

MAGYAR TUDOMÁNY

- Neveléstudományi kutatás és a közoktatási rendszer fejlődése
- A 2019-es kémiai Nobel-díj háttéréről és a díjazottakról
- A fejlődéstan apoteózisa (Közgazdasági Nobel-díj, 2019)



AKADÉMIAI KIADÓ



MAGYAR TUDOMÁNY

HUNGARIAN SCIENCE

A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata

A folyóirat a magyar tudomány minden területéről közöl tanulmányokat, egyes témákat kiemelten kezelve. A folyóirat célja összképet adni a tudományos élet eredményeiről, eseményeiről, a kutatás fő irányairól és a közérdeklődésre számot tartó témákról közérthető formában. Alapítási éve 1840.

Szerkesztőség

Magyar Tudomány
Magyar Tudományos Akadémia
Telefon/fax: (06 1) 459 1471
1051 Budapest, Nádor utca 7.
E-mail: matud@akademiai.hu

Megrendeléseiket az alábbi elérhetőségeinken várjuk:
Akadémiai Kiadó, 1519 Budapest, Pf. 245
Telefon: (06 1) 464 8240
E-mail: journals@akademiai.com
Előfizetési díj egy évre: 11 040 Ft

Hirdetések felvétele: hirdetes@akademiai.hu
© Akadémiai Kiadó, Budapest, 2020
Printed in EU
MaTud 181 (2020) 1

MAGYAR TUDOMÁNY

HUNGARIAN SCIENCE

A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata

Főszerkesztő

FALUS ANDRÁS

Szerkesztőbizottság

BAZSA GYÖRGY, BÁLINT CSANÁD, BOZÓ LÁSZLÓ, CSABA LÁSZLÓ
CSERMELY PÉTER, HAMZA GÁBOR, HARGITTAI ISTVÁN, HUNYADY GYÖRGY
KENESEI ISTVÁN, LUDASSY MÁRIA, NÉMETH TAMÁS, PATKÓS ANDRÁS
ROMSICS IGNÁC, RÓNYAI LAJOS, SPÄT ANDRÁS, VÁMOS TIBOR

Szaklektorok

MOLNÁR CSABA, PERECZ LÁSZLÓ, SZABADOS LÁSZLÓ

Rovatvezetők

GIMES JÚLIA (Kitekintés), SIPOS JÚLIA (Könyvszemle)

Olvasószerkesztő

MAJOROS KLÁRA



AKADÉMIAI KIADÓ



Megjelenik
a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával

HU ISSN 0025 0325

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó Zrt. igazgatója

Felelős szerkesztő: Pomázi Gyöngyi

Termékmenedzser: Egri Róbert

Fedélterv: xfer grafikai műhely sorozattervének felhasználásával Berkes Tamás készítette

Tipográfia, tördelés: Berkes Tamás

Megjelent 12,87 (A/5) ív terjedelemben

Tartalom

Tematikus összeállítás:

Neveléstudományi kutatás és a közoktatási rendszer fejlődése

VENDÉGSZERKESZTŐ: *Csapó Benő*

Csapó Benő

BEVEZETÉS: NEVELÉSTUDOMÁNYI KUTATÁS ÉS A TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ALKALMAZÁSA 3

Steklács János, Hódi Ágnes, Török Tímea

AZ OLVASÁS-SZÖVEGÉRTÉS TANÍTÁSÁNAK MEGÚJÍTÁSA AZ ELMÉLETI KERETEK, AZ ÉRTÉKELÉS ÉS A FEJLESZTŐPROGRAMOK TERÜLETÉN 11

Csikos Csaba, Pásztor Attila, Rausch Attila, Sztányi Judit

A MATEMATIKAI NEVELÉS KUTATÁSÁNAK AKTUÁLIS IRÁNYZATAI 24

Korom Erzsébet, Z. Orosz Gábor

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS FŐ KUTATÁSI IRÁNYZATAI 34

Józsa Krisztián, D. Molnár Éva, Zsolnai Anikó

AZ ISKOLA AFFEKTÍV ÉS SZOCIÁLIS JELENSÉGVILÁGÁNAK KUTATÁSA 47

Molnár Gyöngyvér, Turcsányi-Szabó Márta, Kárpáti Andrea

DIGITÁLIS FORRADALOM AZ OKTATÁSBAN – PERSPEKTÍVÁK ÉS DILEMMÁK 56

Fejes József Balázs, Tóth Edit, Szabó Dóra Fanni

AZ OKTATÁSI MÉLTÁNYOSSÁG ÉS AKTUÁLIS KÉRDÉSEI MAGYARORSZÁGON 68

Feith Helga Judit, Mészárosné Darvay Sarolta, Lukács J. Ágnes, Falus András

HATÉKONYSÁG ÉS REFLEXIÓ. A KORTÁRSOKTATÁS PEDAGÓGIAI MÓDSZERE AZ EGÉSZSÉGFEJLESZTÉS TERÜLETÉN 79

Tanulmányok

Csaba László

A FEJLŐDÉSTAN APOTEÓZISA (KÖZGAZDASÁGI NOBEL-DÍJ, 2019) 90

Mandl József

**WILLIAM KAELIN JR., SIR PETER RATCLIFFE ÉS GREGG SEMENZA
NOBEL-DÍJAT KAPOTT A HIPOXIA JELPÁLYA FELFEDEZÉSÉÉRT
(FIZIOLÓGIAI ÉS ORVOSTUDOMÁNYI NOBEL-DÍJ, 2019)** 96

Péter László

A 2019-ES KÉMIAI NOBEL-DÍJ HÁTTERÉRŐL ÉS A DÍJAZOTTAKRÓL 101

Embey-Isztin Antal

AZ ÉREM MÁSIK OLDALA 107

Tudós fórum

Bálint Bálint László, Scholtz Beáta

**BIOINFORMATIKA-OKTATÁS ÉLETTUDOMÁNYI HALLGATÓK RÉSZÉRE
A GALAXY-PLATFORM SEGÍTSÉGÉVEL** 116

Vélemény, vita

Holl András

**MILYEN ÚTON ÉRJÜK EL A TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK NYÍLT
HOZZÁFÉRHETŐSÉGÉT?** 121

Könyvszemle

SIPOS JÚLIA GONDOZÁSÁBAN

**MOSZKVAI SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL.
ILLETÉKTELEN KOMMENTÁR HARGITTAI MAGDOLNA
ÉS HARGITTAI ISTVÁN KÖNYVÉHEZ – Dalos György** 132

**JUHOK, GAZDÁK, KÖNYVEK, ÚJSÁGOK ÉS TÁRSASÁGOK:
A GENETIKA SZÜLETÉSÉRŐL, MÁSKÉPP – Z. Karvalics László** 135

Kitekintés

GIMES JÚLIA GONDOZÁSÁBAN 138

Tematikus összeállítás

NEVELÉSTUDOMÁNYI KUTATÁS ÉS A KÖZOKTATÁSI RENDSZER FEJLŐDÉSE

EDUCATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE EDUCATION SYSTEM

VENDÉGSZERKESZTŐ: CSAPÓ BENŐ

BEVEZETÉS: NEVELÉSTUDOMÁNYI KUTATÁS ÉS A TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ALKALMAZÁSA

INTRODUCTION: EDUCATIONAL RESEARCH AND THE APPLICATION OF SCIENTIFIC RESULTS

Csapó Benő

DSc, Szegedi Tudományegyetem Oktatásemélet Tanszék, Szeged
MTA–SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport, Szeged
csapo@edpsy.u-szeged.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A fejlett országokban az oktatás a társadalmi haladás és a gazdasági növekedés legfőbb motorjává vált, az oktatás fejlesztésében pedig mind nagyobb szerepet játszik a tudományos kutatás. A neveléstudomány az egyik leggyorsabban fejlődő empirikus társadalomtudománnyá vált, kialakultak a sajátos kutatási módszerei, létrejöttek a nagy nemzetközi szervezetei, konferenciái, folyóiratai. A kutatás eredményeinek gyakorlati alkalmazása komplex, erőforrás-igényes folyamat, továbbá a kutatási eredmények létrehozásában és alkalmazásában a különböző régiók és országok között jelentős különbségek vannak. A fejlődés nem mentes az ellentmondásoktól sem, az új eredmények követésére, elfogadtatására és a gyakorlati alkalmazás elősegítésére csak a nemzetközi tudományos folyamatokba aktívan bekapcsolódó kutatói közösségek képesek.

ABSTRACT

In the developed countries education became the main engine of social progress and economic growth, furthermore, scientific research plays an increasing role in the improvement of education. Educational science has become one of the fastest developing empirical social sciences,

with its specific research methods, large international conferences, scientific associations and journals. The practical application of research results to improve educational systems is a complex and resource-demanding process. Moreover, there are large regional and national differences in creating and applying scientific results. However, development is not without controversies, as only research communities actively participating in international scientific processes are able to follow, introduce and facilitate the practical application of scientific results.

Kulcsszavak: neveléstudományi kutatás, kutatási eredmények alkalmazása, bizonyítékokra alapozott oktatáspolitikai, pedagógiai értékelés

Keywords: educational research, the application of scientific results, evidence-based education policy, educational assessment

A tanítás mibenlétéről és módszereiről való gondolkodás egyidős a szervezett oktatással. Az első, ma is használatos és a modern tudományosság mércéjével mérve is igazolható didaktikai módszer, a kérdve kifejtő, kérdésekre alapozott tanítás Szókratész nevéhez köthető. Comeniusig kellett várni a tanítás alapelveinek olyan rendszerezett, tankönyvszerű formában való összefoglalására, amely alapelvek közül néhány ma is használható, például a szemléltetésre vonatkozó elgondolásai akár a mai multimédiás eszközök fejlesztését megalapozó megfontolások is lehetnének. A pedagógiai gondolkodók közül talán még Johann Friedrich Herbart néhány javaslatáról mondhatjuk, hogy kiállná a tudományosság próbáját, a keleti kultúrából pedig érdemes felidézni Konfuciusznak a gondolkodás és tanulás kapcsolatáról alkotott nézetét, amely az értelmi képességek tartalomba ágyazott fejlesztésének alapelve is lehet.

Az említett gondolkodók nem voltak a szó mai értelmében kutatók, de a hétköznapi tapasztalatokra alapozott javaslataik egy részének hatékonyságát empirikus eszközökkel bizonyítani lehet. Más elgondolásokról azonban, amelyek jó ötletnek tűntek, mára kiderült, hogy nem hatékonyak, vagy az elvárttal kifejezetten ellentétes hatásúak. Ahogy a tudományos kutatás egyre több területre kiterjed, mind több ilyen „rossz gyakorlatot”, kártékony hatású „reformot” ismerünk fel. Ma már egy könyvespolcot meg lehet tölteni azokkal a könyvekkel, amelyek olyan széles körben elfogadott alapelvekkel, általánosan alkalmazott oktatási módszerekkel vagy rendkívül sok pénzt felemésztő reformokkal foglalkoznak, amelyek kifejezetten szembe mennek a tudományosan igazolt eredményekkel (például: Whelan, 2009; Adey–Dillon, 2012; Koretz, 2017).

A tanítás és tanulás tudományos kutatása, a neveléstudomány (education science) modern (nagyraoszt empirikus) társadalomtudományként való működése, betagozódása a „nagy tudomány” szervezeti keretei közé (nemzetközi tudományos szervezetekkel, folyóiratokkal, sajátos kutatási módszerekkel, infrastruktúrával) viszonylag rövid múltra tekinthet vissza. Az a gondolat, hogy a közokta-

tás fejlesztését tudományos vizsgálatokkal kell megalapozni, a 19. század végén merült fel, a pedagógiai vonatkozású, pszichológiai jellegű mérések és kísérletek a 20. század elején kezdődtek, a jelentősebb kutatási programok azonban csak a múlt század közepén indultak el.

Ahogy az iskolarendszerek fejlődése és az oktatás expanziója a világ nagy gazdasági régióiban más pályán ment végbe, úgy a neveléstudományi kutatás is másként fejlődött Európában, Amerikában és Ázsiában, és még összetettebb módon alakult a kutatás és az iskolai gyakorlat kapcsolata. A legkorábban Európában vált ki a pedagógia a filozófiából, önálló pedagógiai tanszékek jöttek létre a német egyetemeken, és ez az eredet, a filozófiai-történeti meghatározottság az egész német kulturális befolyás alatt fejlődő régióra rányomta a bélyegét. A patinás múlt és a korán kialakult szervezeti keretek a kezdeti előnyök után a 20. század második felében már inkább hátrányt jelentettek. A dinamikusabban fejlődő nagy amerikai egyetemeken az empirikus társadalomtudományok gyorsabban vették át a természettudományok által kialakított alapvető kutatási, módszertani és publikációs normákat. Mindez az agyelszívás és a bővebben rendelkezésre álló anyagi erőforrások hatásaival együtt, továbbá figyelembe véve, hogy a múlt század történelmi folyamatai Európában nem igazán kedveztek az elmélyült empirikus társadalomtudományi kutatásnak, oda vezetett, hogy míg az amerikai egyetemeken kiváló neveléstudományi kutatóműhelyek jöttek létre, az oktatás fejlesztése terén Európa nagyrészt csak a saját hagyományaira és az amerikai tudományos forrásokra támaszkodhatott.

Mindezek hatására az 1980-as évekre előállt az a paradox helyzet, hogy Amerikában a világ legkiválóbb egyetemein létrejöttek a legjobb neveléstudományi kutatóműhelyek, ám nem lévén semmiféle mechanizmus (központi vagy állami szintű oktatásirányítás) arra, miképpen lehetne a kutatási eredményeket az oktatás gyakorlatába átültetni, az amerikai oktatási rendszer a fejlett világ leggyengébbjei közé tartozott. Az első, 1970-es, 1980-as nemzetközi matematikai és természettudományi tudásszintmérő felméréseken az USA az utolsók között kullogott, ugyanakkor a magyar diákok még az élvonalban voltak. A neveléstudomány színvonalas művelése azonban létrehozott Amerikában egy erős kutatói közösséget, amelyik képes volt arra, hogy fokozatosan meggyőzze a társadalmat, benne a politikai döntéshozókat a változtatás, a beavatkozás szükségességéről. A folyamat egyik kiindulópontja egy 1983-as bizottsági jelentés volt, amely a drámai *A Nation at Risk* címet kapta, és ahogy megfogalmazói munkájukat még nyomatékosabban nevezték: *Nyílt levél az amerikai néphez* (NCEE, 1983). A kezdeményezés nagyjából két évtizeddel később érett be, a folyamatot a bizonyítékokra alapozott oktatáspolitikai (evidence-based education policy) alapelveinek elterjesztése, szövetségi és állami szintű oktatási törvények sorozata, neveléstudományi kutatóintézetek alapítása jellemezte. Mindezek eredményeként az amerikai diákok a PISA-felmérések szerint már a nem-

zetközi középmezőnyben vannak, problémamegoldásban pedig az OECD-átlag felett teljesítenek (OECD, 2014).

Ázsia fejlődése egy egészen más történet: a későn jövők előnyeit élvezve és összegyűjtve mindazt a tudást, ami másutt rendelkezésre állt, kiemelt figyelmet fordítottak az oktatás fejlesztésére. Néhány ország, például Japán, majd újabban Korea, Tajvan és Szingapúr egy-két évtized alatt felépítették a világ leghatékonyabb oktatási rendszereit, és napjainkban elképesztő léptékű fejlesztés tanúi lehetünk Kínában. Egy tucatnyi, bizonyítottan hatékony, „importált” oktatási innovációt eredményesebben alkalmaztak, mint azok az országok, ahol azokat kidolgozták (például az említett okokból az USA). A fejlesztéshez szükséges tudásakkumuláció nem lett volna lehetséges, ha nem állt volna rendelkezésre egy felkészült (gyakran épp amerikai kutatói ösztöndíjak, vendégkutatói munkák keretében képzett), a tudományos eredmények gyakorlati alkalmazására képes kutatói közösség. Az oktatási rendszerek tudásintenzív átalakítása nem állt meg más országok eredményeinek átvételével, a technológiai szektor vezető országai élen járnak a diákok problémamegoldó gondolkodásának fejlesztésében, és Kínában olyan alapkutatások folynak a szövegértést és idegen nyelvek tanulását megalapozó kognitív idegtudományi területeken, amelyeknek eredményei, ha gyakorlati hasznosíthatóságuk megvalósulhat, további lendületet adhatnak az oktatás terén elindult változásoknak.

Amint ez a rövid nemzetközi áttekintés is illusztrálja, a tanítás és tanulás kutatásának eredményei nem mindig ott hasznosulnak legjobban, ahol azok létrejöttek. Az eredmények létrehozása és alkalmazása között egyirányú kapcsolat van: a kiváló kutatás nem feltétlenül vezet (rövid távon legalábbis) az oktatási rendszer javításához, de ahhoz, hogy egy ország be tudja fogadni a másutt elért eredményeket, oktatási innovációkat, szükség van a nemzetközi fejleményeket követni, az eredményeket értelmezni tudó, a gyakorlatba transzformálni képes kutatókra.

Emellett azonban azt is látnunk kell, hogy az említett speciális feltételeken túl sok más oka is van annak, hogy a kutatási eredmények nem kerülnek át a gyakorlatba. Vannak olyan tényezők, amelyek más tudományterületeken is jelentkeznek. Ilyen például a technológiából jól ismert léptékhatás törvénye: a mennyiségi paraméterek megnövelése egy bizonyos határon túl a feltételek minőségi megváltoztatásával jár, ha egy reakció lejátszódik egy kémcsőben, az még nem jelenti azt, hogy a folyamatot ipari méretekben (további feltételek megteremtése nélkül) is meg lehet valósítani. A pedagógiai kísérletek jelentős részét kisebb mintákkal, tipikusan néhány osztály vagy iskola tanulóival végezték el, és a speciális kísérleti feltételeket általában nem lehet bárhol bármikor létrehozni, ezért a pozitív eredményeket is csak hosszas fejlesztő munkával lehetne a gyakorlatba átültetni, már ha egyáltalán rendelkezésre állnak az ehhez szükséges anyagi források. A felskálázás (upscaling) és az implementációs szakadék (implementation gap) ismert

probléma az oktatás fejlesztése terén is, aminek egyik fontos tanulsága, hogy az alapkutatás jellegű eredménytől az iskolai gyakorlatig tartó folyamat hosszú, erőforrás-igényes folyamat. Egyszerűbben fogalmazva: a kutatási eredményeket nem lehet csak úgy „bevezetni”.

Van a tudományos eredmények alkalmazásának egy újabban reflektorfénybe került további akadály is, a tudás elutasítása vagy a tudomány kifejezett tagadása (science denial). A hétköznapi életből sem ismeretlen és a szociálpszichológiában is gyakran vizsgált jelenség az olyan információk elutasítása, amelyek nem esnek egybe az előzetes véleménnyel, várakozással, meggyőződéssel. Hiába áll rendelkezésre a tudományos tudás, ha a közvélemény vagy a döntéshozók szembe helyezkednek azzal. Jó példa erre az oltásellenesség terjedése és a homeopátia széles körű elfogadottsága. Nem meglepő, hogy a sokkal kevésbé robusztus neveléstudományi kutatási eredmények nehezen kerülnek át az iskolai gyakorlatba, és ritkán alapoznak meg oktatáspolitikai döntéseket. A jelenség tehát ismert, a probléma adott, és a kutatók nem tehetnek mást, mint megpróbálják a tudomány eszközeit felhasználva megérteni és leírni a jelenséget. Az ilyen irányú kutatás elkezdődött, ahogy azt az oktatáspolitikával kapcsolatos tévképzetek vizsgálata is mutatja (Aguilar et al., 2019).

Az oktatási rendszerek fejlesztésének e tágabb kontextusában elhelyezve Európát, azt látjuk, hogy az összkép egyelőre nem ad okot aggodalomra. A 2000-ben elindult PISA-vizsgálatok tükröt tartanak az egyes országok oktatási rendszerei elé, és összességében Európa jól kezelte a visszajelzéseket, emellett azonban az egyes országok között jelentős különbségek is vannak. Néhány ország látványos fejlesztésbe kezdett, például kifejezetten a neveléstudományi kutatási kapacitás bővítésére indított programot Nagy-Britannia, Németország és Finnország. Tudatos fejlesztéssel látványosan javított az iskolai teljesítményeken Lengyelország és Észtország is.

Az Európai Unióban az oktatás a nemzeti szuverenitás körébe tartozik, így uniós szinten kevés lehetőség adódik a tudományosan megalapozott fejlesztésre. A különböző nem kötelező érvényű állásfoglalások, közös célok kitűzése, indikátorok célértékének meghatározása, összehasonlító statisztikák készítése révén azonban az EU inspirálja és támogatja a tagországok egyéni erőfeszítéseit. Ezeket az eszközöket a „nyitott koordinációs módszer” néven ismert eljárás foglalja keretbe. Ennek szellemében az EU tízéves periódusokra tűz ki célokat. A 2010-es célok között szerepelt a természettudományi és műszaki területen képzettséget szerzők arányának növelése és a gyenge iskolai eredményeket (a PISA-mérésekben a kettes szint alatt teljesítők) elérő tanulók arányának csökkentése. Uniós szinten mindkét területen jelentős előrelépést láttunk, Magyarországon viszont egyikben sem. Bár a gyengén teljesítők arányát uniós átlagban sem sikerül 10% alá csökkenteni, Magyarországon ez az arány növekszik, és már mindhárom mérési területen (olvasás, matematika, természettudomány) 25% felett van. A jelenlegi,

2020-ig tartó periódusra az EU két oktatási célt tűzött ki, a felsőoktatásban végzettség arányának növelése (az EU-átlag célértéke 40%, amit már 2018-ban meghaladott) és az iskolát korán, végzettség nélkül elhagyók arányának csökkentése (EU-átlagban 10% alá). Az unió átlagát tekintve mindegyik területen látványos volt a fejlődés, bár az utóbbi célértéket valószínűleg inkább csak megközelíteni, mint elérni fogja 2020-ra. Magyarország a felsőoktatásban diplomát szerzők arányát tekintve mélyen az EU-átlag alatti célt (34%) tűzött ki, amit valószínűleg el fog érni, azonban a felsőoktatás korábbi fejlődési lendületében benne volt az EU-átlag meghaladásának lehetősége is. A korai iskolaelhagyás tekintetében Magyarországon nem sikerült érdemi eredményeket elérni, az utóbbi években 12% feletti értéken stagnál ez az arány.

Bár európai szinten kedvező az oktatási rendszerek fejlődésének összképe, vannak azért aggasztó jelek is. Érdemes megemlíteni az egyes országok közötti növekvő különbségeket, és sajnos Magyarország is a leszakadók csoportjába tartozik. Lemaradásunk okai újabb keletűek, és nem lehet történeti vagy regionális okokkal magyarázni: ellenpéldaként Lengyelországot említhetjük, ahol a PISA-eredmények látványos javulása mellett 45% felett van a felsőfokú végzettséget szerzők aránya, és 6% alatt a korai lemorzsolódás. Van egy másik jelenség is, ami aggasztó tendenciák jele lehet. A 2012-es PISA-problémamegoldás-felmérésben Finnország volt a legjobban teljesítő európai ország, de a mérésben részt vevő országok között ez is csak a tizedik helyre volt elegendő. Az első hét helyen csak távol-keleti ország volt, a nyolcadik és kilencedik helyet Kanada és Ausztrália foglalta el. Ha erre a figyelmeztető jelre az EU nem reagál, a népesség gyenge problémamegoldó képessége hosszabb távon a tudásgazdaságok versenyében komoly hátrányhoz fog vezetni.

A magyar oktatási rendszer helyzetével kapcsolatban az említetteken túl számos más probléma is régóta ismert. Ezek közé tartozik az erős szelekció, az iskolák közötti növekvő és világviszonylatban is kiemelkedő különbségek, továbbá a tanulmányi teljesítmények erős társadalmi meghatározottsága; ezek együttes hatására a magyar társadalom nagyon sok tehetséget korán elveszít. Tudjuk továbbá, hogy a neveléstudományi kutatásokra a diszciplína jelentőségéhez mérten nagyon szűkös források állnak rendelkezésre, az e területről a vezető nemzetközi folyóiratokban megjelenő publikációk száma is alacsony, Finnországgal vagy Észtországgal összevetve itt nagyságrendnyi különbségek vannak. Sokat javított a helyzeten az MTA által elindított Tantárgy-pedagógiai Kutatási Program, ami tizenkilenc önálló kutatócsoport támogatását és több száz pedagógusnak a kutatómunkába való bekapcsolódását teszi lehetővé. Az így rendelkezésre álló keretek azonban még nem elegendőek sem ahhoz, hogy a közoktatás sokféle problémájának megoldásához megteremtsék a szükséges tudományos alapokat, sem pedig egy erős kutató közösség kialakulásához, amely az oktatási rendszer átalakítása során a tudományos álláspontot hatékonyan képviselni tudná.

