcelona, Bergen, Cardiff, Tbiliszi és Wrocław után Budapesten nyitotta meg új tudásközpontját (Knowledge Hub) az Academia Europaea. Az AE Budapest Knowledge Hub célja, hogy inspiráló környezetet teremtsen a regionális és európai fókuszú interdiszciplináris tudományos diskurzushoz, támaszkodva mind az AE-tagok közösségére, mind a Magyar Tudományos Akadémia Köztestületére, elkötelezve magát a többi AE Knowledge Hubbal való együttműködés mellett. A Budapest Knowledge Hub megalakulásakor négy, párhuzamosan futó, ún. tematikus misszió került kialakításra. Ezen túlmenően a tudásközpont nyitott minden magyarországi AE-tag által előterjesztett egyéb témák befogadására is.

A Budapest Knowledge Hub mind a négy tematikus misszióját két-két társelnök koordinálja: egy AE-tag és egy junior tag, aki tagja a Fialat Kutatók Akadémiájának, utóbbi azzal a céllal, hogy segítse a fiatalabb generációk bevonását a regionális tudásközpontok működésébe. A Budapest Knowledge Hub tudományos igazgatója Lovász László, az MTA 20. elnöke. A tudásközpont adminisztratív feladatait elsősorban az MTA Titkársága Nemzetközi Kapcsolatok Osztályának munkatársai (Bóhm Gergely és Borvölgyi Katalin) látják el, használva az MTA infrastruktúráját, beleértve például a konferencia- és *workshop*-helyszínek, tárgyalótermek elérését. Az AE Budapest Knowledge Hub négy tematikus missziója és azok társelnökei az alábbiak:

- I. Methodology of Science Education (társelnökök: Pléh Csaba és Gselmann Eszter)
- II. The Danube Region (társelnökök: Báldi András és Solymosi Katalin)
- III. Widening European Participation (társelnökök: Kondorosi Éva és Toldi Gergely)
- IV. Urban Sustainability (társelnökök: Stépán Gábor és Török Péter)

A Methodology of Science Education elnevezésű tematikus missziót az előző részben is taglalt problémák és kihívások hívták életre: a tudományos pályák népszerűségének csökkenése, valamint a komplex tudományos ismeretek sok-

szor rossz megértése és felhasználása, a digitális kor globális trendjei. Ezeket a tudományos információk exponenciális növekedése, az ágazatok közötti növekvő jövedelmi egyenlőtlenségek, az új kommunikációs csatornák, a közösségi média és számos egyéb tényező tovább súlyosbítják. E kihívások kezelésére új módszertanok kidolgozására és népszerűsítésére van szükség a természettudományos oktatásban. Elősegítve a tudományos ismeretek átadását az oktatás minden szakaszában az általános iskolától az egyetemi természettudományos tantervekig. Példaként említhetjük meg a koronavírus-járvány alatti távoktatást, amely jól szemlélteti, milyen fontos lehet a meglévő oktatási módszerek adott helyzetekre történő gyors és effektív adaptálása, valamint új oktatási módszerek kidolgozása. Reményeink szerint a meglévő AE Knowledge Hubok, amelyeknek gyakran vezető európai egyetemek adnak otthont, és a természettudományos oktatásban érintett AE-tagok szívesen járulnak hozzá a tematikus küldetés sikeréhez. A megosztott tudás és az európai tapasztalatok hozzájárulhatnak a természettudományos oktatás szakpolitikai irányelveinek felülvizsgálatához is.

Küldetésünknek tekintjük az iskolák, a tanárok, illetve a tanárképzésben részt vevők támogatását a természettudományos nevelés alkalmazásában. Mindezek mellett foglalkoznunk kell a társadalmi-gazdasági, a nemek közötti és a kulturális egyenlőtlenségekkel is annak érdekében, hogy hozzáférést és lehetőséget biztosítsunk a minőségi oktatáshoz mindenki számára. Vannak olyan kiemelkedő szervezetek, kutatócsoportok, ahol már eddig is kiváló és fontos munkát végeztek. Ezért elsősorban velük szeretnénk kapcsolatot teremteni, hogy megismerjük munkájukat, és felkutassuk a lehetséges szinergiákat. Küldetésünknek megfelelően egyik legfontosabb feladatunknak tartjuk, hogy összekötő kapcsolóként és információs csomópontként közvetíthessünk a hazai és a nemzetközi kutatók között. A terveknek megfelelően 2021-ben feltérképeztük, hogy kik azok az AE-tagok, akikkel potenciálisan együtt dolgozhatnánk a jövőben. Ezért egy rövid e-mailes felmérést végeztünk a lehetséges szinergiák felkutatása érdekében. A válaszok beérkezése után ezeket az adatokat táblázatba rendeztük. Célunk az, hogy a táblázatban szereplő nemzetközi kutatókat összekapcsoljuk azokkal a magyar kutatókkal, akik azonos vagy hasonló kutatási területtel, tudományos érdeklődési körrel rendelkeznek.

2021. március 26-án *online* nemzetközi workshopot szerveztünk *Every Cloud Has a Silver Lining – Experiences and Prospects of Online STEM Education in the Light of the Pandemic* címmel. Ezen az alkalmon előadónk segítségével arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a koronavírus-járvány hogyan változtatta meg a közoktatást és a kutatások mindennapi működését. A távoktatás új módszerek és eszközök bevezetését tette szükségessé. Úgy gondoljuk, hogy érdemes a jó tapasztalatokat összegezni. A negatív hatások mellett a koronavírus-járvány arra is rávilágított, hogy vannak módok az oktatás hatékonyabbá tételére, erre utal a

workshop címében szereplő közmondás is: Every cloud has a silver lining (Minden rosszban van valami jó.). A workshop meghívott előadói

- Lavicza Zsolt (Linz School of Education, Linz, Ausztria),
- Savos Iulia (CEU Babylab, Budapest, Magyarország),
- Szűcs Dénes (University of Cambridge, UK)

voltak.

A márciusi nemzetközi workshop mellett magyar nyelvű workshopot is szerveztünk: *A STEM tanulásának és tanításának aktuális kérdései* címmel. Mint fentebb írtuk, egyik legfontosabb küldetésünk a magyar és a nemzetközi kutatók összekapcsolása. Így fontosnak tartottuk egy olyan rendezvény megszervezését is, ahol a magyar kutatók magyarul is bemutatkozhatnak. Ezt a workshopot az MTA Közoktatási Elnöki Bizottságával közösen rendeztük meg 2021. október 21-én. A workshop középpontjában a STEM legújabb kérdései, perspektívái és tanítása álltak, nagy hangsúlyt fektetve a fizikára és a kémiára. A workshop előadói (az előadásaik sorrendjében)

- Csapó Benő (Szegedi Tudományegyetem),
- Korom Erzsébet (Szegedi Tudományegyetem),
- B. Németh Mária (Szegedi Tudományegyetem),
- Szalay Luca (Eötvös Loránd Tudományegyetem),
- Tóth Zoltán (Debreceni Egyetem)

voltak.

Az előadóülést egy rendkívül aktív vitafórum követte, amelyet Csapó Benő professzor úr moderált. Ezen workshop után vetődött fel az, hogy a fenti előadók egy-egy tanulmányban ismertethetnék legújabb eredményeiket a *Magyar Tudomány* olvasói számára.

*B. Németh Mária* és szerzőtársai *A természettudomány tanulásának motivációi a 6. és a 8. évfolyamon* című munkájukban a természettudományok tanulásának motivációját vizsgálták az általános iskolai tanulmányok két pontján, négy tantárgy (természetismeret, biológia, fizika, kémia) tanulási motivációjának összehasonlítására fókuszálva. Vizsgálataik azt mutatják, hogy mind a négy tantárgy tanulásában a legmotiválóbb a jó jegyek megszerzése, ehhez képest pedig kevésbé ösztönzők például a jövőbeli karriertervek és az intrinzik motiváció. A cikk szerzői figyelmeztetnek arra, hogy ha a természetismeret tantárggyal (egyszerűbb tananyag, szorosan kötődik a tanulók hétköznapi tapasztalataihoz) sem sikerül felkelteni az érdeklődését, akkor ezt a tanulmányok előrehaladtával egyre nehezebb lesz megtenni.

Bár az 1970-es és 1980-as években a magyar természettudomány-tanítás még az első nagy nemzetközi felmérések eredményei szerint a világ legjobbjai közé tartozott, egy 1995-ös felmérés szerint a magyar diákok már csak a nemzetközi

középmezőnyben voltak. A PISA-felmérések adatai szerint 2018-ban gyengébb volt a magyar diákok természettudományos teljesítménye, mint 2000-ben. Aggasztó jel továbbá, hogy sokkal magasabb a nagyon gyengén teljesítők aránya is. A magyar eredmények önmagukhoz viszonyítva is romlottak. Az okok szerteágazóak. *Csapó Benő A természettudomány diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei* című munkájában arról ír, hogy a problémák egy részére megoldásként szolgálhat a természettudomány korai tanulásának, mindenekelőtt a differenciált, személyre szóló fejlesztés támogatására szolgáló eDia diagnosztikus értékelési rendszer, amelynek két funkcionálisan elkülöníthető része az eDia online tesztplatform, illetve a feladatbank. A rendszer egyik erőssége, hogy alapvetően új tartalmi keretekre épül, amelyet kiterjedt tudományos elemzés alapozott meg. Ebben a tanulmányban a tartalmi keretek kidolgozását megelőző kutatómunkát, annak nemzetközi forrásait, és az ezek eredményeként elkészült modellt mutatja be a szerző.