Mindezek tükrében összeállításunkban a neveléstudományi kutatás releváns témaköreinek végtelen sokaságából néhány központi területet emeltünk ki. Az első három tanulmány azt a három fő tanulási területet tekinti át, amelyre a nemzetközi felméréseknek kiemelt figyelmet fordítanak. Az olvasás és a számolás (a *literacy* és a *numeracy*) az iskolázás kezdeteitől az oktatás középpontjában áll, és a 20. században hasonló súllyal felzárkózott melléjük a természettudomány. Könnyen belátható, hogy az e területeken megszerzett alapvető kompetenciák nélkül nem lehet beilleszkedni a modern társadalomba, megfelelő szintű birtoklásuk nélkül sehol nem lehet eredményesen továbbtanulni, munkát vállalni.

Már az ókori gondolkodók is felhívták a figyelmet a morális gondolkodás és a jellem fejlesztése fontosságára, majd később, a rendszeres tantervfejlesztés kezdetén az iskolázás céljainak korai felsorolása is számolt az értelmi, érzelmi és testi neveléssel (modern taxonómiai rendszerbe foglalva: kognitív, affektív és pszichomotoros célokkal). Az affektív terület azonban a tudományos kutatásban egészen a legutóbbi időkig jóval kisebb figyelmet kapott, mint a kognitív. Mára már sokféle vizsgálat bizonyítja a nemkognitív tulajdonságok meghatározó szerepét az iskolai tanulásban és a hétköznapi életben egyaránt, ennek is tulajdonítható az a gyorsuló ütemű fejlődés, amely a neveléstudomány e területén végbemegy. A negyedik tanulmány az e körbe sorolható fontosabb kutatási tendenciákat és eredményeket ismerteti.

Az ötödik tanulmány az új információs-kommunikációs technológiák lehetőségeit, oktatásra gyakorolt hatását tekinti át. Amint e tanulmány megmutatja, az új technológiák nemcsak azt teszik lehetővé, hogy az oktatás fő folyamatait új platformokra, a tudást új hordozókra, médiumokra ültessük át, hanem felkínálják az előzőekben felvázolt problémák újszerű megoldásának lehetőségét is. Azon túl, hogy a digitális technológiák alkalmazásának számos könnyen belátható előnye van, az infokommunikációs eszközök gyors terjedése számos olyan kérdést is felvet, amelyre csak az elmélyült kutatás adhat választ.

A hatodik tanulmány a magyarországi iskolai oktatás egyik legfontosabb és legaktuálisabb kérdésével, a méltányossággal kapcsolatos problémákat, kutatási és fejlesztési feladatokat tekinti át. Az esélyek egyenlőségének biztosítása nemcsak az érintett egyének érdeke, hanem az egész tágabb közösség számára is fontos, hogy minden tagja eljuthasson a legmagasabb képzettségi szintre, bármilyenek is a társadalmi környezeti feltételei.

Végül a hetedik tanulmány egy, az MTA Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programja keretében létrejött kutatócsoport munkáján keresztül egy kiemelt jelentőségű fejlesztési területen (egészségtudatos magatartás kialakítása) mutatja be egy progresszív, de a benne rejlő lehetőségekhez képest ritkán alkalmazott pedagógiai módszer (társak tanítása) alkalmazását.

IRODALOM

- Adey, P. – Dillon, J. (eds.) (2012): *Bad Education: Debunking Myths in Education*. London: McGraw-Hill Education
- Aguilar, S. J. – Polikoff, M. S. – Sinatra, G. M. (2019): Refutation Texts: A New Approach to Changing Public Misconceptions about Education Policy. *Educational Researcher*, 48, 5, 263–272. DOI: 10.3102/0013189X19849416, <https://bit.ly/34CWUHM>
- Darner, R. (2019): How Can Educators Confront Science Denial? *Educational Researcher*, 48, 4, 229–238.
- Koretz, D. (2017): *The Testing Charade: Pretending to Make Schools Better*. Chicago: University of Chicago Press
- NCEE (1983): *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. Washington, DC: National Commission on Excellence in Education (ED), https://www.edreform.com/wp-content/uploads/2013/02/A_Nation_At_Risk_1983.pdf
- OECD (2014): *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving. Students' Skills in Tackling Real-life Problems*. Vol. V. Paris: OECD, https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2012-results-skills-for-life-volume-v_9789264208070-en#page1
- Whelan, F. (2009): *Lessons Learned: How Good Policies Produce Better Schools*. London: Whelan

AZ OLVASÁS-SZÖVEGÉRTÉS TANÍTÁSÁNAK MEGÚJÍTÁSA AZ ELMÉLETI KERETEK, AZ ÉRTÉKELÉS ÉS A FEJLESZTŐPROGRAMOK TERÜLETÉN

RENEWING READING INSTRUCTION IN THEORETICAL FOUNDATIONS, ASSESSMENT AND INTERVENTION PROGRAMMES

Steklács János¹, Hódi Ágnes², Török Tímea³

¹PhD, dr. habil, Pécsi Tudományegyetem Nyelvtudományi Tanszék, Pécs
steklacs@gmail.com

²PhD, Szegedi Tudományegyetem Óvodapedagógus-képző Tanszék, Szeged

³doktorandusz, Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged

ÖSSZEFOGLALÁS

Az olvasás-szövegértés képességét tekinthetjük az iskolai sikeresség, az önálló tanulás egyik legfontosabb meghatározójának, a mindennapi életben pedig egyre fontosabbá és összetettebbé váló folyamatnak, amely az egyén érvényesülését, boldogulását nagymértékben segíti vagy gátolja. Az oktatási rendszerben az olvasástanítás különböző szakaszainak a jelentősége, arculata sokat változott az elmúlt évtizedekben. A gyermekek tapasztalatai, motiváltsága, találkozásai az írásbeliséggel, ezzel együtt a társadalom elvárásai ezen a területen egészen más struktúrát, összefüggérendszeret alkotnak, mint akár két évtizeddel ezelőtt. Ezeknek a tendenciáknak megfelelően nemzetközi viszonylatban sokféle újítást, változást tapasztalhattunk, amelyek a nyelvi, társadalmi, kulturális hagyományoknak és sajátosságoknak megfelelően alakították az olvasás-szövegértés tanításának, a képesség fejlesztésének módszereit, arculatát. Tanulmányunkban terminológiai kérdések, a nemzetközi rendszerszintű felmérések tartalmi keretei néhány jellemzőjének elemzésével mutatjuk be az elmúlt évek szemléleti változásának irányát, illetve kitérünk az olvasási képesség értékelésének sajátosságaira, valamint a fejlesztőprogramok jellemzőire is.

ABSTRACT

Reading comprehension skills can be regarded as some of the most important determinants of school success and independent learning; reading is an increasingly important and complex process, which could largely support or hamper making progress, succeeding in life. In education systems the role of the different phases of reading instruction has largely changed in the last few decades. The experiences of children, their motivation, encounters with literacy along with the expectations of the society in this field show completely different patterns and structure from the ones we had, for instance, two decades ago. According to these tendencies we can see a lot of innovations, changes in the international context, which shaped the practice of reading instruction, the methods and profile of developing reading skills according to linguistic,

social, cultural traditions and specificities. In our study we attempt to show changes in the directions of the approach by discussing questions of terminology, analyzing some features of the theoretical framework of the system-level surveys as well as we address the specificities of the assessment of reading skills and some features of intervention programmes.

Kulcsszavak: olvasás, szövegértés, nemzetközi felmérések, tartalmi keretek, értékelés, fejlesztő program

Keywords: reading, reading comprehension, reading literacy, international surveys, theoretical framework, assessment, intervention programmes

BEVEZETÉS

Az olvasás jelensége, fogalma, ezzel együtt a társadalmi életben betöltött funkciója az írásbeliség kezdete óta állandóan változik, és az elmúlt három évtizedben, nem kis mértékben a számítógépes technológiának, a digitális írásbeliség elterjedésének köszönhetően ez a folyamat felgyorsult. Ma magasabb szintű, strukturáltabb, sokrétű írásbeliségre van szükség, és e képesség kialakításához az oktatási rendszernek is gyorsabban kell igazodnia. A biztos szövegértés alapvető feltétele a tanulás sikerességének minden területen, ezért elsajátítása már az iskolába lépéstől kiemelt figyelmet igényel.

Tanulmányunkban áttekintünk néhány olyan tényezőt, amely a szövegértés tanításának minősége, hatékonyságának fokozása tekintetében különösen fontos. Három kiemelt terület néhány jellemző változását mutatjuk be. Először a terminológiai sajátosságok, a definíciók, a legjelentősebb rendszerszintű felmérések tartalmi kereteinek elemzésével mutatunk rá a változások néhány kulcsfontosságú elemére, majd az olvasás-szövegértés tanítása szempontjából mutatunk be olyan nemzetközi és hazai kezdeményezéseket az értékelés, végül a fejlesztőprogramok területéről, amelyek jelentősen fokozhatják a jövőben nemcsak ennek a területnek, de az egész oktatási rendszernek a fejlettségét is.

TERMINOLÓGIAI KÉRDÉSEK, DEFINÍCIÓK, SZEMLÉLETVÁLTOZÁS

Az olvasás-szövegértés értelmezését, felfogásának változását elsősorban a kiszélesedés jellemzi. A társadalom és az egyén életében egyaránt magvalósuló expanzió megváltoztatja a jelenség értelmezését. A néhány évtizede tartó, egyre gyorsuló folyamat következményeképpen az *olvasás* (reading), *írás* (writing) helyett a magyarra nehezen fordítható, angolul sem egységes értelmezésű *literacy* (írásbeliség, műveltség) kifejezés terjedt el, az *understanding* (megértés) helyett az angol

nyelvterületen a magyarra ugyanazzal a szóval fordítható, ám sokkal komplexebb, átfogóbb, mélyebb értelmű *comprehension* kifejezés lett használatos.

A *literacy* kifejezés a latin *littera*, betű szóból származik, nyelvünkben a *literátus* jelző terjedt el, amely írástudó, művelt ember jelentésben volt használatos. A *literacy* szó több magyar fordításával is találkozhattunk az elmúlt évtizedekben: műveltségnek (így lett például a *mathematical literacy* magyarul matematikai műveltség), írásbeliségnek fordították, mi az olvasással kapcsolatban az utóbbit használtuk, használjuk, ahol lehet, de nem minden kontextusban nyer pontos értelmet ez sem. Különösen problémás a tudományos angolban egyre gyakrabban használt, általánosan elterjedt *reading literacy* kifejezés. Ez szó szerinti fordításban az olvasáshoz kapcsolódó műveltséget jelentené, ám ez a magyarázat még egyáltalán nem adja vissza az angol jelentést. Nehéz egy szókapcsolattal, kifejezéssel meghatározni a *reading literacy* magyar megfelelőjét, az *olvasás-szövegértés*, vagy egyszerűen a *szövegértés* használatos általában a nyelvünkben, viszont ennél jóval árnyaltabb, összetettebb jelentésről van szó. Körülírva azt mondhatjuk, hogy a „reading literacy olvasási képességi szintre, egyéni jellemzőkre utal, amelynek eleme nemcsak az adott szöveg megértése, hanem az olvasásra vonatkozó tudás, műveltség, az alkalmazás sokszínűsége, a különböző feladatokhoz igazított olvasási folyamat birtoklása, több cél elérésének érdekében is.” (Steklács, 2018a, 32.)

Az olvasás, szövegértés tartalmának meghatározása a múlt század második felében, az ipari, technológiai fejlődéssel párhuzamosan jelentős átalakult. Ez a változás két irányból történt. Az egyik az elméleti irány, a tudományok, különösen a nyelvészet érdeklődésének köszönhetően. A nyelvtudomány területén egyre népszerűbb pszichológia és szociológia, illetve a szövegten, pragmatika, kommunikációelmélet tudományterületek az írott nyelvi kommunikációt, annak képességét, valamint a szöveget mint a legmagasabb szintű nyelvi egységet sokkal nagyobb jelentőséggel ruházzák fel a tudománytörténeti előzményekhez képest.

Az elmélet mellett az olvasás-szövegértés, írásbeliség értelmezésének változását indukáló másik tényező volt a szembesülés olyan gyakorlati problémákkal, amelyeknek megoldása csak globálisan volt elképzelhető. Az UNESCO például 1956-ban, az írásbeliség, olvasási képesség társadalmi működési problémáit felismerve először írta le a funkcionális olvasás- és írástudás, és ezen keresztül a funkcionális analfabetizmus definícióját: „Funkcionálisan írástudó az a személy, aki az olvasás, írás azon képességének és ismereteinek a birtokában van, amelyek alkalmassá teszik arra, hogy részt vegyen minden olyan cselekvésben, amelyhez az írásbeliség az ő kultúrájában és kis közösségében alapvetően szükséges.” (William Scott Gray idézi Wagner, 1990, 6.)

A múlt század végére az európai és észak-amerikai régióban, hazánkban is látható a tendencia, amely szerint az olvasás tanításának kezdő szakaszára vonatkozó viták eltűnnek, de legalábbis csillapodnak. Az analitikus-szintetikus és

globális tanítási módszer kiválasztása esetében a vitát elsősorban az adott nyelvek ortográfiai jellemzői döntik el. A magyar nyelv sekély ortográfiájú, a hang-betű, fonéma-grféma megfeleltetési szabályok viszonylag egyszerűek, ez a legfőbb oka, hogy a hangoztató-elemző-összetevő módszer bizonyul hatékonyabbnak (Adamikné, 2006; Csépe, 2006). Az új kihívásokat világszerte sokkal inkább az olvasástanítás magasabb szintjei, a szövegértés problémái jelentik korunkban.

Az ezredfordulóra nyilvánvalóvá vált, hogy sohasem volt még ilyen magas a követelmény a különböző szövegtípusok megértése felől, ezzel együtt sosem volt még ilyen magas az írásbeli képességek problémáival, diszfunkcióival rendelkezők aránya. Ez a jelenség természetesen szorosan összefügg a digitális írásbeliség térhódításával (Forzani–Leu, 2012). Mindezeknek megfelelően már olyan olvasás definíciók születnek, amelyek messze meghaladják a grafikus jelek dekódolását. A múlt század második feléig ugyanis az olvasást sokkal inkább a beszélt nyelv dekódolásaként, egyfajta lekottázott beszédként tekintették, fokozatosan jelent meg az önálló nyelvi kommunikációs jelleg hangsúlyozása. Mindemellett a definíciók komplexebbek lettek, több szempontot is figyelembe vesznek. Jó példa erre az amerikai RAND *Reading Study Group* (RRSG) szövegértő olvasás definíciója, amely szintetizálja a tranzakciós, szociális és funkcionális szemléletet: „A szövegértés a jelentés szimultán kivonatolása és konstruálása az írott nyelvből interakción és együttműködésen keresztül” (Snow, 2002, 33.). Jól mutatja az ezredfordulóra kialakult, jelentősen korszerűsödött látásmódot az *Improving Comprehension Instruction* című kötet, amelyben a szerzők az olvasás-szövegértés több komponensére is hangsúlyt helyeznek (Block et al., 2002). Az ebben a munkában bemutatott elméleti koncepció szerint még fontos, hogy az olvasás a „jelentés megszerzése az írott szövegből” (Block et al., 2002, 4.). A szerzők viszont már arra helyezik a hangsúlyt, hogy „az olvasás egy állandó változásban lévő interaktív folyamat, amely magába foglalja az olvasót, a szöveget és a kontextust” (Block et al., 2002, 5.). A fentiekén kívül hangsúlyos szerep jut még az olvasás értelmezésében a kompenzációs folyamat-jellegnek, a saját tapasztalatoknak és az előzetes tudásnak is (Steklács, 2018b).

A NEMZETKÖZI FELMÉRÉSEK HATÁSA

Ha az olvasás-szövegértés definícióinak változását követjük, fontos forrásként állnak rendelkezésre a nemzetközi felmérések tartalmi keretei, azok változásai. Ennek oka, hogy ezek egyrészt nagyon komoly elméleti bázisra, széles körű nemzetközi szakmai konszenzusra épülnek, másrészt gyakorlat- és problémacentrikusak is a szükséges mértékben. A következőkben a két legjelentősebb olvasási, szövegértési képességet vizsgáló nemzetközi felmérés, a PIRLS és a PISA tartalmi kereteiben, definícióiban történt változásokat kísérvük figyelemmel.

A PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study) a 4. osztályos tanulók szövegértési teljesítményét vizsgálja, ötéves periódusokban kerül sor a felmérésre. A mérések 2001-től folynak. Ennek a felmérésnek a tartalmi kereteiből pontosan megismerhető, hogy az olvasási, szövegértési képesség mely komponensei a legszélesebb körben kiemelték az ezzel a területtel foglalkozó kutatók szerint az alsó tagozat végére, tehát az olvasástanulásnak abban a fázisában, ahol optimális esetben az alapszintű folyamatok lezárulnak, a fonéma-graféma megfeleltetési szabályok automatizálódnak, az olvasás eléri, illetve megközelíti a fluens szintet.

A PIRLS-felmérés egyik jellegzetessége, hogy a tanulók olvasási képességének fejlődését az iskolai és az otthoni célú olvasás szempontjából vizsgálja. Megkülönbözteti a tanulók irodalmi művek olvasása, illetve információk szerzése és felhasználása terén szerzett tapasztalatait. A vizsgálat a szövegértés eredményességét négy területen méri fel, ezek a következők: az explicit információk vizsgakeresése, a következtetés, az információk értelmezése és integrálása, illetve a szöveg különböző elemeinek bírálata, értékelése.

A PIRLS első, a 2001-es tartalmi keretekben rögzített definíciója az ötvenes évekbe visszanyúló történetű IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) 1991-es meghatározására épül: „A szövegértő olvasás képessége a megértés képessége, és olyan írott nyelvi formák alkalmazása, amelyek szükségesek a társadalom és/vagy egyéni értékek megőrzése, fejlődése szempontjából.” (Mullis–Martin, 2015. 11.)

A legutóbbi, 2016-os felmérés már a következő definíciót alkalmazza: „A szövegértő olvasás képessége a megértés képessége, és olyan írott nyelvi formák alkalmazása, amelyek szükségesek a társadalom és/vagy egyéni értékek megőrzése, fejlődése szempontjából. Az olvasó különféle módon képes jelentést konstruálni a szövegből. Olvas, hogy tanuljon, részese legyen az olvasók közösségeinek az iskolai és a mindennapi életben, és olvas élményszerzés céljából.” (Mullis–Martin, 2015, 12.) A két meghatározást összevetve jól látható a változás, a fogalom kiterjesztése, kiszélesedése már az alsó tagozatos tanulók esetében is.

A PISA (Program for International Student Assessment) idősebb korosztály, a tizenöt éves tanulók teljesítményét méri fel a természettudomány, a matematika, az olvasás-szövegértés területén. 2003-tól az előzőeken kívül a gondolkodási képességek vizsgálata is helyet kapott a felmérésben. Az első felmérésre 2000-ben került sor, de az előkészítések már 1997-től folytak, így az alkalmazott meghatározások, valamint a tartalmi keretek szemlélete jól reprezentálja a múlt század legvégének szemléletét. A háromévenként sorra kerülő felmérésekben azonban minden alkalommal megtörténik a vizsgálat elméleti háttérének újragondolása. A 2015-ös felmérés során még próbaképpen volt lehetőség számítógépes alapon végezni a felmérést, 2018-tól azonban már mindenütt számítógépen, monitor előtt ülve oldják meg a tanulók a tesztek.

A PISA-felmérés nem tantárgyi tudást mér, hanem azokat a képességeket, amelyek meghatározzák az olvasás-szövegértés terén az egyén sikerességét. A magyar nyelvű 2018-as kutatási összefoglaló szerzői így fogalmazzák: „A PISA szövegértés-definíciója arra összpontosít, hogy a 15 éves tanulók hogyan tudnak információhoz hozzáférni, információt visszakeresni, összefüggéseket felfedezni, ezek segítségével egy adott szövegnek jelentést adni, majd a megismert szöveg tartalmi vagy formai elemeire reflektálni, azokkal kapcsolatban állást foglalni, függetlenül attól, hogy online vagy nyomtatott környezetben olvasnak.” (Ostorics et al., 2016)

A PISA tartalmi keretei *olyamatos, nem folyamatos és kevert* típusú szövegeket különböztetnek meg. A felmérés a feladatokat az elvégzendő gondolkodási művelet szerint kategorizálja a következőképpen: *hozzáférés és visszakeresés, integráció és értelmezés, reflexió és értékelés*. Megkülönböztet továbbá úgynevezett olvasási szituációkat, ilyenek a *személyes, közösségi* és a *munka, tanulás* célú olvasási szituációk (OECD, 2015, 2016a, 2016b).

Érdekes a PIRLS esetében alkalmazott módszerünk szerint az első PISA-felmérés szövegértés (reading literacy) definíciójából kiindulnunk, ez tehát az első, 2000-es felmérés tartalmi kereteiben a következőképpen került meghatározásra: „A szövegértés megértést és reflektálást jelent az írott szövegre, annak érdekében, hogy az olvasó elérje a célját, fejlessze a tudását, növelje lehetőségeit, és aktívan vegyen részt a társadalom életében.” Ez a definíció 2009-től az 'engaging' fogalmával bővül, ami a megfogalmazás szerint a „motiváció, érzelmi és viselkedéshez kötődő elemek csoportja, magában foglalja az olvasás örömét, az érdeklődést” (OECD, 2018, 8.).

A 2015-ös tartalmi keretek új, fontos elemekkel egészültek ki, ezek az elektronikus, digitális olvasás. Az elméleti háttér további fontos változása, hogy megjelent az úgynevezett statikus és dinamikus szövegek megkülönböztetése. A 2018-as definícióból a 2015-öshöz képest az *írott* kifejezés maradt ki a *szöveg* szó elöl, a legutóbbi meghatározás tehát a következő volt: „A szövegértés megértés, alkalmazás, értékelés, reflektálás, elkötelezettség (motiváció) a szöveggel annak érdekében, hogy az olvasó elérje célját, gyarapítsa tudását, lehetőségeit és részvételét a társadalom életében.” (OECD, 2018. 8.)

Érdekes a 2018-as tartalmi kereteket abból a szempontból is figyelembe venni, hogy hogyan értelmezi, egészíti ki az anyag a *szövegértés* (reading literacy) fogalmát. Erről a következőket olvashatjuk: „A szövegértés (reading literacy) az olvasásnál pontosabb kifejezés, mert a nem szakértő közönség számára is pontosabban közvetíti azt, amit a (PISA) felmérés mér. Az olvasást gyakran egyszerű dekódolásként értelmezik vagy éppen hangos olvasásként, a felmérés célja pedig ennél szélesebb körben és mélyebben vizsgálni a folyamatot. [...] A szövegértés (reading literacy) kifejezés az olvasás kifejezéssel összehasonlítva a kognitív kompetenciák szélesebb értelmezését foglalja magában az egyszerű dekódolástól,

a grammatikától, a nagyobb nyelvészeti és szövegstruktúrákon, jellemzőkön át a világról alkotott tudásig. Magában foglalja továbbá a metakognitív kompetenciákat is: a szöveg olvasása közben alkalmazott hozzávetőlegesen tíz stratégia alkalmazására vonatkozó tudást. A metakognitív kompetenciák akkor aktiválódnak, amikor az olvasó kivetíti, javítja az olvasási folyamatát az olvasási célnak megfelelően, illetve erről tudatosan gondolkodik.” (OECD, 2018. 9.)

AZ OLVASÁS-SZÖVEGÉRTÉS KÉPESSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSE

Az olvasástanítás megújítására vonatkozó törekvések bemutatásakor nem hagyhatjuk ki az egyesült államokbeli jogi szabályozások változását, illetve annak a kutatásra, pedagógiai gyakorlatra, oktatásra gyakorolt hatásait. A nagymintás, rendszerszintű, szummatív adatokat nyújtó, szummatív típusú olvasásfelmérések tartalmi kereteit érintő változások és a hazai vonatkozású eredmények, trendek tárgyalása után azt mutatjuk be, hogy a szummatív értékelést hogyan egészítheti ki a formatív értékelés.

Áttekintésünkben a 2001-ben, az Amerikai Egyesült Államokban elfogadott oktatási törvény, a *No Child Left Behind* (NCLB) (Tóth, 2011), illetve a 2015-ben helyébe lépett *Every Student Succeeds Act* (ESSA) nyomán bekövetkező, a pedagógiai értékelési módszereket érintő változásokból indulunk ki, és rámutatunk a formatív értékelésnek a gyermekek kognitív fejlesztésben, így az olvasás-szövegértés tanításában betöltött szerepére. Amikor az amerikai kongresszus 2015 decemberében elfogadta az ESSA-t, változatlanul hagyta az NCLB standardizált tesztesztelésre vonatkozó előírásainak számos elemét, amelyek mérföldkönek bizonyultak a tesztelésen alapuló elszámoltathatóság tekintetében. Ugyanakkor azal puhította ezeknek a következményeit, hogy gyengítette a szövetségi kormány jogkörét a tekintetben, hogy mi legyen azon iskolák sorsa, amelyek tanulói az elvártnál/előírtnál gyengébben teljesítenek. Ehelyett állami, valamint körzeti szintre helyezte azokat a döntési jogokat, amelyek arra vonatkoznak, hogy az egyes intézmények milyen teljesítményt érjenek el, milyen fejlesztési célt tűzzenek ki, és hogyan jutnak el odáig. Ennek a szabadságnak köszönhetően egyre inkább előtérbe kerülnek a szummatív adatgyűjtési formákon kívüli, a tanulók fejlődéséről, teljesítményéről információt adó módszerek is, valamint az azokból származó eredmények felhasználási lehetőségei. Az NCLB a pedagógiai értékelési hangsúlyokat a szummatív értékelésre helyezte, azonban az ESSA arra törekszik, hogy emellett olyan formatív értékelési technikákat is alkalmazzanak a pedagógusok, amelyek megadják számukra a tanulók fejlesztése szempontjából kulcsfontosságú referenciapontokat (Shepard et al., 2017).

A formatív és szummatív értékelés számos ponton behatárolható és elkülöníthető, többek között a tanítás-tanulás folyamatában betöltött helye, szerepe és

megnyilvánulási formája (formái) mentén. A formatív értékelés a tanórák alatt valósul meg, szükséges hozzá a tanár-diák közötti információcsere, interakció, alapja a verbális és nonverbális kommunikáció. A szummatív értékelés egy tanulási egység végén történik, és célja általában a minősítés vagy teljesítménymérés, teljesítmények összehasonlítása. További különbség, hogy a formatív értékelés tanításba ágyazott tevékenység, és annak elválaszthatatlan részét képezi, tehát a tanítás, tanulás és formatív értékelés szimultán, egy időben, szorosan összefonódva történik, míg a szummatív típus általában jól elkülöníthető a tanulás folyamatától. A formatív értékelés célja, hogy olyan információt nyújtson a tanulók tudásáról, fejlettségi szintjéről, amelyek segítik az azonnali döntéshozatalt, hogy mit kell tenni a tanulók optimális fejlődésének elősegítése érdekében. A formatív értékelés a tanulók számára is megfelelő minőségű visszajelzést nyújt.

A formatív értékelés tehát egy transzparens, minden a tanulási folyamatban részt vevő egyén számára világos, a további fejlődés érdekében felhasználható és értelmezhető visszacsatolást nyújtó folyamatos tevékenység. Az „olvasás adott szintjének eléréséhez hosszabb időn át tartó explicit tanulásra” és „explicit instrukciókra van szükség” (Blomert–Csépe, 2012, 18.), így az olvasástanítás kiváló terepet és számos lehetőséget nyújt arra, hogy elrugaszkodjunk a szummatív fókuszról, és a fenti lépéseket tudatosan, célszerűen alkalmazzuk. A *National Reading Panel* (NRP, 2000) a valaha végzett legátfogóbb, a gyermekek olvasási képességének elsajátítását középpontba helyező vizsgálatában százezer 1966 óta publikált és tizenötezer azt megelőzően közzétett kutatási eredmény elemzése után arra a következtetésre jutott, hogy az olvasástanításban öt kulcsterület van, amelyet explicit módon, szisztematikusan tanítani, illetve fejleszteni kell: a fonématusatosság, a betű-beszédhang feldolgozás, a fluencia, a szókinccs és a szövegértés. Ezek a területek több nemzetközi szakértői panel listáján szerepelnek, és többek között a Szegedi Tudományegyetem Oktatásméleti Kutatócsoport által kifejlesztett diagnosztikus célokat szolgáló feladatbank alapjául szolgáló tartalmi keretekben is helyet kaptak.

ÚJ SZEMLELÉLŐ FEJLESZTŐPROGRAMOK AZ OLVASÁS TERÜLETÉN

Az olvasás-szövegértés az egyik legalapvetőbb képesség, amely elengedhetetlen ahhoz, hogy a tanulók sikereket érjenek el iskolai és iskolán kívüli életútjuk során (Jamshidifarsani et al., 2019). Az olvasási képesség elsajátítása nem mindegyik tanulónak megy zökkenőmentesen, ezért egyes területeken belül szükség lehet beavatkozásra, fejlesztésre. Az angol anyanyelvű tanárok számára a *National Reading Panel* 2000 óta segítségül szolgál a megfelelő fejlesztőprogramok kiválasztásában. A már említett *No Child Left Behind* törvény ezeket a programokat tudományosan megalapozott beavatkozásoknak (scientifically-

based research) nevezte, az ESSA már bizonyítékokon alapuló (evidence-based) fejlesztések kritériumait határozza meg. Négy szint szerint különíti el az egyes fejlesztőprogramokat. Az első szint az „erős” (strong), ehhez tartoznak azok a programok, amelyeknek háttérében egy vagy több jól kivitelezett és megtervezett fejlesztő kísérlet áll. A „mérsékelt” (moderate) szintnél a programokat legalább egy vagy több kvázi kísérleti kutatás támasztotta alá. A „ígéretes” (promising) bizonyítékhoz sorolhatók azok a vizsgálatok, amelyeknek legalább egy vagy több jól megtervezett és kivitelezett korrelációs tanulmány bizonyította a hatását. A negyedik szint, az „értékelés alatt” (under evaluation) esetében még nincs bizonyíték a programok hatékonyságáról, de folyamatban van a vizsgálat, és a háttérében egy jól meghatározott modell áll (National Center on Improving Literacy, 2018).

A bizonyítékokon alapuló programok mellett megjelentek már olyan fejlesztések is, amelyeket kereskedelemben is forgalmazznak. Corrie Kelly (2011) harminchét kereskedelemben forgalmazott olvasásfejlesztő programot gyűjtött össze öt fejlesztési területhez kapcsolódóan, szinkronban a bizonyítottan legfontosabb területekkel, ezek: fonématudatosság, hangtan, az olvasás folyékony-ságát segítő programok, szövegértés, szókincs. Az összegyűjtött programok 54%-ának a célja, hogy a folyamatosan az évfolyami szint alatt és az alulteljesítők olvasási képességeit fejlessze. A programok 40%-a technológiaalapú, azaz a fejlesztő gyakorlatok valamilyen digitális eszköz segítségével jelennek és oldhatók meg.

A technológia terjedésével és az oktatásban való térnyerésével egyre több olyan fejlesztő kísérlet jelenik meg, amelyek a számítógép adta lehetőségeket kiaknázva fejlesztik a tanulók tudását, képességeit. Ezeknek a fejlesztéseknek előnye, hogy a gyerekek számára játékos és vonzó környezetet biztosítanak, amely növeli a motivációt, elősegítheti a koncentrációt. További előnyük, hogy használatuk nem feltétlenül igényli egy segítő felnőtt jelenlétét. A programok között található adaptívak, azaz a tanulók automatikusan, személyre szabottan, saját fejlettségi szintjükhöz igazítva kapják a feladatokat (Magyar–Molnár, 2014), így időkorlát nélkül, saját tempóban tudják elsajátítani az adott tudásanyagot/képességet (Jamshidifarsani et al., 2019).

A teljesség igénye nélkül bemutatunk néhány technológiai alapú olvasásfejlesztő programot, melyek fejlesztő hatását bizonyították az olvasás területén. Az első ilyen program a LiPs (Lindamood Sequencing Program for Reading, Spelling and Speech), melynek célja elsősorban a fonématudatosság fejlesztése. A program expliciten tanítja a különböző fonémák helyes kiejtését, artikulációját (Jamshidifarsani et al., 2019). Ez utóbbi fontosságára Gósy Mária hívja fel a figyelmet a beszédészlelés és beszédmegértés modelljében is. A fonémák vizuális észlelése során a látható és a hallható beszédhangok egyidejűleg kerülnek feldolgozásra. Ezt a fajta beszédfeldolgozást elsősorban a siketek és nagyothallók

alkalmazzák (szájról olvasás), de az ép hallásúaknál is előfordul, hogy a hallási információt látásával egészítik ki (Gósy, 2002). A programban a fonémákat betűkkel, színes kockákkal vagy egy szájról készült képpel illusztrálják. Ha bizonyos szintet elér a tanuló, akkor szövegek olvasását kínálja fel a program (Jamshidifarsani et al., 2019). Pozitív eredménnyel zárult a LiPs-program hatását vizsgáló, nyolc hónapon keresztül folytatott kísérlet, melybe olvasási nehézséggel küzdő ötödik évfolyamos tanulókat vontak be. A résztvevők hetente ötven percig használták a programot. Az eredmények szerint a kísérleti csoport jobb teljesítményt ért el a fonológiai tudatosság, gyors automatizált megnevezés, fonémadekódolás, szóolvasás, betűzés (spelling) és a szövegértés terén is. A program hatását két évvel később is ki lehetett mutatni. Azok a diákok, akik részt vettek a fejlesztésben, továbbra is jobban teljesítettek (Torgesen et al., 2010).

A korai olvasási készségeket szintén bizonyítottan fejlesztő program a PLAY-ON, amely szintén a fonémákkal kapcsolatos műveleteket helyezi a középpontba. A képernyőn fonémapárok (CV-szótagok) láthatóak, és a tanulóknak dönteniük kell arról, hogy melyik hangzott el. A képernyőn két kosárlabdapalánk látható, és a döntés hatására egyik vagy másik zsákba fog esni a labda (Jamshidifarsani et al., 2019). Egy másik, diszlexiás gyerekeket fejlesztő programban a résztvevők öt héten keresztül heti négyszer, alkalmanként harminc percig használták a számítógépet. A program különösen az olvasás fonológiai aspektusainak tekintetében bizonyult fejlesztő hatásúnak (Magan et al., 2004).

A szövegértés területén is megjelentek a számítógép-alapú fejlesztőprogramok, ilyen a *Comprehension Booster*, amelynek hatékonyságát Joanna Kathryn Horne (2017) tesztelte. A kísérlet hat hétig tartott, és olyan tanulók vettek benne részt, akik az olvasás területén alulteljesítettek. A programot hét–tizennégy éves kor közöttiek számára ajánlják a készítők, célja a hallás utáni és az olvasási szövegértés fejlesztése. A program hetven kitalált szöveget tartalmaz, és egy-egy rész után feleletválasztós kérdésekre kell a tanulóknak válaszolniuk a szöveggel kapcsolatban. A fejlesztőprogram adaptív, azaz a tanulók képességük szintjének megfelelően kapják a szövegeket. Horne (2017) eredményei szerint a program hatékonyak bizonyult, főleg azok körében, akik heti több alkalommal is részt vettek a fejlesztésben. A program előnye, hogy különböző életkorokban ugyanolyan hatékonysággal alkalmazható.

Magyarországon is elindult egy olyan számítógép-alapú mérő/fejlesztő rendszer kidolgozása, kipróbálása és gyakorlati elterjesztése, amelynek a célja az olvasási képességek fejlesztése. Az eDia rendszer egy olyan *online* itembank, melynek alkalmazásával a differenciált fejlesztést támogató diagnosztikus mérések valósulnak meg (Steklács et al., 2015). Az olvasás területére eddig több mint hétezer feladat készült el, amelyekkel az első évfolyamtól a hatodik osztály végéig lehet a tanulók fejlődését követni. Az eDia, amellett, hogy évente többször felméri a partneriskolák diákjainak fejlődését, és az eredményekről azonnal visszajelzést

ad, felkínálja azt a lehetőséget is, hogy a bankjában található feladatokból a pedagógusok bármikor saját tesztekét állítsanak össze (Csapó–Molnár, 2019).

A hazai kezdeményezések közül most csak egy továbbit emelünk ki. Az olvasás korai szakaszának segítségét és a beszédfejlesztést célzó hazai fejlesztésű program a Beszédmester (Kocsor et al., 2006). A program elsősorban siketek, hallássérültek számára készült, ennek ellenére az ép hallásúak is jó hatékonysággal tudják alkalmazni. A Beszédmester program középpontjában a beszédtechnológia modul áll. A tanulók hangját egy mikrofon segítségével felveszik, a program rögzíti, és visszajelzést ad, hogy a kiejtés helyes volt-e, vagy sem. A program lehetőséget biztosít, hogy az ismétlések hatására rögzüljön a helyes hangképzés. A Beszédmester egy másik pozitív hatása, hogy az olvasástanulás korai szakaszában elősegíti a fonológiai tudatosság fejlődését. A program további előnye, hogy internet-hozzáféréssel bárki számára elérhető, így a tanárok könnyedén hozzáférhetnek, és kiegészíthetik a programmal az olvasástanítást.

A digitális fejlesztőprogramok jó példaként szolgálnak arra, hogy az IKT- (információs és kommunikációs technológiák) eszközök fontos szerepet játszanak az oktatás és a tanulás során, és több lehetőség, előny rejlik bennük, mint egy taneszközben. A multimédiás oktatóprogramok a teljesítménynövekedés mellett motiváló hatásúak, és pozitívan befolyásolják a tanulók önbecsülését és önbizalmát is (Pelgrum, 2004). Ezeket a lehetőségeket érdemes kiaknázni, mert a szövegértés fejlesztésén túl elősegíthetik kulcsfontosságúnak tartott 21. századi képességek elsajátítását is.

Tanulmányunkban az olvasáskutatás három fontos területét emeltük ki azok közül, amelyek az olvasás-szövegértés iskolai tanításának hatékony eszközei lehetnek. A nemzetközi és hazai tendenciáknak, jó gyakorlatoknak olyan elemeire mutattunk rá, amelyeket megfontolva, beépítve a hazai iskolarendszer tanítási gyakorlatába, a tanterv szemléletébe és a pedagógusképzés folyamatába a gyorsan változó társadalmi követelményeknek megfelelően érhetünk el eredményeket az olvasási-szövegértési képességek fejlesztése terén.

IRODALOM

- Adamikné Jászó A. (2006): *Az olvasás múltja és jelene*. Budapest: Trezor Kiadó, <http://mek.oszk.hu/09400/09498/09498.pdf>
- Block, C. C. – Gambrell, L. B. – Pressley, M. (eds.) (2002): *Improving Comprehension Instruction*. San Francisco: Jossey-Bass
- Blomert, L. – Csépe V. (2012): Az olvasástanulás és -mérés pszichológiai alapjai. In: Csapó B. – Csépe V. (szerk.): *Tartalmi keretek az olvasás diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 17–86.
- Csapó B. – Csépe V. (szerk.) (2012): *Tartalmi keretek az olvasás diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó

- Csapó B. – Molnár G. (2019): Online Diagnostic Assessment in Support of Personalized Teaching and Learning: The eDia System. *Frontiers in Psychology*, 10, 1522, 1–14. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.01522, <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/16269/1/fpsyg-10-01522.pdf>
- Csapó B. – Steklács J. – Molnár G. (szerk.) (2015): *Az olvasás-szövegértés online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/2015_Olvasas_framework.pdf
- Csépe V. (2006): *Az olvasó agy*. Budapest: Akadémiai Kiadó
- Forzani, E. – Leu, D. J. (2012): New Literacies for New Learners. *The Educational Forum*, 76, 4, 421–424. DOI: 10.1080/00131725.2012.708623, https://www.researchgate.net/publication/283525491_New_Literacies_for_New_Learners_The_Need_for_Digital_Technologies_in_Primary_Classrooms
- Gósy M. (2002): A beszédészlelés és a beszédmegértés folyamatának zavarai. In: Martonné Tamás M. (szerk.): *Fejlesztő pedagógia: a fejlesztés főbb elméletei és gyakorlati eljárásai*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó, 117–138.
- Gray, W. S. (1956): *The Teaching of Reading and Writing*. Paris: UNESCO, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000002929>
- Horne, J. K. (2017): Reading Comprehension: A Computerized Intervention with Primary-age Poor Readers. *Dyslexia*, 23, 2, 119–140. DOI: 10.1002/dys.1552
- Jamshidifarsani, H. – Garbaya, S. – Lim, T. et al. (2019): Technology-based Reading Intervention Programs for Elementary Grades: An Analytical Review. *Computers & Education*, 128, 427–451. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.10.003, https://www.researchgate.net/publication/328124445_Technology-based_reading_intervention_programs_for_elementary_grades_An_analytical_review
- Kelly, C. (2011): *Reading Intervention Programs. A Comparative Chart*. <http://www.readingrockets.org/pdfs/Reading-intervention-programs-chart.pdf>
- Kocsor A. – Bácsi J. – Mihalovics J. (2006): Beszédmester: számítógépes olvasásfejlesztés és beszédjavítás-terápia. *Új pedagógiai Szemle*, 56, 3, 108–113. <https://epa.oszk.hu/00000/00035/00101/2006-03-mu-Tobbek-Beszedmester.html>
- Levin, T. – Long, R. (1981): *Effective Instruction*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, VA, <https://eric.ed.gov/?id=ED200572>
- Magnan, A. – Ecalte, J. – Veuillet, E. et al. (2004): The Effects of an Audio-visual Training Program in Dyslexic Children. *Dyslexia*, 10, 2, 131–140. DOI: 10.1002/dys.270
- Magyar A. – Molnár G. (2014): A szóolvasási készség adaptív mérését lehetővé tevő online tesztrendszer kidolgozása. *Magyar Pedagógia*, 114, 4, 259–279. http://www.magyarpedagogia.hu/document/3_Magyar_MP1144.pdf
- Mullis, I. V. S. – Martin, M. O. (eds.) (2015): *PIRLS 2016 Assessment Framework*. 2nd ed. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center
- National Center on Improving Literacy (2018): *Supporting Decision Making For Evidence-Based Literacy Interventions*. National Title I Conference, Philadelphia, Pennsylvania, February 2018, <https://www2.ed.gov/about/offices/list/oese/oss/technicalassistance/evidencebasedliteracyinterveppt2018.pdf>
- National Reading Panel (2000): *Teaching Children to Read: An Evidence-based Assessment of the Scientific Research Literature on Reading and Its Implications for Reading Instruction*. NIH Publication. No. 00-4769. DOI: 10.1002/ppul.1950070418, <https://www.nichd.nih.gov/sites/default/files/publications/pubs/nrp/Documents/report.pdf>
- OECD (2015): *Draft Reading Literacy Framework March*, 2013. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Reading%20Framework%20.pdf>

- OECD (2016a): *PISA 2015 Results*. Vol. I: *Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/education/pisa-2015-results-volume-i-9789264266490-en.htm>
- OECD (2016b): *PISA 2015 Results*. Vol. II: *Policies and Practices for Successful Schools*. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/education/pisa-2015-results-volume-ii-9789264267510-en.htm>
- OECD (2018): *Draft Analytical Frameworks*. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2018-draft-frameworks.pdf>
- Ostorics L. – Szalay B. – Szepesi I. et al. (2016): *PISA 2015 összefoglaló jelentés*. Budapest: Oktatási Hivatal, https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatás/nemzetközi_mérések/pisa/PISA2015_osszefoglalo_jelentes.pdf
- Pelgrum, W. J. (2004): What Can International Assessments Contribute to Help Fight Low Achievement? In: Kárpáti A. (ed.): *Promoting Equity through ICT in Education*. Paris–Budapest: OECD, 56–69. <http://www.oecd.org/education/research/31558662.pdf>
- Ponce, H. R. – López, M. J. – Mayer, R. E. (2012): Instructional Effectiveness of a Computer-supported Program for Teaching Reading Comprehension Strategies. *Computers & Education*, 59, 4, 1170–1183. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.05.013, <https://bit.ly/2PXDFU>
- Shepard, L. A. – Penuel, W. R. – Davidson, K. L. (2017): Design Principles for New Systems of Assessment. *Phi Delta Kappan*, 98, 6, 47–52. <https://www.kappanonline.org/design-principles-new-systems-assessment/>
- Snow, C. E. (2002): *Reading for Understanding: Toward an R&D Program in Reading Comprehension*. Santa Monica, CA: RAND, https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1465.html
- Steklács J. (2018a): PISA 2015 után, PISA 2018 előtt. A szövegértő olvasás fejlesztésének, tanításának feladatai. *Könyv és Nevelés*, 20, 1, 30–49. <http://folyoiratok.ofi.hu/konyv-es-nevelés/pisa-2015-utan-pisa-2018-elott>
- Steklács J. (2018b): Az olvasás-szövegértés terminológiai kérdései, fogalmának változása és az olvasástanítási rendszerünk. In: András C. – Fenyő D. (szerk.): *Alumni Nova: 25 éves a Szakkollégium*. Pécs: PTE BTK Kerényi Károly Szakkollégium, 77–91. https://www.academia.edu/37502280/Alumni_Nova_I
- Steklács J. – Molnár G. – Csapó B. (2015): Az olvasás-szövegértés online diagnosztikus mérésének tartalmi kereteinek elméleti háttere. In: Csapó B. – Steklács J. – Molnár G. (szerk.): *Az olvasás-szövegértés online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Budapest: Oktató és Fejlesztő Intézet. 15–32. http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6448/1/2015_Olvasas_15_31_u.pdf
- Torgesen, J. K. – Wagner, R. K. – Rashotte, C. A. et al. (2010): Computer-assisted Instruction to Prevent Early Reading Difficulties in Students at Risk for Dyslexia: Outcomes from Two Instructional Approaches. *Annals of Dyslexia*, 60, 1, 40–56. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2888606/>
- Tóth E. (2011): Pedagógusok nézetei a tanulóiteljesítmény-mérésekről. *Magyar Pedagógia*, 111, 3, 225–249. http://www.magyarpedagogia.hu/document/Toth_MP1113.pdf
- Wagner, D. A. (1990): *Literacy and Research: Past, Present and Future. Literacy Lessons*. Geneva: UNESCO. International Bureau of Education, <https://eric.ed.gov/?id=ED321042>

A MATEMATIKAI NEVELÉS KUTATÁSÁNAK AKTUÁLIS IRÁNYZATAI

RECENT TRENDS OF RESEARCH ON MATHEMATICS EDUCATION

Csikos Csaba¹, Pásztor Attila², Rausch Attila³, Szitányi Judit⁴

¹DSc, Eötvös Loránd Tudományegyetem Matematika Tanszék, Budapest
csikos.csaba@tok.elte.hu

²PhD, MTA–SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport, Szeged

³PhD, Eötvös Loránd Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, Budapest

⁴PhD, Eötvös Loránd Tudományegyetem Matematika Tanszék, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányunkban a matematikai nevelés (mathematics education) területén az utóbbi évtizedben meghatározó kutatási tendenciákkal foglalkozunk. A fő témaköröket az Európai Bizottság 2011-ben kiadott *Mathematics Education in Europe: Common Practices and Challenges* dokumentuma alapján jelöltük ki, majd elsősorban a vezető matematikadidaktikai folyóiratok (*Journal for Research in Mathematics Education*, *Educational Studies in Mathematics*, *ZDM*, *Journal of Mathematical Behavior*) legtöbbször hivatkozott írásai, valamint a hazai szerzők nemzetközi trendekhez kapcsolódó publikációi alapján végeztük el az áttekintést. Az elemzések alapján megállapítható, hogy a terület kutatói egyre többen foglalkoznak társadalmi rendszerek kontextusába ágyazottan a matematikai nevelés kérdéseivel. A matematikaoktatás örökzöldnek tekinthető területei közül a számolási készséget, a vizualizálást, az értékelés problémáit és a matematika-tanulás affektív feltételeit övezi kiemelt figyelem. A pedagógusok matematikai nézeteivel és tudáselemeivel ugyancsak számos vizsgálat foglalkozik.