*Korom Erzsébet Csiszár Imrével közös A természettudományos gondolkodás és kutatás készségeinek fejlesztése kisiskoláskorban* című munkájában a természettudományos gondolkodás és kutatás készségeinek fejlesztésére helyezi a hangsúlyt, összefoglalva a legfontosabb kutatási eredményeket: tárgyalja a megismerés és a gondolkodás fejlődésének szakaszait és azokat a megismerő tevékenységeket, amelyek támogathatják az egyes életkori szakaszokban a természeti jelenségek megismerését, vizsgálatát és a tudományos ismeretek megalapozását. Ezen felül bemutat egy kisiskolásoknak készült, a kutatásalapú tanulásra építő fejlesztő programot is, amelyet az MTA–SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport dolgozott ki.

*Szalay Luca Kutatásalapú kémiatanítás* című munkája azzal foglalkozik, hogy ezeknek módszereknek a használata során a tanulási folyamat a természettudományos kutatások lépéseit modellezi. Noha alkalmazásukhoz sokan nagy reményeket fűztek, a szakirodalom és ez a tanulmány is figyelmeztet, hogy a módszer bevezetésének számos feltétele és buktatója van.

A *p*-prímek (fenomenológiai primitívek) olyan, tapasztalatokon nyugvó naiv axiómák, melyek igazságtartalmát gondolkodás nélkül elfogadjuk. Amikor egy (természettudományos) problémát kell megoldanunk, akkor gyakran nyúlunk ezekhez a rövidített gondolkodási sémákhoz – nemritkán sikerrel. Hasznuk, hogy gyors döntést tesznek lehetővé, azonban mivel gondolkodás nélkül elfogadjuk őket, néhány esetben helytelen döntésre juthatunk. *Tóth Zoltán Bárány Zsolt Bélával közös Primitív axiómák (p-prímek) a tanulók gondolkodásában* című munkájában egy *p*-prímekkel kapcsolatos keresztmetszeti vizsgálatot végzett középiskolások körében, melynek során kilenc újabb *p*-prím-alapú fogalmi megértési problémát tártak fel.



## IRODALOM

- Csapó B. (2004): Természettudományos nevelés: Híd a tudomány és a nevelés között. In: Csapó B. (szerk.): *Tudás és iskola*. Budapest: Műszaki Kiadó, 11–28. <http://real.mtak.hu/61538/>
- Korom E. – Szabó G. (2012): A természettudomány tanításának és felmérésének diszciplináris és tantervi szempontjai. In: *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 93–150. <https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6088/>
- OECD (2001): *Knowledge and Skills for Life: First Results from PISA 2000*. Paris: PISA, OECD Publishing. DOI: 10.1787/9789264195905-en, [https://www.oecd-ilibrary.org/education/knowledge-and-skills-for-life\\_9789264195905-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/knowledge-and-skills-for-life_9789264195905-en)
- OECD (2019): *PISA 2018 Results*. Volume I: *What Students Know and Can Do*. Paris: PISA, OECD Publishing. DOI: 10.1787/5f07c754-en, [https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-results-volume-i\\_5f07c754-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-results-volume-i_5f07c754-en)
- Rocard, M. – Csermely, P. et al. (2010): Természettudományos nevelés ma: megújult pedagógia Európa jövőjéért. *Iskolakultúra*, 20, 12, 13–30. <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/21099>
- URL1: Rocard Report (Rocard, M. – Csermely P. – Jorde, D.), 2010: *Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*. <https://www.eesc.europa.eu/documents/rocard-report-science-education-now-new-pedagogy-future-europe>
- URL2: POLLEN: *Seed Cities for Science, A Community Approach for a Sustainable Growth of Science Education in Europe*. <https://cordis.europa.eu/project/id/518399/reporting>
- URL3: SINUS Transfer: *A Trademark for Improving Mathematics and Science Education in Germany*. <http://www.sinus-transfer.eu/>
- URL4: Az AE Budapest Knowledge Hub honlapja: <https://mta.hu/aebudapest/budapest-knowledge-hub-111313>
- URL5: A STEM tanulásának és tanításának aktuális kérdései című workshop videója: <https://www.youtube.com/watch?v=JhANtVAtrQk>