ABSTRACT

This study focuses on current research on mathematics education. The leading foci of the study are set by the European Commission document entitled *Mathematics Education in Europe: Common Practices and Challenges*, and the review primarily relies on most frequently cited articles of four leading journals: *Journal for Research in Mathematics Education*, *Educational Studies in Mathematics*, *ZDM*, *Journal of Mathematical Behavior*, and on Hungarian publications embedded in the mainstream of international research. Based on our review, more and more studies address the issues of mathematical education in the context of societal systems. Among the classic topics of mathematics instruction, special emphasis has been put on arithmetic skills, visualization, problems of assessment, and on the affective preconditions of mathematics learning. Special attention has also been paid to research on the views and knowledge of mathematics educators.

Kulcsszavak: matematikai nevelés, számolási készségek, affektív feltételek, meggyőződések

Keywords: mathematics education, counting skills, affective conditions, beliefs

A MATEMATIKAI NEVELÉS TÁRSADALMI MEGHATÁROZOTTSÁGA

A matematika évezredek óta fontos szerepet tölt be a felnövekvő generációk képzésében. Az intézményes nevelés korai évszázadai során a hét szabad művészet részeként az aritmetika és a geometria már megjelent a képzés jól körülhatárolt ismeretanyagaként, a jezsuita világtanterv, a *Ratio Studiorum* (1599) óta pedig lényegében iskolai tantárgyként tekinthetünk a matematikára. A matematika tantárgy társadalmi jelentőségének bemutatására több elméleti elemzés is vállalkozott, az empirikus kutatások között egy hazai, kisgyermekes szülők nézeteinek vizsgálatára összpontosító vizsgálat (Berze–Csíkos, 2017) igazolta a matematika tantárgy kitüntetett szerepét.

Hazánkban különösen nagy figyelmet kap a matematikai nevelés. Számos nemzetközi jelentőségű matematikus (Pólya György, Erdős Pál, Dienes Zoltán, Péter Rózsa, Rényi Alfréd, Varga Tamás) matematikai kutatásaik mellett fontosnak tartották a tudás átadásának kérdését. Napjainkban a Magyar Tudományos Akadémia számos fóruma foglalkozik a matematikaoktatás helyzetével és a fejlesztés lehetőségeivel, kiemelkedő szerepe van a Matematikai Közoktatási Munkabizottságnak és az MTA Tantárgy-pedagógiai Kutatási Program keretében támogatott kutatócsoportoknak. A matematikatudomány és a matematika tantárgy jelentőségéhez mérten a matematikai nevelés hazai kutatása igen jelentős fejlődési tartalmakkal rendelkezik.

A matematikai nevelés társadalmi meghatározottságát az írott dokumentumok közül elsősorban a tantervek és a taneszközök közvetítik. Az 1978-as előíró tanterv nyomdokain a nemzeti alaptantervek generációi két jelentős újdonságot hoztak. Összhangban a nemzetközi tantervfejlesztési trendekkel, a magyar matematika alaptanterv mindhárom iskolai szinten leírja a matematikai gondolkodás legfontosabb elemeit, az alapvető készségek és eljárások, a matematikai megértés, a matematikai fogalmak és elvek fejlesztésének/fejlődésének folyamatát. Hangsúlyt helyez a matematika valós életben való alkalmazására, a kommunikáció és az érvelés fejlesztésére. Másrészt a nagyvilágban gyakran „magyar tudományterületként” emlegetett kombinatorika hangsúllyal jelent meg a „Gondolkodási módszerek, halmazok, matematikai logika, kombinatorika, gráfok” nevű kerettantervi területben. Ugyanakkor a köznevelés szerves részeként megjelenő óvodai alapprogramban a matematikai nevelés részletezettsége és hangsúlya csekély.

A 2011-es TIMSS-felmérés alapján az alsó tagozaton oktató pedagógusok több mint 90%-a alapvető forrásként használja a tankönyveket, így különös jelentősége van annak, hogy az új generációs tankönyveink számos olyan feladatot tartalmaznak, amelyek a tágabb értelemben vett gondolkodásfejlesztés eszközei, és emellett tudatosan igyekeznek a matematika iránti pozitív viszonyulást megteremteni és megőrizni. Emellett a tankönyveket kísérő módszertani kézikönyvek friss kutatási eredmények közvetítésére is vállalkoznak.

A matematikai nevelés hazai helyzetét út- és egyensúlykeresés jellemzi a „matematikai színvonal” megtartásának Szküllája és „a matematika mindenkié” Varga Tamás-i szlogen követésének Kharübdiszé között. Ami a kérdés gyakorlati oldalát illeti, egyre több matematikatanár látja abban a siker mércéjét, hogy tudja-e csökkenteni a tanulók közötti teljesítményszakadékat.

OKTATÁSI MÓDSZEREK

Az oktatási módszerek kutatásának területe természetesen összefügg a további témakörökkel, hiszen a pedagógusképzés, az értékelés és a felzárkóztatás kérdései egyben oktatásmódszertani kérdések is. A gondolkodásfejlesztést előtérbe helyező módszertani elgondolások között a vizualizálás szerepének kutatása jelentős erővel folyik. A külső képek és a belső, mentális képek viszonya és ezek jelentősége a matematikai gondolkodásban számtalan téren napvilágra került. A kisgyermekkortól (Csíkos et al., 2012) a középiskolás korosztályon keresztül a felsőoktatásig (Moore–Carlson, 2012) élenkülő empirikus kutatások vannak világszerte. A vizualitás szerepe iránti érdeklődés egyrészt az „ikonográfiai fordulatnak” tudható be, de kultúráközi összehasonlító vizsgálatok (különösen a kínai–nyugati összehasonlítások) eredőjének is tekinthető. A vizualitás területéhez szervesen kötődik a matematikadidaktikai vizsgálatokban újra középpontba kerülő geometriai tudás (Gal–Linchevski, 2010). A GeoGebra és más dinamikus oktató szoftverek új lendületet adtak a kutatásoknak a térbeli képességek fejlesztése terén. Napjainkban számos kutatási program foglalkozik a digitális eszközök egyre szélesebb körű elterjedése által indukált gondolkodási formák változásával, a különböző generációk tanulási szokásainak változásával. Ugyanakkor a Jean Piaget által meghatározott fejlődési szakaszok még napjainkban is gyakran hivatkoztak a matematikadidaktikai kutatásokban.

A számolás területén a laboratóriumi precizitású pszichológiai vizsgálatoktól (például *spontaneous focusing on numerosity* – spontán odafigyelés a számosság-ra) a számolási készség fejlesztésére vonatkozó pedagógiai környezet feltárásáig (*adaptive strategy use in calculation* – adaptív stratégiahasználat a számolásban) terjednek a kutatások. Az orvostudomány határterületeként a diszkalkulia empirikus vizsgálata is jelentős erővel folyik.

A harmadik, az utóbbi évtizedben revitalizálódott kutatási terület a matematikai definíciókhoz és bizonyításokhoz szükséges mentális feltételek és oktatási módszerek kérdése. Matthew Inglis és Lara Alcock (2012) vizsgálatában a matematikát tanuló hallgatók és a matematikusok bizonyításolvasását szemmozgás-vizsgálattal hasonlították össze.

A matematika különféle tartalmi részterületeit egyaránt átfogó, innovatív oktatási megközelítésmódok közül a kutatásalapú vagy problémaalapú mate-

matikatanulást emeljük ki (Artigue–Blomhøj, 2013). A kutatásalapú oktatásnak számos válfaja létezik, és a köztük lévő különbségek olyan – egymással is összefonódó – aspektusokból szemlélhetők, mint például az alkalmazott feladatok autentikussága, az osztálytermi légkör demokratizmusa, a tanár-diák interakciók jellege vagy a problémamegoldó gondolkodás szolgálatába állított extrakurrikuláris tartalmak. A kutatásalapú oktatás jellemzői szorosan összefüggnek a matematikatanulás affektív feltételeinek alakításával: a motiváció, a célkitűzés, a kreativitás és a játék(osítás) matematikadidaktikai leírása a kutatások főáramába került.

MÉRÉS-ÉRTÉKELÉS: A BIZONYÍTÉKON ALAPULÓ OKTATÁSPOLITIKÁTÓL A SZEMÉLYRE SZABOTT TANÍTÁSIG

A közoktatás minden szintjét és szereplőjét komplex rendszerek együttműködéseként is értelmezhetjük. E komplex rendszerek együttműködésében a mérés-értékelés funkciója az, hogy a pedagógiai folyamatok tervezéséhez és irányításához hatékony és adekvát visszacsatolási köröket biztosítson. A folyamatmodell első lépéseként a mérések alkalmazásával információt gyűjtünk, amely alapján meghatározhatók a célok, ezt követően megtervezhetők a beavatkozások, majd a megvalósítást követően az ismételt mérések révén a kezdeti adatokhoz viszonyítva képet kaphatunk az intervenciók hatékonyságáról, a szükséges korrekciókról (Pásztor, 2017).

Az oktatási rendszer szintjén visszacsatolási kört valósítanak meg a nemzetközi és nagymintás felmérések, mint a PISA (Program for International Student Assessment) és a TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), míg a nemzeti értékelési programok, mint nálunk az Országos Kompetenciamérések elsősorban az intézmények (iskolák) számára nyújtanak visszacsatolást. A rendszerszintű felmérések céljait és tartalmait bemutató írásművek tanulmányozása rávilágít arra, hogy a matematikatanulási vizsgálatok fókuszában egyre nagyobb hangsúlyt kap a tudás alkalmazásának és a gondolkodási képességek fejlettségének mérése.

A PISA, a TIMSS és az Országos Kompetenciamérések eredményei hasznosak lehetnek a közép- vagy a hosszú távú tervezéshez, ugyanakkor az akár egyéves visszacsatolási idő miatt az osztálytermi, illetve a tanulói szintű beavatkozásokhoz korlátozottan járulhatnak hozzá. A mindennapi tanítási folyamatokhoz, a differenciált, személyre szóló fejlesztéshez gyors és megbízható visszacsatolás szükséges, melyet a szakirodalom által formatívnak és/vagy diagnosztikusnak nevezett értékelési funkciók valósítanak meg. Ilyen visszacsatolási körök a tanórai kvízek, dolgozatok, tesztek felvétele vagy a szóbeli feleltetés, illetve a tanítás során a tanári kérdések vagy a diákok egymáshoz intézett kérdései is.

A formatív értékelés megfelelő alkalmazása növelheti a matematikaoktatás hatékonyságát, az elmúlt években ezen értékelési forma technológiával támogatott megvalósítási lehetőségei álltak több kutatás középpontjában. Az értékelés automatizálásán keresztül az azonnali visszacsatolás mellett az adaptivitás, idő és erőforrások megspórolása is motiválja a tanárokat a technológiaalapú értékelési eszközök használatára, továbbá ezek az értékelési mechanizmusok köszönnek vissza az egyre nagyobb népszerűségnek örvendő játékosítás (gamification) alapelemei között. A technológiai integráció a diagnosztikus értékelés terén is új lehetőségeket nyitott, segítségével gyorsan és hatékonyan tudjuk azonosítani a lemaradásban lévő tanulókat (Molnár–Csapó, 2019). A szakirodalom ugyanakkor egyértelműen rámutat arra is, hogy a személyre szabott értékeléshez és ennek a pedagógiai tervezéssel történő összekapcsolásához, ezek minél hatékonyabb együttes alkalmazásához a pedagógusok felkészítése is elengedhetetlen (Faber et al., 2017).

GYENGÉN TELJESÍTŐ ÉS LEMORZSOLÓDÓ TANULÓK AZ ISKOLÁBAN

A gyengén teljesítő tanulók arányának leszorítása és az iskolai lemorzsolódás csökkentése számos szervezet és ország célkitűzései között szerepel. Nemzetközi kitekintésben a kutatások elsősorban a PISA-eredményekből kiindulva foglalkoznak a matematikából gyengén teljesítő tanulókkal, arányuk a legtöbb országban az érdeklődés középpontjában áll. A magyarországi arány 28,0%, amely az EU 2020-as célkitűzéseitől messze elmarad. Ráadásul, míg az OECD-országokban összességében 1,3%-kal nőtt a gyengén teljesítők aránya a 2003-as PISA-méréshez képest, Magyarországon 5,0%-kal emelkedett ez az érték, miközben Lengyelországban 4,9%-kal csökkent (OECD, 2016).

A gyengén teljesítők felzárkóztatására való rendszerszintű törekvések között találkozhatunk tantervi reformokkal, pedagógiai asszisztensek, illetve kiscsoportos vagy egyéni fejlesztések alkalmazásával, valamint olyan országos felmérésekkel, amelyek segítik időben kiszűrni a lemaradásban lévőket, tanulási nehézségekkel küszködőket. A minél korábbi beavatkozás növeli a fejlesztőprogramok hatékonyságát, így az iskola kezdő szakaszában számos korai diagnosztikára és fejlesztőprogramra irányuló kutatással találkozhatunk (Molnár–Csapó, 2019). A korai fejlesztések eredményei régóta ismertek, az idősebb korosztályokban az újabb kutatási eredmények a változatos stratégiák együttes és változatos alkalmazását hangsúlyozzák: a matematikai alapfogalmak megértésének elősegítése, a pedagógus által keresett, kiválasztott, fejlesztett tananyagok használata, a közösségre, kollaborációra építő módszerek elterjesztése a tanórák alatt és azokon kívül (Prediger et al., 2018).

Az alacsony matematikai teljesítmény egyik lehetséges oka, a matematikai szorongás vizsgálata és annak csökkentésére irányuló programok fejlesztése különböző életkori csoportoknál évtizedek óta meghatározó kutatási irány (Dowker et al., 2016). A matematikai szorongás megelőzése, illetve csökkentése komoly odafigyelést és energiát igényel az oktatási intézményektől, pedagógusoktól, bár a körülmények mindenhol mások és mások, a hétköznapi példákon alapuló, játékosabb feladatok alkalmazása, a tanulók énképének alakítása, valamint barátságosabb tesztelési környezet segíthet a tanulóknak (Luttenberger et al., 2018).

A MOTIVÁCIÓ ÉS MÁS AFFEKTÍV TERÜLETEK SZEREPE A MATEMATIKA TANULÁSÁBAN

A matematika tantárgyat a diákok általában nehéznek ítélik meg. Amennyiben megfelelő motivációs bázist kívánunk kialakítani a diákokban, a személyiség affektív szférájának számos összetevőjét szükséges figyelembe vennünk. A szakirodalom megkülönbözteti az intrinzik és az extrinzik motivációt, továbbá a területhez szorosan kapcsolódnak az attitűdök, a tanulási énkép, az énhatékonyság, az önszabályozás fogalmi, a matematikatanulás során fellépő szorongás érzése, valamint megkülönböztetünk elsajátítási és teljesítménymotivációt (Józsa–Fejes, 2012; Schukajlow et al., 2017).

A matematikatanulás affektív feltételeinek mérése megjelent a nemzetközi felmérésekben is, melynek eredményeképpen képet kaphatunk a magyar tanulók matematikai tanuláshoz kapcsolódó motívumairól. Az eredményekből többek között az derül ki, hogy a tizenöt éves magyar tanulók közel kétharmada (63,1%) nem érzi magát nagyon jó matematikai problémamegoldónak (OECD átlag = 57,8%), és egyharmaduk (35,3%) érez tehetetlenséget matematikai problémák megoldása közben (OECD átlag = 29,8%). A diákok 30,3%-a élvezzi a matematikatanulást (OECD átlag = 36,2%), és 27,5%-a várja a matematikaórát (OECD átlag = 38,1%). Mindemellett a tanulók 70,2%-a egyetért azzal, hogy a matematikaórán tanult ismeretek hozzásegíthetik ahhoz, hogy munkát találjon (OECD átlag = 70,5%).

A 2015-ben megvalósult TIMSS-mérés tanulságai szerint a 4. évfolyamos tanulók 23%-a nem szeret matematikát tanulni (nemzetközi átlag = 22%), 8. évfolyamon ez az arány lényegesen nagyobb, 58%, és ez a nemzetközi értéknél is jelentősen magasabb (nemzetközi átlag = 38%). A tendencia hasonló a tanulók magabiztosságában is: 4. évfolyamon a diákok 23%-a nem tartja magát magabiztosnak matematikafeladatok megoldásában (nemzetközi átlag = 23%), 8. évfolyamon az arány 42%-ra emelkedik (nemzetközi átlag = 43%) (Szalay et al., 2016).

Az egyes affektív személyiségkomponensek ugyan összefüggést mutatnak a matematikai teljesítménnyel, azonban a korrelációk és az általános tendenciák mögött összetett hatásmechanizmusok tárhatók fel. Általánosságban elmondható,

hogy kívánatos célként jelenik meg az érzelmileg támogató, motiváló tanulási környezet kialakítása, melyben a tanulók a képességszintjüknek megfelelő feladatokkal dolgozhatnak, a problémák felkeltik érdeklődésüket, kapcsolódnak a mindennapi tapasztalatokhoz és más tantárgyakhoz, a megoldás keresése során oldott légkörben (lásd a humor szerepének tudományos vizsgálatát a matematikai feladatmegoldásban, Van Dooren et al., 2019) együttműködhetnek társaikkal. Az utóbbi években számos ígéretes kutatási eredmény látott napvilágot, amelyek hozzájárulhatnak a célok eléréséhez. Megjelent a metaemóció fogalma a matematikatanítás kapcsán (De Corte et al., 2011), illetve egyre nagyobb hangsúlyt kap a szülők szerepének vizsgálata a tanulók matematikához való viszonyának alakításában (Buff et al., 2016).

A MATEMATIKÁT TANÍTÓ PEDAGÓGUSOK

Általánosságban jellemző a világ fejlett országaiban, hogy nagyjából a tíz-tizenkét éves korosztálytól szaktanári rendszer működik az intézményes nevelésben, míg a kisebb gyermekek matematikai gondolkodása fejlesztésének feladatát a valamennyi tantárgy vagy tudásterület tanítására felkészült tanítók és óvodapedagógusok látják el. A pedagógusok felkészültségével és felkészítésével foglalkozó kutatások a mai napig merítenek Lee S. Shulman (1986) fogalmi rendszeréből, melyben a tanításhoz szükséges pedagógiai tudás több, egybefonódó réteget tárta elénk. Shulman szerint a pedagógus számára rendkívül lényeges a megfelelő szintű pedagógiai tartalmi tudás (pedagogical content knowledge), amely a konkrét tudományterületekhez köthető tartalmak tanítására való felkészültséget jelenti (magyar megfelelője a tantárgy-pedagógiai tudás lehet) – kiegészítve és meghaladva az adott tudományterülethez kötődő tartalmi tudást (content knowledge). A pedagógiai tartalmi tudás elemei között szerepelnek azok a példák, analógiák, rajzos illusztrációk és a hozzájuk kötődő módszertani elemek, amelyekkel mások számára érthetővé tudjuk tenni a tananyagot. A shulmani elveket Heather C. Hill, Deborah Loewenberg Ball és Stephen G. Schilling (2008) nem csupán aktualizálták a matematikára vonatkoztatva, hanem azt új elemekkel gazdagították. A matematika számára különösen érdekes a speciális tartalmi tudás (specialized content knowledge), amely szoros értelemben a matematikatudományhoz kapcsolódó tudást jelent, de abban a tanításhoz nélkülözhetetlen további elemek vannak jelen: adott tananyag bemutatásának matematikai összefüggései, a várható tanulói megoldások és tévesztések ismerete.

A matematikai nevelésben részt vevő pedagógusok vizsgálatában két jellegzetes irányt látunk kibontakozni. A pedagógusi önreflexió erősítésére és a tanári professzió mélyítésére kiterjedten alkalmazzák a videóra rögzített tevékenységek elemzését (Santagata–Guarino, 2011) és a tanári hálózatok kommunikáci-

ős erejében rejlő lehetőségeket (van Es–Sherin, 2010). Emellett leendő és pályán lévő pedagógusok körében gyakran vizsgálnak olyan pszichikus tulajdonságokat, amelyeket egyébként (időben gyakran korábbi életrészekben) a gyermekek, tanulók körében is szokásosan vizsgálnak. Egyrészt a pedagógusok és a gyerekek tulajdonságai közötti összefüggések lényegesek (a matematikai szorongás gyermekkori eredetéről lásd Bekdemir, 2010), másrészt pedig önmagában is megszabja a fejlesztési lehetőségeket, ha tudjuk, milyen nézeteket vallanak a tanítók és a matematikatanárok a matematikáról, milyen tévképzeteik és nem utolsósorban milyen tudáselemeik vannak (Beswick, 2012).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány megírását „A köznevelés keretrendszeréhez kapcsolódó mérési-értékelési és digitális fejlesztések, innovatív oktatásszervezési eljárások kialakítása, megújítása” (EFOP-3.2.15-VEKOP-17-2017-00001) projekt és az ELTE Tanító- és Óvőképző Kara Kisgyermek-nevelési Kutatóközpontja támogatta.

IRODALOM

- Artigue, M. – Blomhøj, M. (2013): Conceptualizing Inquiry-based Education in Mathematics. *ZDM*, 45, 797–810. DOI: 10.1007/s11858-013-0506-6, https://www.researchgate.net/publication/258167448_Conceptualizing_inquiry-based_education_in_mathematics
- Bekdemir, M. (2010): The Pre-service Teachers' Mathematics Anxiety Related to Depth of Negative Experiences in Mathematics Classroom While They Were Students. *Educational Studies in Mathematics*, 75, 311–328. DOI: 10.1007/s10649-010-9260-7, <https://bit.ly/2O2Cnpp>
- Berze G. – Csíkos C. (2017): Parents' and Teachers' Views on the Distinct Role of Mathematics as a School Subject. In: Kaur, B. – Ho, W. K. – Toh, T. L. et al. (eds.): *Proceedings of the 41st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Vol 2. Singapore: PME, 161–168.
- Beswick, K. (2012): Teachers' Beliefs about School Mathematics and Mathematician' Mathematics and Their Relationship to Practice. *Educational Studies in Mathematics*, 79, 127–147. DOI: 10.1007/s10649-011-9333-2, <https://bit.ly/2CxBpwo>
- Buff, A. – Reusser, K. – Dinkelmann, I. (2016): Parental Support and Enjoyment of Learning in Mathematics: Does Change in Parental Support Predict Change in Enjoyment of Learning? *ZDM*, 49, 423–434. DOI: 10.1007/s11858-016-0823-7, <https://bit.ly/2KbdSWd>
- Csíkos Cs. – Szitányi J. – Kelemen R. (2012): The Effects of Using Drawings in Developing Young Children's Mathematical Problem Solving: A Design Experiment with Third-grade Hungarian Students. *Educational Studies in Mathematics*, 81, 47–65. DOI: 10.1007/s10649-011-9360-z, <https://bit.ly/2q0cj6v>
- De Corte, E. – Depaepe, F. – Op't Eynde, P. et al. (2011): Students' Self-regulation of Emotions in Mathematics: An Analysis of Meta-emotional Knowledge and Skills. *ZDM*, 43, 483–495. DOI: 10.1007/s11858-011-0333-6

- Dowker, A. – Sarkar, A. – Looi, C. Y. (2016): Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? *Frontiers in Psychology*, 7, 508. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00508, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4842756/pdf/fpsyg-07-00508.pdf>
- Faber, J. M. – Luyten, H. – Visscher, A. J. (2017): The Effects of a Digital Formative Assessment Tool on Mathematics Achievement and Student Motivation: Results of a Randomized Experiment. *Computers & Education*, 106, 83–96. DOI: doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.001, <https://bit.ly/2rt0zcZ>
- Gal, H. – Linchevski, L. (2010): To See Or Not to See: Analyzing Difficulties in Geometry from the Perspective of Visual Perception. *Educational Studies in Mathematics*, 74, 163–183. DOI: 10.1007/s10649-010-9232-y
- Hill, H. C. – Ball, D. L. – Schilling, S. G. (2008): Unpacking Pedagogical Content Knowledge: Conceptualizing and Measuring Teachers' Content-specific Knowledge of Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39, 372–400. <https://pdfs.semanticscholar.org/9a72/f2765a4e0880a413f32e0a7ddc7e53046b60.pdf>
- Inglis, M. – Alcock, L. (2012): Expert and Novice Approaches to Reading Mathematical Proofs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43, 358–390. DOI: 10.5951/jresmetheduc.43.4.0358, <https://pdfs.semanticscholar.org/494e/7981ee892d500139708e53901d6260bd83b1.pdf>
- Józsa K. – Fejes J. B. (2012): A tanulás affektív tényezői. In: Csapó B. (szerk.): *Mérlegen a magyar iskola*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 367–406. http://www.staff.u-szeged.hu/~fejesj/pdf/Jozsa-Fejes_2012_Affektiv_tenyezok.pdf
- Luttenberger, S. – Wimmer, S. – Paechter, M. (2018): Spotlight on Math Anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, 11, 311. DOI: 10.2147/PRBM.S141421
- Molnár G. – Csapó B. (2019): Technology-based Diagnostic Assessments for Identifying Early Learning Difficulties in Mathematics. In: Fritz-Stratmann, A. – Räsänen, P. – Haase, V. (eds.): *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties*. Heidelberg: Springer, 683–707. DOI: 10.1007/978-3-319-97148-3_40, <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/14847/>
- Moore, K. C. – Carlson, M. P. (2012): Students' Images of Problem Contexts When Solving Applied Problems. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31, 48–59. DOI: 10.1016/j.jmathb.2011.09.001, https://www.researchgate.net/publication/253952994_Students'_images_of_problem_contexts_when_solving_applied_problems
- OECD (2016): *PISA 2015 Results*. Volume I. *Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing, DOI: 10.1787/9789264266490-en, <https://www.oecd.org/education/pisa-2015-results-volume-i-9789264266490-en.htm>
- Pásztor A. (2017): Tanulói szintű visszacsatolás és fejlesztés: technológia alapú mérések alkalmazási lehetőségei a mindennapi pedagógia gyakorlatban. In: Hunyady Gy. – Csapó B. – Pusztay G. et al. (szerk.): *Az oktatás korproblémái*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó, http://www.edu.u-szeged.hu/phd/people/apasztor/PDF/Pasztor_A_MTU_2016_visszacsatolas_%C3%A9s_fejlesztetes.pdf
- Prediger, S. – Fischer, C. – Selter, C. et al. (2018): Combining Material- and Community-based Implementation Strategies for Scaling up: The Case of Supporting Low-achieving Middle School Students. *Educational Studies in Mathematics*, 1–18. DOI: 10.1007/s10649-018-9835-2, <https://bit.ly/2XlmiEG>
- Santagata, R. – Guarino, J. (2011): Using Video to Teach Future Teachers to Learn from Teaching. *ZDM*, 43, 133–145. DOI: 10.1007/s11858-010-0292-3, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11858-010-0292-3.pdf>
- Schukajlow, S. – Rakoczy, K. – Pekrun, R. (2017): Emotions and Motivation in Mathematics Education: Theoretical Considerations and Empirical Contributions. *ZDM*, 49, 307–322. DOI: 10.1007/s11858-017-0864-6, <https://bit.ly/2K7hTLM>

- Shulman, L. S. (1986): Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14. DOI: 10.3102/0013189X015002004, http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf
- Szalay B. – Szepesi I. – Vadász Cs. (2016): *TIMSS 2015 – Összefoglaló jelentés*. Budapest: Oktatási Hivatal, https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_meresek/timss/TIMSS2015.pdf
- Van Dooren, W. – Lem, S. – De Wortelaer, H. et al. (2019): Improving Realistic Word Problem Solving by Using Humor. *The Journal of Mathematical Behavior*, 53, 96–104. DOI: 10.1016/j.jmathb.2018.06.008, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0732312318300440?via%3Dihub>
- van Es, E. A. – Sherin, M. G. (2010): The Influence of Video Clubs on Teachers' Thinking and Practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13, 155–176. DOI: 10.1007/s10857-009-9130-3, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10857-009-9130-3>

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS FŐ KUTATÁSI IRÁNYZATAI

TRENDS IN SCIENCE EDUCATION RESEARCH

Korom Erzsébet¹, Z. Orosz Gábor²

¹PhD, dr. habil, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet,
MTA–SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport, Szeged
korom@edpsy.u-szeged.hu

²PhD-hallgató, Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola,
MTA–SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport, Szeged
oroszg@edu.u-szeged.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A természettudományos neveléshez kötődő kutatások rendkívül szerteágazók. Jelentős részük foglalkozik olyan oktatáspolitikai, tantervelméleti, oktatáselméleti kérdésekkel, mint például a napjainkban hasznos, releváns tudás meghatározása, a természettudományos műveltség értelmezése, a tananyagszervezés, illetve a tanítás és tanulás hatékony módjai, módszerei. Mindezekhez elengedhetetlen megismerni a természettudományok tanulásának folyamatait, feltárni a természettudományos tudás összetevőit, feltérképezni azok fejlődését, a fejlődés egyéni különbségeit, és megtalálni a fejlesztés megfelelő formáit. A kognitív területek mellett kiemelt figyelmet kapnak a tanulást befolyásoló affektív és szociális tényezők is, mint például a természettudományokhoz való viszony, a tanulási motiváció és a természettudományos pályák iránti érdeklődés vagy a tanulás társas összetevői. Tanulmányunkban a kutatási területek közül a természettudományos nevelés céljait, a természettudományos műveltség koncepcióit, a természettudományok iránti érdeklődés felkeltésének kérdéseit, a természettudományi tudás elsajátítását és az azt elősegítő oktatási módszereket, illetve a tanulók közötti különbségek kezelési lehetőségeit tekintjük át.

ABSTRACT

Research on science education is diverse and thriving. Several studies have addressed issues in education policy, curriculum development and learning and instruction such as what counts as useful and relevant knowledge today, how scientific literacy may be defined, how learning content can be structured, or what are effective ways of teaching and learning. To answer these questions, it is crucial to understand the processes of learning science to discover the various components of science knowledge, to map the development of those components thus revealing individual differences and to find appropriate ways of scaffolding and intervention. In addition to cognitive domains, a great deal of attention has also been devoted to affective and social factors affecting learning such as attitudes towards science, learning motivation, interest in scientific careers or the social components of learning. Our study looks at the main goals of science education, the various aspects of scientific literacy, the issue of encouraging scientific curiosity, the process of science knowledge acquisition, possible instruction methods and ways of dealing with individual differences and needs.

Kulcsszavak: természettudományos nevelés, természettudományos műveltség, fogalmi fejlődés, természettudományos gondolkodás, kutatási készségek, kutatásalapú tanulás, tanulási motiváció, egyéni különbségek

Keywords: science education, scientific literacy, conceptual development, scientific reasoning, inquiry skills, inquiry-based learning, learning motivation, individual differences

BEVEZETÉS

A természettudományos nevelés kutatási irányai sokrétűek, de körvonalazható néhány probléma, dilemma, ami kapcsolatot teremt közöttük. Például az, hogy hogyan kapcsolódjon a természettudományok tanítása a többi tantárgyhoz; hogyan alakítsuk úgy a természettudományos tanterveket, hogy jobban igazodjanak a tanulók igényeihez, és ne csak azokat szolgálják, akik tudományos, mérnöki pályákra törekednek; hogyan hidaljuk át azt a szakadékot, amely a tudomány jelenlegi állása és az iskolában tanított tananyag között húzódik (Gilbert, 2010); hogyan nyújthat az iskola használható, a mindennapi életben is alkalmazható tudást, illetve milyen módon lehet növelni a természettudományok iránti érdeklődést, formálni a tudományos kutatásokhoz való viszonyt. A tanulmány e témák mentén ad áttekintést néhány fontos kutatási területről, eredményről.

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS CÉLJAI

A természettudományos nevelés céljainak, feladatainak értelmezése végigkísérte az oktatás történetét. A Wynne Harlen (2010) által megfogalmazott gondolathoz, mely szerint a természettudományos nevelés célja nem az, hogy egy ismerethalmazt átadjunk, hanem az, hogy a legfontosabb fogalmak tárgyalásán keresztül lehetővé tegyük, hogy a diákok a számukra releváns jelenségeket jobban megértsék, hosszú út vezetett. A természettudományok tanítását sokáig az elméletközpontúság, a diszciplináris, szaktudományi tudás közvetítésének előtérbe helyezése jellemezte. Ennek oka többek között az volt, hogy az első ipari forradalom után megnőtt az igény a természettudományokban jól képzett szakemberekre. Az iskola feladata az lett, hogy biztos szaktudással rendelkező fiatalokat képezzen a munkaerőpiac és a felsőoktatás számára. Mivel ekkoriban az információ elérhetősége korlátozott volt, így azok lehettek versenyképesebbek, akik gazdagabb ismeret jellegű tudással rendelkeztek. Az iskolai oktatás fő célja az adott tudományterület ismeretrendszerének átadása, illetve a tantárgyhoz kötődő problémák (például számítások) megoldási stratégiáinak gyakoroltatása volt. Ez a fajta diszciplináris szemléletű természettudomány-tanítás azonban nehezen transzferálható, specifikus tudást közvetít, melyet főként az adott iskolai, tantárgyi kon-

textusban lehet hatékonyan alkalmazni. Nem meglepő, hogy azokat szólítja meg elsősorban, akik eredendően is érdeklődőbbek e területek iránt.

A 20. század második felétől kibontakozó, az ezredfordulót követően robbanászerű technikai, gazdasági fejlődés jelentős változást eredményezett a munkaerőpiacon, melyet az oktatás átalakulása is követett. Az információs kommunikációs eszközök elterjedésével az ismeret jellegű tudás könnyen elérhetővé vált. Ráadásul a tudományok olyan ütemben kezdtek fejlődni, mellyel nehezen tarthatott lépést az iskola. Egy ilyen változékony környezetben olyan emberek lehetnek sikeresek, akik fejlett készségeik révén képesek alkalmazkodni az újabb helyzetekhez. Ennek érdekében a természettudományokat mindenki számára elérhetővé, megfoghatóvá, érdekesebbé kellett tenni, így a diszciplináris szemléletű természettudomány-tanítás helyett a természettudományos nevelés (*science education*) vált meghatározóvá. Ennek legfőbb célja egy olyan természettudományos alpműveltség (*scientific literacy*) kialakítása, mely nemcsak az adott tudományterület kontextusában, hanem interdiszciplináris területeken, illetve a mindennapi élet során is hatékonyan alkalmazható. Ennek érdekében a legfontosabb diszciplináris ismeretek átadása mellett a természettudományos gondolkodás (*scientific reasoning*), a kutatási készségek (*inquiry skills, process skills*) fejlesztése és a tudomány működéséről vallott nézetek (*beliefs about the nature of science*) formálása is hangsúlyossá vált. Legalább ilyen fontos feladat a diákok érdeklődésének felkeltése, a tudományok megszerettetése, a természettudományos pályák vonzóbbá tétele. Ezek a célok nemcsak a nemzetközi felmérések (például az OECD PISA¹, illetve az IEA TIMSS²) elméleti kereteiben jelentek meg, hanem hatottak a tantervi kutatásokra is. Előtérbe kerültek a multi- és interdiszciplináris, illetve a tantárgyi integráció különböző formáit támogató megközelítések. A STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) oktatás a természettudományok, a műszaki, a mérnöki és a matematikai tudományok tanítását kapcsolja össze, míg egyes újabb irányzatok, mint például a STEAM (ahol az A az *Arts*) még komplexebb módon, a művészeteket is bevonva képzelik el a 21. században fontos készségek fejlesztését.

ATTITÚDFORMÁLÁS, PÁLYAORIENTÁCIÓ

Érdeklődés hiányában nagyon nehéz bármit is eredményesen tanulni. Éppen ezért számos kutatás irányul a tanulók természettudományos érdeklődésére, attitűdjeire és motivációira. Az attitűdvizsgálatok elemzik a tanuláshoz való viszonyt, a

¹ OECD PISA: Organisation for Economic Co-operation and Development Programme for International Student Assessment

² IEA TIMSS: International Association for the Evaluation of Educational Achievement Trends in International Mathematics and Science Study

tanulási folyamatokat, a természettudományos témák és az azokkal való foglalkozás iránti elköteleződést, annak tartósságát, valamint olyan tényezők szerepét, mint a nem, az életkor, a társadalmi, kulturális, családi hatások, a tanítás minősége vagy a természettudományokkal kapcsolatba hozható pályákról, szakmákról való tudás (Tytler, 2014).

Patrice Potvin és Abdelkrim Hasni (2014) metaanalíziséből tudjuk, hogy az érdeklődést tekintve néhol jelentős különbségek mutatkoznak a nemek között. Ha a tantárgyak szintjén vizsgáljuk, akkor elmondható, hogy a lányok az élettudományokat (biológia, egészségtan), míg a fiúk a fizikai tudományokat (fizika, kémia, technológia), illetve a földtudományokat (földrajz, csillagászat) preferálják jobban. Ha a tantárgyak témaköreit vizsgáljuk, egy sokkal árnyaltabb kép rajzolódik ki. A biológián belül például a fiúk jobban kedvelik a sejtek felépítésével és működésével, illetve az őslényekkel foglalkozó fejezeteket, míg a növénytant a lányok favorizálják. A fiúk inkább teljesítményorientáltak, jobban szeretnek számolni, illetve kísérletezni, a lányokat viszont jobban foglalkoztatják a társadalmi problémák, és ők azok, akik jobban kedvelik az írásbeli feladatokat, illetve a csapatmunkát. Az érdeklődés, a tanulási motiváció és a tantárgyi attitűdök óvodától a 12. évfolyamig általában csökkennek. Különösen radikális a váltás az általános iskola/középiskola átmenet során. A jelenség a fiúknál nagyobb mértékben jelentkezik. Az érdeklődés és a motiváció szempontjából sokkal fontosabb az, hogy hogyan tanítjuk az egyes tárgyakat, mint az, hogy egészen pontosan mit tanítunk. Vizsgálatok rámutatnak arra is, hogy az aktív tanulói tevékenységek, például a kutatás- vagy a problémaalapú tanulás, fejleszthetik a motivációt, ugyanakkor azok a gyakorlati módszerek, melyek nem igényelnek jelentősebb reflexiót, nincsenek hatással rá.

Az érdeklődés felkeltése, a tanulási motiváció és a természettudományos tantárgyak iránti attitűdök fokozása azért is fontos, mert hatással van a tanulók teljesítményére, a fogalmi ismeretek elsajátításának minőségére. Az érdeklődőbb és motiváltabb tanulók általában jobban teljesítenek, a két terület kapcsolata azonban bonyolult és szövevényes (Osborne et al., 2003).

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK TANULÁSA

A tudományos ismeretek megértésének, értelmes elsajátításának (meaningful learning) kutatása az 1960-as években került előtérbe a természettudományok tanításában. A tanulásban tapasztalt megértési nehézségek feltárása, az értelemgazdag tanulás elősegítésének igénye volt az egyik oka annak, hogy kibontakozott a fogalmi rendszer alakulásának, fejlődésének, a fogalmi váltás folyamatának több mint négy évtizedes múltra visszatekintő feltárása (részletesen lásd Korom, 2005; Amin et al., 2014).

Jean Piaget konstruktivista megközelítése – mely szerint a környezettel interakcióban, az asszimiláció, akkomodáció folyamatainak eredményeként a gyerekek sémákat alkotnak, amelyek befolyásolják a későbbi tanulásukat és saját, személyes tudás létrejöttét eredményezik – napjainkig hatással van e területre. De míg Piaget a fogalmi fejlődés mechanizmusait tudásterület-általánosnak tekintette és az értelmi fejlődéssel, a logikai-matematikai struktúrák változásával magyarázta, a későbbi kutatások az ismeretek tanulásának tudásterület-specifikus jellemzőire koncentráltak, és a fejlődéslélektan, valamint a kognitív tudomány eredményeire alapozva vizsgálták a tanulók nézeteit, mentális reprezentációit, ontológiai és episztemológiai tudását.

Az 1970-es évektől számos, elsősorban kvalitatív kutatás tárta fel a gyerekeknek az iskolai tanulmányokat megelőző naiv meggyőződéseit, a tudományosan elfogadott tényeknek nem megfelelő ismereteit, tévképzeteit, és hasonlította össze egy adott területen kezdők és szakértők tudását. Kiderült, hogy a gyerekek elméje, csakúgy, mint a kutatóké, sohasem *tabula rasa* (Gopnik, 2012). Már a megismerés kezdetén is rendelkeznek kezdetleges elképzelésekkel, amelyek befolyásolják a tapasztalataik értelmezését.

Bár vita folyt arról, hogy a gyerekek naiv tudása a világról mennyire egységes, elméletszerű, az világossá vált, hogy a fogalmi váltás bonyolultabb, mint a tanítás során egyszerűen lecserélni a tanulók naiv fogalmait a tudományosra. Az 1980-as, 90-es években nagy hatású volt az a megközelítés, amely a természettudományos fogalmak fejlődését egyfajta elméletváltásként értelmezte. Az ún. elméleteória (The theory theory, Carey, 1985) szerint a világunkról gyűjtött információk különböző elméletekbe szerveződnek az elménkben. Ezek egyedi szerkezettel, hierarchiával rendelkeznek (például vannak általánosabb és specifikusabb elméleteink), és kognitív szerepük jelentős. Segítségükkel értelmezhetjük a különböző jelenségeket, előrejelzéseket tehetünk, és számba vehetünk olyan lehetőségeket is, amelyekre még nincsenek bizonyítékaink. Elméleteink dinamikus struktúrák, újabb bizonyítékok fényében csiszolódhatnak, átalakulhatnak, ez a tanulás alapja. Bizonyítékokat kétféleképpen gyűjthetünk: (1) megfigyeléseket vagy (2) beavatkozásokat (például kísérlet) végzünk. Ennek a megközelítésnek azonban az a hiányossága, hogy nem írja le az elméletek háttérben álló mentális reprezentációt, és nem magyarázza a változás konkrét mechanizmusát sem (Gopnik–Wellman, 2012).

A tudományfilozófia és a mesterségesintelligencia-kutatás újabb eredményei (például Griffiths et al., 2010) meggyőző magyarázatot adhatnak az elméletek reprezentációjára és változásuk mechanizmusára. Ez a megközelítés valószínűségi alapú. Egy jelenség magyarázatára több alternatív elképzelés is születhet a fejünkben. Mindegyikhez tartozik egy valószínűség, mely kifejezi annak az esélyét, hogy az adott elképzelés helyes. Újabb bizonyítékok hatására ahelyett, hogy egy elképzelést kategorikusan helyesnek vagy helytelennek titulálnánk, csak a hozzá-

juk tartozó valószínűségeket változtatjuk meg. Egy nagy kezdeti valószínűséggel rendelkező elképzelést néhány ellentmondó bizonyíték fényében még nem vetünk el (stabilitás), viszont idővel, kellő számú megerősítés hatására felválthatjuk egy másik elképzeléssel (flexibilitás). Ez magyarázatot adhat a tudás lassú változására.

Az utóbbi két évtizedben különböző természettudományos tartalmak, témák esetében vizsgálták a kutatók a tanulók fogalmi fejlődésének részleteit. Kezdetben főként a kognitív komponensekre (például ontológiai kategóriák változása, az episztemológiai tudás fejlődése, mentális modellek használata a gondolkodásban) fókuszáltak, később egyre hangsúlyosabb lett az affektív és a szociális tényezők (például a motiváció, illetve a társak szerepe) feltárása is. Napjainkban a fogalmi váltást egy olyan komplex rendszerben értelmezik, amelyben a különböző típusú, bonyolultságú tudáselemek, belső és külső reprezentációk (például ontológiai, episztemológiai meggyőződések, fogalmak, mentális modellek, képek) kerülnek kapcsolatba egymással a tanulási szituációkban. Ez a megközelítés az alapja a fogalmi váltást segítő tanítás, tanulási környezet tantervi és oktatásmódszertani kérdéseire választ kereső kutatásoknak is.

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS GONDOLKODÁS

A természettudományok tanulása szorosan összefügg az általános gondolkodási képességekkel. Ahhoz, hogy elsajátítsuk a tudományos fogalmakat, fejlett gondolkodási képességek (például a hasonlóságok-különbségek, rész-egész vagy oksági viszonyok felismerése; analógiák, modellek alkalmazása) szükségesek; a tudományos ismeretszerzés olyan képességek birtokában valósulhat meg, mint az elméletek, hipotézisek generálása, tesztelése, felülvizsgálata és e folyamatokra való reflektálás (Zimmerman, 2007). A kapcsolat azonban kölcsönös. A természettudományok tanulása, a hierarchikus fogalomrendszer elsajátítása elősegíti a más területeken is alkalmazható, általános gondolkodási képességek fejlődését (Adey–Csapó, 2012). A természettudományos tartalmak, problémák ezért kiváló lehetőséget teremtenek a gondolkodásfejlesztésre.

A természettudományos gondolkodást a gondolkodás specifikus típusaként értelmezhetjük. Olyan mentális folyamatok összességét értjük alatta, amelyeket a természettudományos tartalmakról való gondolkodás, a tudományos problémákkal való foglalkozás vagy valamilyen megismerő tevékenység, például vizsgálódás, kísérletezés során használunk (Kuhn, 2002; Dunbar–Fugelsang, 2005). A tudományos gondolkodásról sokáig úgy tartották, hogy kisiskoláskorban még nem, csak serdülőkorban jelenik meg, de az utóbbi években számos bizonyítékot találtak a kutatók a korai előfordulásra is.

A gyerekek mások megfigyelésén, illetve a körülöttük lévő világ manipulálásán keresztül (például játék során) a tudósokhoz hasonlóan gyarapítják tudásukat.

Habár tevékenységük közel sem olyan szervezett és tudatos, mint a kutatóké, ez mégsem okoz gondot, hiszen viszonylag egyszerű és kevésbé szisztematikusan szervezett vizsgálatokkal is lehet helytálló, ok-okozati összefüggésekre bukkanni (Eberhardt–Scheines, 2007). Daniela Mayer és szerzőtársai (2014) munkájából kiderül, hogy a kisiskolások meg tudják különböztetni a hipotéziseket a bizonyítékoktól; különbséget tudnak tenni a bizonyító erejű és a nem meggyőző hipotézisvizsgálat között. Elemi szintű kísérletező és bizonyítékokat értékelő készségek már az óvodások és kisiskolások körében is kimutathatók.

Ted Ruffman és szerzőtársai (1993) kutatása arra is rámutat, hogy a hétéves diákok megfelelően alkotnak hipotéziseket egyszerű gyakorisági táblázatok segítségével, és azzal is tisztában vannak, hogy az így létrehozott hipotéziseiket előrejelzések alkotásához is használhatják. Susanne Koerber és szerzőtársai (2005) vizsgálata Ruffman és szerzőtársai (1993) kutatásait folytatva arra is fényt derített, hogy az öt-hatéves gyerekek metakognitív szinten értik, hogy az elképzeléseik, nézeteik bizonyítékok hatására alakulnak ki és formálódnak. Következtéseikbe azonban gyakran logikai hiba csúszik.

Ahogy ezek a példák is mutatják, az óvodás-, illetve kisiskoláskori gondolkodáskutatás gazdag és ígéretes kutatási eredményekkel rendelkezik. Mindez megerősíti azt, hogy a természettudományos nevelést érdemes már óvodáskorban elkezdni, ahogyan erre több példa is akad a nemzetközi tantervekben, standardokban (például az Egyesült Államokban a *Next Generation Science Standards*).

TANÍTÁSI, TANULÁSI MÓDSZEREK

A tanítási módszerekben az utóbbi évtizedekben elmozdulás tapasztalható a tanárközpontú módszerektől a tanulóközpontú módszerek felé. Ennek számos oka van. A megváltozott társadalmi-gazdasági környezet hatására változtak a tantervi célok, változott az iskolában elsajátítandó tudás jellege, a tanulás értelmezése. Az ismeretközvetítés helyett a tanulói aktivitásra helyeződött a hangsúly. Megjelentek a realiztikus, szituációba ágyazott, a mindennapi élet jelenségeihez kapcsolható feladatok, problémák. Az egyéni tudáskonstrukció helyett a közös tudásépítés került előtérbe, ami az információs-kommunikációs technológiák fejlődése révén egyre könnyebbé vált. A tanulás színterei is megváltoztak. Egyre több lehetőség (például élményközpont, múzeum, állatkert, tanösvény) adódik a tanórai ismeretek bővítésére, a készségek és attitűdök formálására. Nem meglepő, hogy az iskolán kívüli tanulás (out of school learning) kutatása a természettudományokkal összefüggésben a legintenzívebb.

A természettudományos nevelésben alkalmazott oktatási módszerek, stratégiák rendkívül változatosak, és a hozzájuk kötődő kutatások is kiterjedtek. A klasszikus módszerek (például demonstráció, magyarázat, kérdezés, különbö-

ző vizuális reprezentációk, analógiák, modellek alkalmazása) mellett hangsúlyos a fogalmi váltás elősegítése és a természettudományos gondolkodás fejlesztése (Treagust–Tsui, 2014), melyekkel összefüggésben e tanulmány keretében a kutatásalapú tanulást mutatjuk be részletesebben.

A 2007-ben megjelent Rocard-jelentés áttekintést adott a természettudományos nevelés helyzetéről, és ajánlásaiban a tanárok módszertani kultúrájának fejlesztésére, az induktív megismerésre alapozott megközelítésekre, például a kutatás- és problémaalapú tanulásra hívta fel a figyelmet. Ennek hatására számos nagyszabású projekt indult, amely a kutatásalapú tanulás népszerűsítését tűzte ki célul (Csapó et al., 2016).

A kutatás (inquiry) a természettudományok tanulásának/tanításának központi, alapvető megközelítése (NRC, 2012). A fogalom azonban számos értelmezéssel bír (ráadásul az angol szakkifejezés magyarra fordítása is nehézkes, lásd Nagy, 2010), ami meglehetősen bonyolulttá teszi a tájékozódást a területtel ismerkedők számára. A kutatás (inquiry) mint tudásgyarapítás utalhat (1) a tudósok által végzett tevékenységre, illetve (2) a tanulás egy módjára, de szerepelhet (3) tantervi elemként és (4) tanítási módszerként is (Bybee, 2000). Az iskolai gyakorlat során a kutatásra elsősorban tanítási, tanulási módszerként tekintenek, és gyakran kutatásalapú tanulásként (inquiry based learning, IBL) utalnak rá.

A kutatásalapú tanulás egy aktív tanulási módszer. Lényege, hogy a tanuló egy kérdés megválaszolása érdekében valamilyen vizsgálatot végeznek, adatokat gyűjtenek és elemeznek, illetve következtetéseket vonnak le (Pedaste et al., 2015). Kisebb-nagyobb mértékben önállóan szervezik a tanulási folyamatot, így nagyobb felelősség hárul rájuk. Nemcsak tanulnak a tudományokról, hanem maguk is művelik azt. A lépések céljainak tudatosításával, a vizsgálatok átbeszélésével hitelesebb képet kaphatnak a tudomány természetéről (nature of science), illetve a tudásgyarapítás folyamatáról.

A kutatásalapú tanulást két tényező mentén érdemes vizsgálni: (1) milyen jellegű tevékenységekben vesznek részt a tanulók, (2) milyen mértékű a tanári támogatás. A tevékenységek között gyakran jelenik meg az információkeresés, a kísérletezés, a modellezés, a problémamegoldás, a tanórán kívüli tevékenységek (például múzeumlátogatás), illetve az eredmények valamilyen megjelenítése (például jegyzőkönyv, beszámoló, előadás, plakát stb.). A tanári támogatás mértéke szerint megkülönböztethetünk strukturált kutatást (structured inquiry), melyben a diákok csak az adatgyűjtést és az elemzést végzik önállóan; vezetett kutatást (guided inquiry), amelyben a témaválasztáson és a problémafelvetésen kívül minden egyéb tevékenységet a diákok hajtanak végre, illetve nyitott kutatást (open inquiry), amely során a témaválasztás és a problémafelvetés is a tanulóktól ered (Nagy, 2010). Érdemes hangsúlyozni, hogy az utóbbi két esetben sincsenek a diákok magukra hagyva. Az adekvát tanári támogatásnak nagyon fontos szerepe van (a területről részletes áttekintést nyújt Lazonder–Harmsen,

2016). A folyamatot a pedagógus felügyeli, kíséri, elakadás esetén segítséget nyújt, az összefoglalás során pontosítja a fogalomhasználatot, kiemeli a legfontosabb összefüggéseket, reflexióra sarkall, tudatosítja a lépéseket, eloszlatja a tévképzeteket.

Láthatjuk tehát, hogy a kutatásalapú tanulás során a tanári szerepkör is változik, hiszen az ismeretátadás helyett a tanulási környezet előkészítése és a folyamat menedzselése, támogatása válik elsődlegessé. Ez a feladat első ránézésre korántsem egyszerű, és bizonyos fokú nyitottságot, elszántságot igényel a tanárok részéről. Több vizsgálat mutatott rá arra, hogy a tanárok felkészültsége, a kutatásalapú tanulással kapcsolatos tapasztalata és nézetei nagymértékben befolyásolják a tanulás sikerességét (például Roehrig–Luft, 2004; Fogleman et al., 2011). Nagy szükség van tehát arra, hogy a tanárképzés és a tanártovábbképzés során a gyakorlatban is megismertessük ezt a módszert.

A kutatásalapú tanulás színesebbé, érdekesebbé teheti a természettudományos órákat, növelve ezzel a tanulók érdeklődését, tantárgyi motivációját (Potvin–Hassni, 2014). Mindemellett eredményesen fejlesztheti a tanulók tárgyi tudását, kutatási készségeit, a tudomány működéséről alkotott nézeteit (például Wilson et al., 2010; Minner et al., 2010), és hozzájárul az összefüggések mélyebb megértéséhez. A csoportos tanuláson keresztül fejleszti a kommunikációt, az érveléstechnikát, a problémamegoldást és a kritikai gondolkodást. A metakogníció reflexióval történő fejlesztésével, illetve megfelelő támogatással a kutatásalapú tanulás a fiatalabb vagy a gyengébben teljesítő tanulók számára is hasznossá válik (White–Frederiksen, 2000).

A módszer megannyi előnye ellenére mégsem mondható népszerűnek a hazai gyakorlatban. Nehezíti alkalmazásának terjedését, hogy meglehetősen eszköz- és időigényes, alapos előkészítést igényel, ugyanakkor hatása nem érzékelhető azonnal. Mivel a kerettantervek, illetve az érettségi követelmények továbbra is főként az ismeretekre helyezik a hangsúlyt, így a tanárok kárba vesztett időnek élik meg az ilyen jellegű foglalkozásokat.

A TANULÓK KÖZÖTTI KÜLÖNBBSÉGEK KEZELÉSE

A természettudományos nevelés során egy mindenki számára hasznosítható alpműveltség kialakítása a cél. Fontos, hogy a kiemelt figyelmet igénylő tanulók (tanulási nehézséggel, akadályozottsággal rendelkező; tehetséges) is egyenlő eséllyel részesülhessenek ebből. Ezt a szemléletet tükrözi az Egyesült Államokban bevezetett *Science for All*, illetve az *All Standards, All Students* (NGSS, 2013) program.

A különbségek figyelembevételének alapvetően két módja van: (1) akkomodáció, melynek lényege, hogy a tartalmi vagy teljesítménybeli elvárásokat (kö-

vetelményeket) nem módosítják, viszont az alkalmazott módszereket a tanulók igényeihez szabják; (2) modifikáció, mely során a tartalmi és teljesítménybéli elvárásokat is átalakítják (Nolet–McLaughlin, 2000). Az utóbbi hatékonyabbá tehető, ha az érintett diákokat és a szülőket is bevonjuk a fejlesztési terv elkészítésébe (Booth–Ainscow, 1998). Gyakran előfordul az is, hogy a mérési-értékelési módszereket is át kell alakítani. Szükség lehet például a feladatok elrendezésének, megjelenítésének módosítására, a felolvasásra, a jelnyelv alkalmazására, hosszabb kitöltési idő biztosítására vagy alternatív értékelési módszerek használatára is.

A kiemelt figyelmet igénylő tanulók fejlesztésének hatékony formája lehet az inklúzió, melynek lényege, hogy ezek a diákok a tipikusan fejlődő társaikkal közösen vesznek részt az oktatásban, egy iskolába, egy osztályba járnak. Kutatások rámutattak arra, hogy ez mindkét fél számára gyümölcsöző (például Lipsky–Gartner, 1998). A természettudományok tanításán keresztül megannyi lehetőség nyílik a diákok gondolkodásának fejlesztésére (Csapó, 2003). J. Randy McGinnis (2000) kutatásából kiderül, hogy az inklúziót preferáló tanárok kifejezetten alkalmas terepnek vélik a természettudományokat a gyerekek fejlesztésére, a gyakorlatias jellegük és a társas tanulási lehetőségek miatt. Mégis sok általános és középiskolai tanár esik kétségbe, ha tanulási nehézséggel küzdő diákoknak kell természettudományt tanítania (Norman et al., 1998), aminek egyik magyarázata az lehet, hogy kevés tapasztalattal és háttértudással rendelkeznek ezen a területen. Például Sami Kahn és Anna Lewis (2013) kimutatta, hogy az Egyesült Államokban megkérdezett 855 tanár harmada semmilyen képzésben nem részesült a tanulási nehézségekkel rendelkező tanulókat illetően.

A tanulási nehézséggel küzdő tanulók természettudományos műveltségének fejlesztését számos tényező befolyásolja. A hatékonyság növelése érdekében a tanárok együttműködésére van szükség. Ennek egyik ígéretes módszere a közös tanítás (co-teaching), mely során a szaktanár és a gyógypedagógus közösen tervez, és együtt foglalkozik a diákokkal a tanórán. Nagy szerepe van az osztálytermi légkörnek és az alkalmazott tanulási módszereknek is. Michalinos Zembylas és Lynn Isenbarger (2002) kutatási eredményei kiemelik, hogy az aktív tanulási módszerek alkalmazása és az elfogadó, gondoskodó tanári jelenlét pozitívan befolyásolják a tanulási nehézségekkel rendelkező tanulók fejlődését.

A tanulmányban a természettudományos kutatások néhány területét érintettük. Az áttekintés azonban korántsem teljes, hiszen a természettudományos nevelés az iskolai tanításhoz kapcsolódó kutatómunka egyik legfontosabb, leggyorsabban fejlődő területe. További fontos, de itt nem elemzett kutatási területek például a tanulók tudásának értékelése, a rendszerszintű nemzetközi vizsgálatok, a pedagógusok, tanárjelöltek tudásának, kompetenciáinak, meggyőződéseinek vizsgálata vagy a tanárképzés, tanártovábbképzés kérdései.

IRODALOM

- Adey, P. – Csapó, B. (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó B.–Szabó G. (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 17–58. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6058/1/1852761.pdf>
- Amin, T. G. – Smith, C. L. – Wiser, M. (2014): Students Conceptions and Conceptual Change: Three Overlapping Phases of Research. In: Lederman, N. G. – Abell, S. K. (eds.): *Handbook of Research on Science Education*. Vol. II. New York: Routledge, 57–81. https://www.researchgate.net/publication/264713095_Student_Conceptions_and_Conceptual_Change_Three_Overlapping_Phases_of_Research
- Booth, T. – Ainscow, M. (eds.) (1998): *From Them to Us: An International Study of Inclusion in Education*. London: Routledge
- Bybee, R. W. (2000): Teaching Science as Inquiry. In: Minstrell, J. – van Zee, E. H. (eds.): *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 21–46. https://us.corwin.com/sites/default/files/upm-binaries/36904_Chapter_1__Teaching_Science_as_Inquiry.pdf
- Carey, S. (1985): *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge: MIT Press
- Csapó B. (2003): *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Budapest: Akadémiai Kiadó
- Csapó B. – Csikos Cs. – Korom E. (2016): Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban: a SAILS projekt. *Iskolakultúra*, 26, 3, 3–16. DOI: 10.17543/ISKKULT.2016.3.3, <http://real.mtak.hu/34992/>
- Dunbar, K. – Fugelsang, J. (2005): Scientific Thinking and Reasoning. In: Holyoak, K. J. – Morrison, R. G. (eds.): *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press, 705–725. https://www.researchgate.net/publication/285936617_Scientific_Thinking_and_Reasoning
- Eberhardt, F. – Scheines, R. (2007): Interventions and Causal Inference. *Philosophy of Science*, 74, 981–995. http://www.its.caltech.edu/~fehardt/papers/ES_draftPSA2006.pdf
- Fogleman, J. – McNeill, K. L. – Krajcik, J. (2011): Examining the Effect of Teachers' Adaptations of a Middle School Science-oriented Curriculum on Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 2, 149–169. DOI: 10.1002/tea.20399, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.20399>
- Gilbert, J. K. (2010): Preface. In: Phillips, L. M. – Norris, S. P. – Macnab, J. S. (eds.): *Visualization in Mathematics, Reading, and Science Education*. Dordrecht, the Netherlands: Springer, v–vii. DOI: 10.1007/978-90-481-8816-1, https://www.researchgate.net/publication/264929808_Visualization_in_Mathematics_Reading_and_Science_Education
- Gopnik, A. (2012): Scientific Thinking in Young Children: Theoretical Advances Empirical Research, and Policy Implications. *Science*, 337, 1623–1627. DOI: 10.1126/science.1223416, <https://bit.ly/2K4XshM>
- Gopnik, A. – Wellman, H. M. (2012): Reconstructing Constructivism: Causal Models, Bayesian Learning Mechanisms and the Theory Theory. *Psychological Bulletin*, 138, 6, 1085–1108. DOI: 10.1037/a0028044, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3422420/>
- Griffiths, T. L. – Chater, N. – Kemp, C. et al. (2010): Probabilistic Models of Cognition: Exploring Representations and Inductive Biases. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 8, 357–364. DOI: 10.1016/j.tics.2010.05.004, https://www.researchgate.net/publication/44798533_Probabilistic_models_of_cognition_Exploring_representations_and_inductive_biases
- Harlen, W. (ed.) (2010): *Principle and Big Ideas of Science Education*. Hatfield, UK: Association for Science Education, <https://www.ase.org.uk/bigideas>

- Kahn, S. – Lewis, A. R. (2013): *Survey on Teaching Science to K–12 Students with Disabilities: Teacher Preparedness and Attitudes*. Paper presented at the annual meeting of the Association for Science Teacher Education, Charleston, SC DOI: 10.1007/s10972-014-9406-z, https://www.researchgate.net/publication/272504807_Survey_on_Teaching_Science_to_K-12_Students_with_Disabilities_Teacher_Preparedness_and_Attitudes
- Koerber, S. – Sodian, B. – Thoermer, C. et al. (2005): Scientific Reasoning in Young Children: Preschoolers' Ability to Evaluate Covariation Evidence. *Swiss Journal of Psychology*, 64, 141–152. https://www.researchgate.net/publication/232418299_Scientific_Reasoning_in_Young_Children_Preschoolers'_Ability_to_Evaluate_Covariation_Evidence
- Korom E. (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Budapest: Műszaki Kiadó
- Kuhn, D. (2002): What Is Scientific Thinking and How Does It Develop? In: Goswami, U. (ed.): *Handbook of Childhood Cognitive Development*. Oxford: Blackwell, 371–393. https://www.tc.columbia.edu/faculty/dk100/faculty-profile/files/10_whatisscientifichinkingandhowdoesitdevelop.pdf
- Lazonder, A. W. – Harmsen, R. (2016): Meta-analysis of Inquiry-based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86, 3, 681–718. DOI: 10.3102/0034654315627366, https://www.researchgate.net/publication/293193229_Meta-Analysis_of_Inquiry-Based_Learning_Effects_of_Guidance
- Lipsky, D. K. – Gartner, A. (1998): Taking Inclusion into the Future. *Educational Leadership*, 56, 2, 78–82.
- Mayer, D. – Sodian, B. – Koerber, S. et al. (2014): Scientific Reasoning in Elementary School Children: Assessment and Relations with Cognitive Abilities. *Learning and Instruction*, 29, 43–55. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2013.07.005, https://www.researchgate.net/publication/259137990_Scientific_reasoning_in_elementary_school_children_Assessment_and_relations_with_cognitive_abilities
- McGinnis, J. R. (2000): Teaching Science as Inquiry for Students with Disabilities. In: J. Minstrell, J. – van Zee, E. H. (eds.): *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 425–433.
- Minner, D. D. – Levy, A. J. – Century, J. (2010): Inquiry-based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474–496. <https://bit.ly/2Cv8DfO>
- Nagy L. (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, 20, 12, 31–51. <http://real.mtak.hu/57868/>
- NGSS – Next Generation Science Standards (2013): *Diversity and Equity in the Next Generation Science Standards: "All Standards, All Students."* www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Appendix%20D%20Diversity%20and%20Equity%20-%204.9.13.pdf
- Nolet, V. – McLaughlin, M. J. (2000): *Assessing the General Curriculum: Including Students with Disabilities in Standards-based Reform*. Thousand Oaks, CA.: Corwin Press, DOI: 10.4135/9781483329253, https://www.researchgate.net/publication/292655131_Assessing_the_general_curriculum_including_students_with_disabilities_in_standards-based_reform
- Norman, K. – Caseau, D. – Stefanich, G. (1998): Teaching Students with Disabilities in Inclusive Science Classrooms: Survey Results. *Science Education*, 82, 127–146. DOI: 10.1002/(SICI)1098-237X(199804)82:23.0.CO;2-G, https://www.researchgate.net/publication/228386241_Teaching_students_with_disabilities_in_inclusive_science_classrooms_Survey_results
- NRC – National Research Council (2012): *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press, <http://smdepo.org/download/228417075fe45>

- Osborne, J. – Simon, S. – Collins, S. (2003): Attitudes towards Science: A Review of the Literature and Its Implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049–1079. DOI: 10.1080/0950069032000032199, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0950069032000032199?needAccess=true>
- Pedaste, M. – Mäeots, M. – Siiman, L. A. et al. (2015): Phases of Inquiry-based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. DOI: 10.1016/j.edurev.2015.02.003, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X15000068>
- Potvin, P. – Hasni, A. (2014): Interest, Motivation and Attitude towards Science and Technology at K-12 Levels: A Systematic Review of 12 Years of Educational Research. *Studies in Science Education*, 50, 1, 85–129. DOI: 10.1080/03057267.2014.881626, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03057267.2014.881626>
- Roebrig, G. H. – Luft, J. (2004): Constraints Experienced by Beginning Secondary Science Teachers in Implementing Scientific Inquiry Lessons. *International Journal of Science Education*, 26, 1, 3–24. DOI: 10.1080/0950069022000070261
- Ruffman, T. – Perner, J. – Olson, D. R. et al. (1993): Reflecting on Scientific Thinking: Children's Understanding of the Hypothesis-evidence Relation. *Child Development*, 64, 1617–1636. DOI: 10.1111/j.1467-8624.1993.tb04203.x, https://www.jstor.org/stable/1131459?seq=1#page_scan_tab_contents
- Treagust, D. F. – Tsui, C.-Y. (2014): General Instructional Methods and Strategies. In: Lederman, N. G. – Abell, S. K. (eds.): *Handbook of Research on Science Education*. Vol. II. New York: Routledge, 303–320.
- Tytler, R. (2014): Attitudes, Identity, and Aspirations toward Science. In: Lederman, N. G. – Abell, S. K. (eds.): *Handbook of Research on Science Education*. Vol. II. New York: Routledge, 82–103.
- White, B. – Frederiksen, J. (2000): Metacognitive Facilitation: An Approach to Making Scientific Inquiry Accessible to All. In: Minstrell, J. – van Zee, E. H. (eds.): *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 331–370. <http://thinkertools.org/Pages/paper.html>
- Wilson, C. D. – Taylor, J. A. – Kowalski, S. M. et al. (2010): The Relative Effects and Equity of Inquiry-based and Commonplace Science Teaching on Students' Knowledge, Reasoning, and Argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 3, 276–301. DOI: 10.1002/tea.20329, <https://bit.ly/2CtrHej>
- Zembylas, M. – Isenbarger, L. (2002): Teaching Science to Students with Learning Disabilities: Subverting the Myths of Labeling through Teachers' Caring and Enthusiasm. *Research in Science Education*, 32, 1, 55–79. DOI: 10.1023/A:1015050706407, <https://bit.ly/2pNiqueu>
- Zimmerman, C. (2007): The Development of Scientific Thinking Skills in Elementary and Middle School. *Developmental Review*, 27, 2, 172–223. DOI: 10.1016/j.dr.2006.12.001, https://www.researchgate.net/publication/222697483_The_development_of_scientific_thinking_skills_in_elementary_and_middle_school

AZ ISKOLA AFFEKTÍV ÉS SZOCIÁLIS JELENSÉGVILÁGÁNAK KUTATÁSA

TRENDS IN RESEARCH OF AFFECTIVE AND SOCIAL FACTORS IN EDUCATION

Józsa Krisztián¹, D. Molnár Éva², Zsolnai Anikó³

¹Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, Szeged,
Kaposvári Egyetem, Neveléstudományi Intézet, Kaposvár
jozsa@edpsy.u-szeged.hu

²Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, Szeged

³Eötvös Loránd Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány az affektív és a szociális tényezők jelentőségével foglalkozik pedagógiai megközelítésben. Az affektív szféra kifejezés szerteágazó területet jelöl, az érzelmi tényezők mellett magában foglalja például az attitűdöket, az érdeklődést, a motivációt és a társas viselkedés bizonyos elemeivel is átfedést mutat. E kérdéskör régóta foglalkoztatja az oktatás, nevelés iránt érdeklődőket. A téma önálló kutatási területté válása ugyanakkor alig száz évre tehető. Az iskola világához közvetlenül kapcsolódó vizsgálatok az utóbbi évtizedekben váltak egyre hangsúlyosabbá. E munkák napjainkra már számos bizonyítékot sorakoztattak fel arra, hogy az affektív tényezőknek döntő szerepük van a tanulás eredményességében. Néhány affektív változó erősebben jelzi előre az iskolai tanulás sikerességét, mint az intelligencia. Az érzelmek, motívumok kutatása szorosan kapcsolódik a társas kapcsolatok vizsgálatához. A társas kapcsolatok alapját a szociális készségek és motívumok jelentik. Ezek fejlettsége ugyancsak elengedhetetlen az iskolai tanulás sikerességéhez. A tanulmány rövid áttekintést ad e területek főbb kutatásairól, említést tesz azokról a programokról, melyek a tanulási motivációt, a szociális és érzelmi tanulást segítik.

ABSTRACT

The study deals with the significance of affective and social factors from a pedagogical viewpoint. The term affective factors indicates a diverse field which includes for example emotions, attitudes, interest, motivation, and shows overlap with some components of social behaviour. This field has intrigued people interested in education for a long time. However, the topic became an independent research area only about a hundred years ago. Investigations directly connected to the schools have become prominent in the last few decades. Research findings provided a number of evidence showing that affective factors have a determining role in the success of learning. Some affective variables predict school success better than intelligence. Research of emotions and motives is linked to the investigations of social competences. Social skills and motives give the foundations of the social relationships. The development of those skills is indispensable for learning success at school. This study gives a short overview about the research of these fields mentioning those programmes which help learning motivation, social and emotional learning.

Kulcsszavak: affektív faktorok, motiváció, érzelem, szociális kompetencia, szociális és érzelmi tanulás, iskolai sikeresség

Keywords: affective factors, motivation, emotion, social competence, social and emotional learning, school achievement

BEVEZETÉS

Az oktatással, neveléssel foglalkozók évszázadok óta fontos kérdésnek tartják az eredményes tanulás feltételeinek megteremtését, a tanuláshoz, az iskolához, a társakhoz, a pedagógusokhoz fűződő viszony alakítását. Írásunkban e területek közül három nagyobb kérdéskört érintünk. Foglalkozunk a tanulási motiváció szerepével és formálásának a lehetőségével. Elemezzük az érzelmekek, az érzelmszabályozás iskolai tanulásban betöltött szerepét. Végezetül a szociális kompetencia fejlődésének és fejlesztésének a problémavilágába tekintünk be.

TANULÁSI MOTIVÁCIÓ

Az iskolai eredmények és a tanulási motiváció között kölcsönös egymásra hatás, oda-vissza kapcsolat áll fenn. A tanulási motiváció befolyásolja a későbbi iskolai teljesítményt, az iskolai sikerek és kudarcok pedig visszahatnak a tanulási motivációra, befolyásolják annak változását. Már az óvodások motiváltsága, feladatorientált kitartása, elsajátítási öröme előre jelzi a későbbi matematikai, olvasástanulási sikereket. A kutatások arra is felhívják a figyelmet, hogy az elsajátítási motivációnak erősebb előrejelző ereje van a későbbi tanulási sikerességre, mint az intelligenciának (Józsa–Barrett, 2018).

A tanulással kapcsolatos első sikereket és kudarcokat a gyermekek már az iskoláskor legelején átélik, sokuk már az óvodában megszerzi ezeket. Az első óvodai, iskolai évek alapvető jelentőségük a gyermekek tanulási motivációjának alakulásában, életre szólóan befolyásolhatják a fejlődésüket. Az iskolakezdés sikeréhez elengedhetetlen, hogy az iskolai tanulás örömet adjon a gyermeknek. Ha az első iskolai tapasztalatok kudarcokat hoznak, akkor lerombolódhatnak az elsajátítás, a tanulás motívumai. Ha ez bekövetkezik, akkor nem lesz készíttetése a gyermeknek arra, hogy energiát, időt fektessen az iskolai tanulásba, ez pedig alapjaiban gátolja meg a fejlődését.

Az életkor előrehaladtával, az iskolai tapasztalatok gyarapodásával, sok gyermeknél szemmel láthatóan csökken a motiváció a saját öröméért, a megszerzhető tudásért folytatott tanulásban. Hazai és nemzetközi vizsgálatok egyaránt kimutatták, hogy a diákok tanulási motivációja az iskolai évek alatt jelentős mértékben

csökken. A csökkenés különböző kultúrákban, oktatási rendszerekben egyaránt tapasztalható. A különböző vizsgálatok eredményeinek közös jellemzője, hogy a tanulási motiváció apadása többnyire harmadik és hatodik osztály körül kezdődik, és ezt követően a középiskolában is folyamatos. A motiváció iskolai évek alatt bekövetkező csökkenésében számos tényező játszhat szerepet. A csökkenés azonban nem törvényszerű, nem következik be minden gyermek esetében. Sőt, olyan gyermekek is vannak, körülbelül 15%-nyian, akiknél a tanulási motiváció növekedése figyelhető meg az iskolai évek alatt. A pedagógusoknak, az osztálytermi folyamatoknak meghatározó szerepük van a tanulók, az osztályközösségek motiváltságának az alakulásában (Józsa, 2013). Alapvető fontosságú tehát megismerni azokat a pedagógiai módszereket, amelyek a tanulók motiváltságának az erősödését elősegíthetik.

Rory A. Lazowski és Chris S. Hulleman (2016) elemző áttekintést ad a tanulási motiváció erősítésére irányuló kutatásokról. Egyértelműen rámutatnak, hogy vannak olyan módszerek, amelyek bizonyos körülmények között sikerrel alkalmazhatók. Shazia Iqbal Hashmi, Chua Bee Seok és Murnizam Hj Halik (2017) kutatásai például igazolták, hogy már óvodáskorban eredményesen lehet erősíteni a gyermekek elsajátítási motivációját, kitartását.

Az utóbbi években a tanulási motiváció erősítésére több hazai pedagógiai kísérlet is megvalósult, ezek közül röviden két példát mutatunk be. A klasszikusnak nevezhető frontális osztálytermi munka még az ének-zene órán sem képes figyelemfelkeltő módon hatni minden gyermekre, az ének-zene óra a legkevésbé szeretett tantárgyak közé tartozik. A változatosabb tanítási, tanulási munkaformák alkalmazása azonban igazoltan pozitívan befolyásolja az iskolai zenetanulási motivációt. A drámapedagógiai gyakorlatok, a kooperatív tanulási technikák, a projekt módszer, a problémaalapú tanulás és a digitális eszközök egyaránt motiválóan hatnak az ének-zene tanórákon (Jakobicz et al., 2018). A digitális eszközök ének-zene órai alkalmazása már első osztályban pozitívan befolyásolja a zenetanulási motivációt (Szabó et al., 2019).

Másik példaként az olvasás, szövegértés tanítását említjük. Közismert, hogy a magyar tanulók szövegértésével komoly problémák vannak. A magyar gyerekek sokasága nem tud és nem is szeret olvasni. Az olvasási motiváció a felső tagozatos évek alatt folyamatosan csökken. A jelenség mögött számos ok húzódik meg, ezek között az olvasástani módszerek is szerepet kapnak. A hazai olvasást, szövegértést tanító tankönyvekben a szépirodalmi művek dominálnak. A művek többsége hetven–száz éve íródott. A szövegértés fejlesztése elsősorban ezeknek az irodalmi műveknek a felhasználásával valósul meg. A szövegek nyelvezete nehéz, szókincse, témája sokszor idegen a gyermekek számára. Egy irodalomtanítási kísérlet ugyanakkor igazolta, hogy a szövegek megváltoztatása, a klasszikus művek mellett kortárs művek irodalomórai feldolgozása pozitívan hat a gyermekek olvasási kedvére, olvasási szokásaira (Józsa et al., 2017).

ÉRZELMEK, ÉRZELMI SZABÁLYOZÁS ÉS ISKOLAI SIKERESSÉG

Az elmúlt évtizedekben rohamosan nőtt azon kutatások száma, amelyek az érzelmek szerepét hangsúlyozzák a személyiségfejlődésben. Az érzelmek az élet minden területén jelen vannak, létfontosságú képességnek számít az érzelmek szabályozása (Koole–Veenstra, 2015). Az érzelemszabályozás magában foglalja azokat a folyamatokat, amelyek által az érzelmeket fenntartjuk vagy módosítjuk. Érdeemes különbséget tenni a kontroll és a szabályozás között. Míg az előbbi csupán a negatív érzelmek befolyását jelenti mint korlátozó folyamat, az érzelemszabályozás tágabb kategória, nem csak a negatív érzelmek módosítására vonatkozik.

Az érzelemszabályozás elmélete és a kötődésemélet szoros kapcsolatban vannak egymással, mivel az érzelmek a kötődési kapcsolatok által alakulnak és módosulnak. Az érzelemszabályozás alapjait a családban tanulja meg a gyermek, és ennek első tere a kötődés kapcsán megnyilvánuló közelség-távolság kettősége, amikor a csecsemő megtapasztalja a gondozó közelségében a pozitív, míg távollétében a negatív érzelmeket. Azáltal, ahogy a csecsemő megtanulja kezelni ezeket az érzéseket, kialakul az érzelemszabályozás sajátos módozata, amelyben megjelenik egyrészt a különböző érzelmeket kiváltó helyzetek felismerése, másrészt az ezekhez kapcsolódó érzelmek szabályozásának megtanult stratégiái is (Fonagy et al., 2002).

A másodlagos környezetben – óvodában, iskolában – a már kialakult érzelemszabályozási stratégiák továbbiakkal egészülnek ki, ahogyan a különböző társas helyzetekben újabb és újabb érzelmeket kell feldolgozniuk a gyermekeknek (Koole–Veenstra, 2015). Az iskolai és osztálytermi légkör sokat elárul arról, ahogyan a tagok megélik az érzelmeiket, és amilyen módon kezelik az egyes érzelmeket. A jó iskolai közösségekben nem szégyen, ha negatív érzelmeket él át valaki, a csoport támogató légkörében helye van minden érzelemnek, nem kell elrejtteni a valós érzéseket (Pekrun, 2006).

Iskolai környezetben a tanulók számtalan kihívással és stresszhelyzettel találkoznak, és az a mód, ahogyan megbirkóznak ezekkel a szituációkkal, meghatározza a tanulmányi teljesítményüket is. A különböző érzelmek az iskolai szituációk eltérő értelmezéséből származnak, amit a pedagógusok, osztálytársak, szülők, barátok befolyásolhatnak, és amelyek a környezet változásaival állandóan változhatnak. A büszkeség, az öröm, a félelem, a szorongás, a szégyen stb., mindmind megjelenhetnek az iskolai helyzetekben, amelyek hatással vannak a tanulási célokra, kitartásra, a megküzdésre és az egész iskolai teljesítményre.

A társas kapcsolatokban is fontos a hatékony érzelemszabályozás, mivel azok a gyerekek, akik jobb érzelemszabályozással rendelkeznek, kedveltebbek, szimpatikusabbak, és pozitívabb kapcsolatokat tudnak kialakítani a társaikkal. Mindezen túl, jobb partnereknek bizonyulnak a társasjátékokban, és ha konfliktusba keverednek, könnyebben tudnak nézőpontot váltani, mindenki számára jó meg-

oldást keresni. Ugyanakkor a legtöbb problémás viselkedés (agresszivitás, magatartászavar, zaklatás stb.) összefüggésbe hozható az alacsony érzelemszabályozással (Bookhout et al., 2018).

Összefüggést találtak a figyelem szabályozása és az érzelemszabályozás között. Azok a diákok, akik magas szintű figyelemmel rendelkeztek, könnyebben elsajátították a megfelelő érzelmkifejezési és érzelemszabályozási stratégiákat. Ugyanakkor a figyelem lankadása előrejelzője lehet az alacsonyabb érzelemszabályozásnak is. A pedagógusoknak fontos szerep jut a hatékony érzelemszabályozási stratégiák kialakításában, ami elsősorban a megfelelő (elfogadó, támogató, feladatorientált, és nem eredményorientált) osztálytermi légkör létrehozásában rejlik (Macklem, 2008).

SZOCIÁLIS, ÉRZELMI KOMPETENCIA ÉS ISKOLAI SIKERESSÉG

A szociális és érzelmi kompetenciának a társas viselkedés működésében meghatározó szerepe van. A kutatási adatok egyértelműen azt mutatják, hogy e két kompetencia megfelelő vagy nem megfelelő működése nemcsak a társas kapcsolatok alakulását, hanem a magánéleti sikerességet és a tanulmányi-szakmai előmenetelt is nagymértékben befolyásolja (Greenberg et al., 2017).

A nemzetközi és hazai kutatások (például Caprara et al., 2000; Zsolnai–Józsa, 2003) bebizonyították azt is, hogy a gyerekek szociális kompetenciájának fejlettsége már az iskolakezdéstől összefügg iskolai teljesítményük alakulásával. Akik képtelenek figyelni másokra, akik nem tudnak alkalmazkodni, és nem tudják kontrollálni viselkedésüket, azok rosszabbul fognak teljesíteni társaiknál (Zsolnai, 2013).

A szociális kompetencia sokféle komponens (képességek, készségek, motívumok és ismeretek) bonyolult kölcsönhatásrendszere, és működésének hatékonysága vagy elégtelensége meghatározó egész életünkre, hisz az emberi lét alapja a társas viszonyrendszer. Linda Rose-Krasnor (1997) a szociális kompetenciát úgy definiálja, amely a szervezett viselkedések eredményeként az emberi kapcsolatok hatékonyságát biztosítja.

Az érzelmek szintén jelentősen hatnak szociális viselkedésünkre. Carolyn Sarni (1997) megközelítésében az érzelmi kompetencia alapvető komponense a saját érzelmi állapot megértése; a másik fél érzelmi állapotának a felismerése; az érzelmek megfelelő kommunikálása; az empátia és mások érzelmeinek az elfogadása. Ezek az összetevők elengedhetetlenül fontosak a szociális helyzetek értelmezésekor, valamint a másokról alkotott tudásunk kialakításában és folyamatos formálásában. Az érzelmek felismerése és megértése az érzelmek által közvetített információk dekódolását és értelmezését, az érzelmek szabályozása pedig a különböző tartalmú és intenzitású érzelmek kezelését, irányítását jelenti (például Denham, 2006).

A szociális és érzelmi kompetencia egymáshoz való viszonyának feltárásával számos kutatás foglalkozik. Ezekből az derül ki, hogy nagyon szorosan összefüggenek, azonban különálló szerveződésként érdemes kezelni őket (Zsolnai, 2013). Ennek viszont némileg ellentmond, hogy a vizsgálatok egy részében már régóta szociális-érzelmi kompetenciáról (social-emotional competence) írnak (például Denham, 2006).

SZOCIÁLIS, ÉRZELMI FEJLŐDÉS ÉS TANULÁS

A szociális és érzelmi kompetencia alkotóelemei közül a szociális és érzelmi képességek, készségek főként gyermekkorban, tanulás útján sajátítódnak el. A szociális és érzelmi tanulás során a gyerekek elsajátítják az érzelmek felismerésének, megértésének és szabályozásának képességét, a kortársakkal és a felnőttekkel való kapcsolattartás készségeit és szabályait, a szociálisprobléma-megoldás képességét. E folyamatban a gyerekek kognitív, szociális, érzelmi készségei és képességei egymás működését kiegészítve és erősítve egyaránt fejlődnek, aminek eredményeként kialakul a hatékony szociális viselkedés.

A különböző életkoroknak megfelelő szociális és érzelmi fejlettség egy hosszú tanulási folyamat eredménye, amely során a társas viselkedés egyes elemeit többféle tanulási móddal sajátítjuk el. A szociális tanuláselmélet szerint a modellnyújtás, valamint a megerősítés befolyásolja a gyerekek szociális tanulását. Albert Bandura (1971) ezek mellett az utánzásos tanulás fontosságára is felhívta a figyelmet. Ebben a folyamatban az utánzás alapjául a modell – felnőtt, kortárs – pozitívan megerősített viselkedése szolgál (Zsolnai, 2013).

A szociális és érzelmi tanulás (social, emotional learning; SEL) elmélete abból indul ki, hogy az érzelmi és szociális készségek, képességek fejlettsége, illetve fejletlensége erősen befolyásolja az egyének fizikai és lelki egészségét, a társas kapcsolataik, valamint szakmai teljesítményük sikerességét (például Cefai–Cavioni, 2014). Olyan fejlesztő programokra van tehát szükség az intézményes nevelés (óvoda, iskola) keretein belül, amelyek hozzájárulnak ahhoz, hogy gyerekként és felnőttként egyaránt hatékonyan tudjuk működtetni ezeket a készségeket és képességeket.

A szociális és érzelmi tanulást segítő programok többsége először az USA-ban került kidolgozásra és bevezetésre már több mint huszonöt évvel ezelőtt. Ezeknek az alapját a *Collaborative for Social and Emotional Learning* (CASEL) szervezet kutatói és munkatársai dolgozták ki, és azóta erre építve számos fejlesztő program született meg az USA-ban és Európában egyaránt (Cefai et al., 2018).

Az intézményes fejlesztés lehetőségeivel foglalkozó kutatók a CASEL által létrehozott modellel összhangban öt olyan, a szociális és érzelmi fejlődésben

meghatározó szerepet játszó faktort emelnek ki, melyek fejlesztése kulcsfontosságú:

- önismeret és én-tudatosság (az egyén pontosan felismeri érzelmeit, gondolatait, valamint ezek hatását a viselkedésére; ismeri erősségeit, korlátait);
- önmenedzselés (az egyén azon képessége, miként szabályozza érzelmeit, gondolatait és viselkedését különböző szituációkban; képes motiválni magát a kitűzött célok elérése érdekében);
- társas tudatosság (az egyén azon képessége, hogy elfogadja és megérti a különböző háttérrel és kultúrával rendelkező társait; képes elfogadni és megérteni a viselkedési normákat);
- társas készségek csoportja (magában foglalja az őszinte, nyílt kommunikációt, az együttműködést, a konstruktív konfliktuskezelést, valamint a segítségkérés és segítségnyújtás készségét);
- felelős döntéshozatal (az egyén azon képessége, hogy az etikai-társadalmi normákhoz igazodva viselkedik társas kapcsolataiban; cselekvéseit és azok következményeit reálisan értékeli).

A szociális és érzelmi tanulást segítő programokra (SEL) manapság már inkább a szociális és érzelmi nevelés (social and emotional education; SEE) elnevezést használják, ezzel is kiemelve azok segítő, támogató jellegét. Ezek évekig tartó integratív programok, és több fajtájuk különböztethető meg. Vannak speciális témákra (például bűnmegelőzés) fókuszálók, amikor külön foglalkozások keretében folyik a fejlesztés, illetve vannak olyanok, amikor a pedagógusok a tantervi kereten belül, egy-egy tantárgy (például irodalom, történelem) tanításába ágyazottan végzik a fejlesztést (Tóth–Kasik, 2010). Ezek mellett léteznek olyan programok is, melyek a tanárok szociális és érzelmi készségeinek a fejlesztését is felvállalják.

A szociális és érzelmi nevelés (SEE) programok közül azok a leghatékonyabbak, amelyeket egy adott intézmény tantervébe építenek be. Ezeknél fontos az egész iskola érintettsége, amely szerint a gyerekek szociális és érzelmi tanulását az iskola/óvoda összes szereplője – pedagógusok, szülők, az intézmény vezetősége és a helyi közösség – együttesen támogatja (Meyers et al., 2015). Ezek a programok olyan tanulási környezetet biztosítanak, ahol a gyerekek szorongástól mentesen, elfogadó légkörben, kellően motiválva tanulhatnak, ahol mind a diákok, mind a pedagógusok és a szülők jól érzik magukat, s ez együttesen nemcsak a gyerekek szociális és érzelmi fejlődését, hanem tanulmányi sikerességét is elősegíti (Cefai et al., 2018).

Jelenleg egyre több SEL/SEE-program kerül bevezetésre világszerte. Magyarországon egyelőre még nincsenek a szigorúan vett kritériumoknak megfelelő, intézményi keretek között működő SEL/SEE-programok. A cél az, hogy ezek a hazai köznevelési rendszerben is megjelenjenek és elterjedjenek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány megírását az NKFI K124839 projekt támogatta.

IRODALOM

- Bandura, A. (1971): *Social Learning Theory*. New York: General Learning Press
- Bookhout, M. K. – Hubbard, J. A. – Moore, C. C. (2018): Emotion Regulation. In: Lochman, J. E. – Matthys, W. (eds.): *The Wiley Handbook of Disruptive and Impulse-Control Disorders*. First Edition. Wiley & Sons Ltd. 221–236. DOI:10.1002/9781119092254.ch14, https://www.researchgate.net/publication/319443629_Emotion_Regulation
- Caprara, C. V. – Barabaranelli, C. – Pastorelli, C. et al. (2000): Prosocial Foundations of Children's Academic Achievement. *Psychological Science*, 11, 302–306. DOI: 10.1111/1467-9280.00260, <https://www.uky.edu/~eushe2/Bandura/Bandura2000PS.pdf>
- Cefai, C. – Bartolo, P. A. – Cavioni, V. et al. (2018): *Strengthening Social and Emotional Education as a Core Curricular Area across the EU*. A Review of the International Evidence. NESET II report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2766/664439, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2d5c94fe-1527-11e8-9253-01aa75ed71a1/language-en>
- Cefai, C. – Cavioni, V. (2014): *Social and Emotional Education in Primary School*. New York: Springer, <https://bit.ly/36T9jtg>
- Denham, S. A. (2006): Social-emotional Competence as Support for School Readiness: What Is It and How Do We Assess It? *Early Education and Development*, 17, 1, 57–89. DOI: 10.1207/s15566935eed1701_4, <https://bit.ly/32FgfqH>
- Fonagy P. – Gergely Gy. – Jurist E. L. et al. (2002): *Affect Regulation, Mentalization, and the Development of the Self*. New York: Other Press
- Greenberg, M. T. – Domitrovich, C. – Weissberg, R. et al. (2017): Social and Emotional Learning as a Public Health Approach to Education. *The Future of Children*, 27, 1, 13–32. http://earlylearning.ubc.ca/media/greenberg_sel_as_a_public_health_approach_2017.pdf
- Hashmi, S. I. – Seok, C. B. – Halik, M. H. (2017): Enhancing Persistence on Mastery Tasks among Young Preschool Children by Implementing the “I Can” Mastery Motivation Classroom Program. *Hungarian Educational Research Journal*, 7, 2, 127–141. <https://dea.lib.unideb.hu/dea/handle/2437/247570>
- Jakobicz D. – Wamzer G. – Józsa K. (2018): Motiválás az ének-zene órákon. *Gyermeknevelés*, 6, 2, 18–31. http://gyermeknevelés.tok.elte.hu/18_2/gyn_2018_2_jakobicz_wamzer_jozsa_18-31.pdf
- Józsa K. (2013): Az elsajátítási motiváció életkori változása egy longitudinális vizsgálat tükrében. In: Molnár Gy. – Korom E. (szerk.): *Az iskolai sikerességet befolyásoló kognitív és affektív tényezők értékelése*. Budapest: Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, 85–104. <https://bit.ly/2q630BX>
- Józsa K. – Barrett, K. C. (2018): Affective and Social Mastery Motivation in Preschool as Predictors of Early School Success: A Longitudinal Study. *Early Childhood Research Quarterly*, 45, 4, 81–92. DOI: 10.1016/j.ecresq.2018.05.007, <https://bit.ly/33GfJK6>
- Józsa K. – Fiala Sz. – Józsa G. (2017): A klasszikus és a kortárs szövegek feldolgozásának hatása az olvasás affektív tényezőire: egy irodalomtanítási kísérlet tapasztalatai. *Anyanyelv-pedagógia*, 10, 1, 19–27. DOI: 10.21030/anyp.2017.1.2, http://www.anyanyelv-pedagogia.hu/img/kep-tar/2017_1/Anyp_X_2017_1_2.pdf

- Koole, S. L. – Veenstra, L. (2015): Does Emotion Regulation Occur Only Inside People's Heads? Toward a Situated Cognition Analysis of Emotion-Regulatory Dynamics. *Psychological Inquiry*, 26, 1, 61–68. DOI: 10.1080/1047840X.2015.964657, <https://bit.ly/2qJ4Usf>
- Lazowski, R. A. – Hulleman, C. S. (2016): Motivation Interventions in Education: A Meta-analytic Review. *Review of Educational Research*, 86, 2, 602–640. DOI: 10.3102/0034654315617832, <https://bit.ly/34X2nJZ>
- Macklem, G. L. (2008): *Practitioner's Guide to Emotion Regulation in School-Aged Children*. Manchester: Springer DOI: 10.1007/978-0-387-73851-2, https://www.researchgate.net/publication/287305866_Practitioner's_Guide_to_Emotion_Regulation_in_School-Aged_Children
- Meyers, D. C. – Gil, L. – Cross, R. et al. (2015): *CASEL Guide for Schoolwide Social and Emotional Learning*. Chicago, IL: CASEL, <https://schoolguide.casel.org/>
- Pekrun, R. (2006): The Control-value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18, 4, 315–341. DOI: 10.1007/s10648-006-9029-9, <https://bit.ly/2Cz5BHh>
- Rose-Krasnor, L. (1997): The Nature of Social Competence: A Theoretical Review. *Social Development*, 6, 111–135. DOI: 10.1111/j.1467-9507.1997.tb00097.x
- Saarni, C. (1997): Emotional Competence and Self-regulation in Childhood. In: Salovey, P. – Saarni, C. (eds.): *The Development of Emotional Competence*. New York: Guilford Press
- Szabó, N. – Janurik, M. – Józsa, K. (2019): The Effect of Music Island (Computer Program) on the Development of Musical Abilities in School Music Lessons. In: Gómez Chova, L. – López Martínez, A. – Candel Torres, I. (eds.): *EDULEARN19 Proceedings: 11th International Conference on Education and New Learning Technologies. International Association of Technology, Education and Development (IATED), Valencia (Spain)*. 589–599. <https://library.iated.org/view/SZABO2019EFF>
- Tóth E. – Kasik L. (2010): A szociális kompetencia fejlesztésének főbb koncepciói és a pedagógusok szerepe a fejlesztésben. In: Zsolnai A. – Kasik L. (szerk.): *A szociális kompetencia fejlesztésének elméleti és gyakorlati alapjai*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 163–182. http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/9262/7/szocialis_kompetencia2010.pdf
- Zsolnai A. (2002): Relationship between Children's Social Competence, Learning Motivation, and School Achievement. *Educational Psychology*, 22, 317–329. DOI: 10.1080/01443410220138548, <https://bit.ly/2p9fdFA>
- Zsolnai A. (2013): *A szociális fejlődés segítése*. Budapest: Gondolat Kiadó
- Zsolnai A. – Józsa K. (2003): Possibilities of Criterion Referenced Social Skills Development. *Journal of Early Childhood Research*, 2, 181–196. DOI: 10.1177/1476718X030012003, https://www.researchgate.net/publication/247757564_Possibilities_of_Criterion_Referenced_Social_Skills_Development
- Zsolnai A. – Kasik L. (2014): Functioning of Social Skills from Middle Childhood to Early Adolescence in Hungary. *International Journal of Emotional Education*, 6, 2, 54–68. <https://core.ac.uk/download/pdf/46603635.pdf>

DIGITÁLIS FORRADALOM AZ OKTATÁSBAN – PERSPEKTÍVÁK ÉS DILEMMÁK

DIGITAL REVOLUTION IN EDUCATION – PERSPECTIVES AND DILEMMAS

Molnár Gyöngyvér¹, Turcsányi-Szabó Márta², Kárpáti Andrea³

¹DSc, egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, Szeged
gymolnar@edpsy.u-szeged.hu

²PhD, egyetemi docens, Eötvös Loránd Tudományegyetem Média- és Oktatásinformatikai Tanszék, Budapest

³DSc, egyetemi tanár, Budapesti Corvinus Egyetem Magatartástudományi és Kommunikációelméleti Intézet, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

Az oktatástechnológia elmúlt évtizedekben történő gyors fejlődése következtében ma már nem kérdés, hogy a technológia alkalmazása hatással van-e a tanulás hatékonyságára, sokkal inkább az, hogyan lehet használatát a tanulás hatékonyságának növelése érdekében maximalizálni, a differenciált tanítást támogatni, a diákok figyelmét fokozni, kitartásukat növelni, motivációjukat fenntartani. Az utóbbi évek fontos eredménye, hogy a technológia adta lehetőségek kihasználásával mind mennyiségében, mind minőségében megváltozott a tanulás komplex jelenségéről rendelkezésünkre álló adathalmaz. Ez a változás a korábbi elméletek, gyakorlati módszerek fejlődését, minőségi változását, új elméletek és módszerek kidolgozását indukálta, új kutatási kérdések megfogalmazását és megválaszolását, a tanulási folyamatok alaposabb megértését tette lehetővé. Komoly lehetőségek rejlenek a mobiliszközök, illetve a komoly játékok és a szimulációk iskolai alkalmazásában, a MOOC-ok felsőoktatási elterjesztésében, valamint a big data és a tanulási analitika lehetőségeiben. Mindezekre számos hazai fejlesztés is épít, mint például a Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoportja által fejlesztett eDia online értékelő rendszer, az ELTE Informatikai Kara T@T laborjának projektjei vagy az MTA–ELTE Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoport munkái. A minőségi változás elején vagyunk, még egyáltalán nem egyértelmű, milyen irányban módosítják a tanulmányban felvázolt lehetőségek a jövő oktatását.

ABSTRACT

Because of the rapid development of education technology in the past decades, nowadays it is beyond doubt that the application of technology has an effect on the effectiveness of learning. The question is how the use of technology could be maximized to increase learning effectiveness, support differentiated instruction, boost student concentration, raise their limits of endurance, and maintain their motivation. An important recent result is that by exploiting the opportunities offered by technology, both the quantity and the quality of the data set we have

regarding the complex phenomenon of learning has changed. This advance has induced the qualitative change of earlier theories and practical methods as well as the development of new theories and methods. Also, by asking and answering new research questions, it facilitated the deeper understanding of the learning processes. There lies a great potential in using mobile devices, serious games and simulations in primary and secondary education as well as disseminating the application of MOOCs in higher education or taking advantage of big data and learning analytics. Several examples of development in a national context build on all these technologies, for example, eDia online assessment system devised by the Centre for Research on Learning and Instruction at the University of Szeged, the projects of the T@T lab of the Faculty of Informatics at ELTE University or the ongoing work of the MTA–ELTE Visual Culture Research Group. We are at the beginning of a qualitative change. It is unclear yet which direction the possibilities outlined in the study will move the education of the future.

Kulcsszavak: technológia, tanulás, mobileszközök, komoly játékok, MOOC, big data, tanulási analitika, online diagnosztikus értékelés

Keywords: technology, learning, mobile devices, serious games, MOOC, big data, learning analytics, online diagnostic assessment

BEVEZETÉS

A technológia és a tanulási sikeresség kapcsolatának vizsgálata, a technológia oktatási integrációja nem új keletű. Digitális forradalomról, a technológia tanítási módszereket alapvetően megváltoztató, új tanulási lehetőségeknek utat nyitó erejéről azonban csak az utóbbi néhány évben beszélhetünk – bár maga a számítógéppel támogatott tanulás fogalma 1989-ben született. Az 1980–90-es évekig a vonatkozó kutatások – változatos eredményekkel – a hagyományos és a technológiával támogatott oktatás hatékonyságának összevetésével arra fókuszáltak, hogy az oktatástechnológia alkalmazásával hatékonyabbá tehető-e a tanulás. Maga az oktatástechnológia kifejezés is az oktatásban használható technikai eszközök működtetésére, használatára, a tananyagok, segédanyagok elkészítésére vonatkozott. A technológia fejlődésének és terjedésének következtében a 90-es években új irányt vettek a kutatások. Felismerve az oktatástechnológiában rejlő minőségileg új lehetőségeket, a fő kérdés már nem az volt, hogy a technológia alkalmazása hatással van-e a tanulás hatékonyságára, hanem az, hogyan lehet mindezt a tanulás hatékonyságának növelése érdekében maximalizálni (Kozma, 1994).

Az elmúlt két évtizedben rekord mennyiségű publikáció jelent meg multimédiával támogatott tanulás és oktatástechnológia (információs és kommunikációs technikák az oktatásban) témában (Adesope–Rud, 2019). A rendelkezésre álló hardver és szoftver eszközök gyors változása következtében a leghatékonyabbnak tartott tanítási-tanulási módszerek is hamar változtak, komoly kihívások elé állítva a kutatókat, pedagógusokat, tanárképző intézményeket.

Az új oktatási modellek térhódítása jól nyomon követhető az azok alkalmazását megalapozó kutatási programok, illetve publikációk kulcsszavainak megváltozásában. Csak néhányat említve: tükrözött osztályterem (flipped classroom), MOOC (massive open online courses, nagyon nagy ingyenesen vagy alacsony áron elérhető online kurzusok), oktatási célú komoly játékok (educational serious games), szimuláció (simulation), mobil tanulás (mobile learning), pedagógiai adatbányászat (educational data mining), nagy adathalmazok az oktatásban (big data in education), adatvezérelt oktatás (data-based instruction), mérési adatokra alapozott tanítás (assessment-based instruction), tanulási analitika (learning analytics). A kutató-fejlesztő munka alapvető célja az, hogy a technológia segítségével sikeresebbé tegye a tanulás folyamatát, elsősorban azért, hogy támogatja a differenciált tanítást, fokozza a diákok figyelmét, növeli kitartásukat, fenntartja motivációjukat.

Az utóbbi évek fontos eredménye, hogy a technológia adta lehetőségek kihasználásával mind mennyiségében, mind minőségében megváltozott a tanulás komplex jelenségéről rendelkezésünkre álló adathalmaz. Ez a változás a korábbi elméletek, gyakorlati módszerek fejlődését, minőségi változását, új elméletek és módszerek kidolgozását indukálta (Adesope–Rud, 2019). Az új technológiák soha nem látott lehetőségeket adnak a diákok tanulási tevékenységének rögzítésében, legyen szó akár iskolai vagy iskolán kívüli tanulásról (Martin–Sherin, 2013). Az új eszközök, adatfelvételi eljárásai (például: minden egyes egérekattintás, feladatmegoldási időadatok [time on tasks], az instrukciók olvasásával töltött idő, jegyzetek, tipikus hibák) órási, rendkívül komplex adathalmazokat hoznak létre (lásd big data). Ezek kiaknázására megjelentek azok az adatelemzési technikák (például: látens profilelemzés, hierarchikus lineáris modellezés), amelyek új kutatási kérdések megfogalmazását és megválaszolását, a tanulási folyamatok alaposabb megértését teszik lehetővé.

A tanulmányban áttekintjük az utóbbi évek néhány jelentős oktatástechnológiai kutatásának eredményeit. Részletesebben foglalkozunk (1) a mobilkészülékben rejlő lehetőségekkel, azok hatékonyságvizsgálataival, (2) a komoly játékok és a szimulációk – 2D és 3D, virtuális és kiterjesztett valóság (virtual and augmented reality) – alkalmazásának dilemmájával, (3) a MOOC-okkal és a felsőoktatás jövőjével, (4) a big data és a tanulási analitika lehetőségeivel, (5) a jövőbe mutató hazai fejlesztésekkel, végül (6) a jelenben kirajzolódó perspektívákkal és a jövő kihívásaival.

MOBILESZKÖZÖK TANÍTÁSI-TANULÁSI FOLYAMATBA TÖRTÉNŐ INTEGRÁLÁSÁNAK HATÉKONYSÁGA

Több mint két évtizede beszélhetünk a mobilkészülék oktatási integrációjának lehetőségeiről, amely eszközök (például: laptop, mobiltelefon, tablet, e-könyv-olvasó) vezeték nélküli hálózathoz csatlakoztatva mind a formális, mind az infor-

mális tanulás terén számtalan lehetőséget biztosítanak. Yao-Ting Sung és munkatársai (2016) az 1993 és 2013 között publikált száztíz tanulmány elemzése alapján megállapították, hogy ez idő alatt magában az alkalmazott hardver típusában, az implementáció módjában és az alkalmazott területen történtek a legjelentősebb változások. Az elmúlt tíz évben közel hétszeresére nőtt a kézben tartható technológiák használata, ami ma már több mint négyszerese a laptop alkalmazási gyakoriságának. Mintegy háromszor annyi kutatás fókuszált a formális kereteken belüli integrációra, mint az informálisra, valamint leggyakrabban a nyelvi és a természettudományok területeit érintő projektekből alkalmazták ezeket az eszközöket.

Az eszközök hozzáférhetőségének javítása érdekében számos ország elindította 1:1-hez programját (lásd például: Fleischer, 2012; Facer–Sandford, 2010), azaz célként fogalmazódott meg, hogy minden egyes általános és középiskolás tanulóknak, illetve tanáraiknak biztosítsanak saját mobilkészítőt (a hazai helyzetről lásd Molnár–Pásztor-Kovács, 2015). A kezdeményezés mögött egyrészt az a gyakori feltételezés állt, hogy a technológia tanulást támogató ereje független az alkalmazott eszköz típusától és a rajta futtatott programoktól, csak a mennyiség számít (Lamb et al., 2018). Másrészt az eszközök azzal, hogy segítik a tartalomhoz való hozzáférést és az egymás közötti kommunikációt, indukálni fogják az innovatív oktatási módszerek (például a kooperatív tanulás) alkalmazását is, és ennek eredményeképpen nemcsak a diákok diszciplináris tudása, hanem egyéb transzverzális képessége (például problémamegoldó képesség, kreativitás, kommunikációs képességek) is fejlődni fog (Molnár, 2011).

A programok sikerességét bemutató elemzések alapján kiderült (lásd például Fleischer, 2012), hogy az eszközöket leginkább házi feladat készítésére, jegyzetelésre és tesztek megoldására használták. A leggyakoribb alkalmazások közé a szövegszerkesztő, a prezentációkészítő és az internetes böngésző programok tartoztak, és nagyon kevés volt azon projektek száma, ahol kihasználták az eszközökben rejlő kommunikációs lehetőségeket. A relatíve alacsony fokú eszközhasználat ellenére komoly szemléletbeli változást indított el a technológia osztályterembe való bekerülése.

A mobilkészítők tanulásra gyakorolt hatékonyságával foglalkozó publikációk másodelemzése (Sung et al., 2016) szerint (1) a hardver és a szoftver típusa, (2) a diákok életkora, (3) az implementáció módja, (4) az oktatási módszer típusa és (5) a fejlesztés hossza tekinthető releváns tényezőnek. Az alkalmazott hardvert és szoftvert vizsgálva, a kézben tartható eszközök, illetve a tanulási célból fejlesztett alkalmazások használata szignifikánsan hatékonyabb volt, mint akár a laptopé, akár az általános célból fejlesztett programoké. Az általános iskolás diákok tanulását támogatták leginkább ezek az eszközök. Az iskolán kívüli alkalmazásuk sokkal jelentősebb hatással volt a diákok tanulási sikerességére, mint az osztályteremben belüli. Igazán jelentős hatást azok a projektek értek el, ahol a technológia

használatát progresszív módszerekkel (felfedezés, számítógépes tesztelés) ötvözték, de hagyományos oktatás esetén is közepes hatásméretet detektáltak. Az egy hétnél hosszabb, de hat hónapnál rövidebb beavatkozások voltak a legsikeresebbek. A hosszabb alkalmazás során feltételezhető, hogy kevésbé specifikus szoftvereket használtak a fejlesztések során, illetve hogy jelentős mértékben csökkent a technológiai újdonság motiváló ereje.

Összességében megállapítható, hogy a kutatási eredmények alapján a mobil eszközök tanulásban történő alkalmazásában komoly, még kihasználatlan lehetőségek rejlenek. A legjelentősebb tanulási sikerességre gyakorolt hatás általános iskolában a kézben tartható eszközökön futtatható oktatási célú, pedagógiailag jól felépített szoftverek innovatív módszerekkel történő alkalmazásával érhető el.

A KOMOLY JÁTÉKOK ÉS SZIMULÁCIÓK ALKALMAZÁSÁNAK DILEMMÁI

Az információs és kommunikációs technológiák a leghatékonyabb oktatássegítő eszközök közé tartoznak, soha nem tapasztalt lehetőségeket kínálnak az oktatás számára. Ugyanakkor az alkalmazott eszközök típusa és az eszközökön futtatott programok jellege jelentős hatékonyságbefolyásoló erővel bír. A következőkben a teljesség igénye nélkül összehasonlítjuk az oktatási célból fejlesztett komoly játékok és a különböző szimulációk – beleértve a virtuális (VR) és kiterjesztett (AR) valóság technikákat – tanulási sikerességre gyakorolt hatékonyságát, azok főbb teljesítménybefolyásoló tulajdonságait.

Richard L. Lamb és munkatársai (2018) ötvenkét tanulmányt elemeztek azok típusa (oktatási szimuláció, komoly játék), dimenzionalitása (2D, 3D, kevert) és a vizsgálatban részt vevők életkora (elemi, középiskola, egyetem) szerint. Mind az oktatási célból fejlesztett komoly játékok, mind az oktatási célból kidolgozott szimulációk jelentős hatékonyságnövelő erővel bírtak, előbbieik előnye leginkább a képességfejlesztő tréningek esetén volt kiemelkedő. A hatás mértékét jelentősen befolyásolta az alkalmazott fejlesztő anyag pedagógiai beágyazottsága, illetve dimenzionalitása. Minél több pedagógiai, tanulásmódszertani alapelvet tartalmazott, illetve minél közelebb állt a valósághoz (3D-s szimuláció, VR, AR) a fejlesztő eszköz, annál jelentősebb volt a diákok tanulására gyakorolt hatása. Ennek oka kettős, egyrészt az erősebb bevonódásban és az eszközök nagyobb motiváló erejében kereshető. Másrészt e technológiákkal főképp iskolán kívüli környezetben találkoznak a diákok, ahol az eszközök fejlesztő hatása jelentősebb, mint a tantermi környezetben, ahol nincs időkorlát, és valódi eszközökkel integráltak a virtuális megoldások. Ilyen valós-virtuális, integrált környezetekkel alakultak ki a tudományos központok (science center), amelyek a természettudományi múzeumok oktatásban hatékonyabb változatai. Ugyanakkor megfelelő pedagógiai beágyazás mellett 2D-s technológiákkal is jelentős mértékben növelhető a diá-

kok tanulási sikeressége, és megvalósítható a kitűzött célok elérése (Lamb et al., 2018). A korosztály szenzitivitása tekintetében az általános iskolás diákok fejlesztésére irányuló programok bizonyultak a legeredményesebbnek.

Greg Kessler (2019) a mobiltelefonon applikáció segítségével működtethető AR-technológiának jelentős oktatási karriert jósol, mivel ezek segítenek jobban megérteni környezetünket. Új szempontok szerint fedezhető fel egy már ismert tér vagy táj, és mélyebben, alaposabban ismerhető meg egy új környezet. Minde mellett számos lehetőséget kínál az egymással és az interaktív tananyaggal történő kommunikációra is (például kollaboratív problémamegoldás).

Összefoglalóan megállapítható, hogy a háromdimenziós, pedagógiaiailag jól felépített, komolyjáték-alapú rendszerek általános iskolás diákok körében történő alkalmazása esetén várható a legjelentősebb tanulási hatás.

MOOC (MASSIVE OPEN ONLINE COURSE) ÉS A FELSŐOKTATÁS JÖVŐJE

A 2008-as gazdasági válság a technológia erősebb felsőoktatási alkalmazását, kihasználását indukálta. A három, mai napig jelentős MOOC-platform (Massive: nagyon nagy; Open: ingyenes, vagy alacsony áron bárki számára elérhető; Online: interneten keresztül; Course: eredetileg az egyetemi kurzusok felépítését követő, különböző oktatási egységeket – előadások, tesztek, projektek – tartalmazó kurzusok; Waks, 2019) 2012-ben jött létre. Az edX, a Coursera és az Udacity, amelyet számos hasonló európai (például FutureLearn), ausztrál és ázsiai (például: XuetangX) platform kidolgozása követett. Az edX és a Coursera hamar szerződést kötött a világ vezető egyetemeivel, aminek hatására piacvezetőkké váltak. A Classcentral 2018-as jelentése szerint az öt legjelentősebb MOOC-platform közül a Coursera 38 millió, az edX 18 millió, a XuetangX 14 millió, az Udacity 10 millió, a FutureLearn 8,7 millió felhasználóval rendelkezik (lásd URL1).

A MOOC-ok bárki számára ingyen elérhetővé tették az élvonalbeli egyetemek szupersztár professzorainak kurzusait. Anant Agarwal 2013-ban tartott TED-talk-os előadásának egyik gondolatát idézve, az oktatásban a nyomtatás volt a legutolsó komoly innováció, de a MOOC lesz a következő. Ennek ellenére a MOOC-ok indulásakor a beiratkozott hallgatók 96%-a az első lecke végéig sem jutott el, hamar abbahagyták az önálló tanulást. Ennek egyik fő oka az volt, hogy a kurzusok után járó krediteket nem vagy csak nagyon ritkán ismerték el az egyetemek, miután a felsőoktatási intézményeknek gazdasági okok miatt alapvetően nem volt érdekük ezt megtenni (Waks, 2019). Azaz a kezdeti feltételezés (Agarwal, 2013) nem bizonyult relevánsnak, miszerint egy felsőoktatási ranglistán alacsonyabb helyezésű intézet a saját fizikakurzusa helyett biztosan elfogadja az MIT vagy a Harvard által kínált fizikakurzusokat. Ugyanakkor az online kurzusokban való

lehetőséget felismerve számos egyetem létrehozta saját, belső MOOC-rendszerét, ahol a szemtől szemben is felvehető kurzusait esetleg fél áron kínálta.

Kihasználva a tandíjcsökkentés lehetőségét, ma már a világ több mint kilencszáz egyeteme összesen 11 400 MOOC-kurzust kínál, illetve fogadja el kreditjeit, vagy akár lehetőséget ad online diplomaszerezésre (BA-, MA-, MSc-fokozat), különböző programok, specializációk elvégzésére. A Classcentral 2018–19-es elemzése alapján lassan visszaszorulóban van az online kurzusok elvégzése után kapható virtuális *badge*-ek, illetve minidiplomák (microcredential) szerepe, és egyre nagyobb teret kapnak az online diplomával járó teljes képzések, amelyek az alacsonyabb jövedelmi osztályból származó, tanulni vágyó fiatalok számára jelentenek új lehetőséget.

A MOOC-ok jelentős mértékben hozzájárulhatnak a tanulási folyamatok alaposabb megértéséhez is. A rendszerben az összes diák minden egyes tananyaggal történő interakciója, tevékenysége, válasza, időadata rögzítésre kerül (logfájlok), mely adatbázisok (big data) megfelelő elemzésekkel (learning analytics) alapozhatják meg a tanulást támogató rendszerek továbbfejlesztését.

A BIG DATA ÉS A TANULÁSI ANALITIKA LEHETŐSÉGEI

A ma fejlesztett, jövőre vonatkozóan leginkább reményteljes technológiák alapja a big data (Mayer-Schönberger–Cukier, 2013) és a sokszor adatbányászati technikákon (educational data mining; Romero et al., 2010) alapuló tanulási analitika eredményei. Várhatóan ezen eredmények forradalmasítják az oktatást. Alkalmazásukkal előre jelezhetővé válik, hogy a különböző diákok számára milyen típusú tevékenység lenne a leginkább fejlesztő hatású, ami jelentős mértékben járul hozzá az oktatás személyre szabásához (Wise, 2019).

Johnson és munkatársai (2016) szerint a tanulási analitika a 21. század egyik legjelentősebb fejlesztése, ami várhatóan forradalmasítja a tanítást-tanulást, de legalábbis igen pozitív hatással lesz annak sikerességére azáltal, hogy eredményei jelentős mértékben hozzájárulnak a tanulási folyamatok alaposabb megértéséhez. A tanulási folyamatok adatalapú megközelítése nem új keletű, azonban a big data-alapú tanulási analitika több lényeges tulajdonságában is eltér a korábbi oktatáskutatási adatoktól: adatok szintje, az elvégzett elemzések típusa és az eredmények hasznosítása.

A korábbi oktatáskutatásból származó adatok, elemzések utólagos korrekcióra, beavatkozásra, módosításra (például tesztek javítása, tökéletesítése) adtak lehetőségeket, és majdnem mind kimenetorientáltak voltak. A tanulási analitika segítségével nemcsak azt lehet ellenőrizni, hogy a megadott egységet elsajátították-e a tanulók, hanem *real time* figyelni lehet, hogy a kijelölt tanulási tevékenységet végzik-e. Azonosítani lehet azon csoportokat, amelyeknek további segítségre van

szükségük; adaptív (számítógép által vezérelt), illetve adaptálható (ember által irányított) technikákat alkalmazva még hatékonyabban lehet illeszteni a tanulók igényeihez az oktatás egészét, kilépve a „one size fits all” megközelítésből (Wise, 2019). Magát a tanulási folyamatot (process of learning) is lehet monitorozni és befolyásolni, nem csak mennyiségi alapon értékelni a végeredményt (outcomes of learning).

A tanulási analitika egyik leggyakrabban alkalmazott és leghasznosabb tulajdonsága az előrejelző képesség (Papamitsiou–Economides, 2014), aminek alapja a hasonló profillal rendelkező diákok klaszterekbe sorolásának lehetősége (ezen az alapon működnek az internetes áruházak ajánlórendszerei is; Mayer-Schönberger–Cukier, 2013). A tanulási analitikában és a logfájljelemzésekben lévő lehetőségek magasabb szintű kihasználásához új elméletekre, új módszertanra, és az elemzési repertoár bővítésére van szükség. Ennek egyik következménye, hogy a mesterséges intelligencia (artificial intelligence) kulcsszó egyre gyakrabban fordul elő a tanulással kapcsolatos publikációkban (Kessler, 2019).

A JÖVŐBE MUTATÓ MAGYARORSZÁGI FEJLEMÉNYEK

A teljesség igénye nélkül négy hazai fejlesztési projektet emelünk ki. A projektekben közös, hogy a technológia oktatási integrációjára építenek, ugyanakkor alapvetően más-más oldalról, megközelítéssel teszik azt.

A Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoportja által fejlesztett és az ország mintegy ezer általános iskolájában már alkalmazott eDia online értékelő rendszer nem helyettesíteni akarja a tanárt, hanem olyan innovatív értékelő eszközöket ad a pedagógus kezébe, amelyekkel hatékonyabban láthatja el személyre szabott fejlesztőmunkáját. A több mint húszezer multimédiás, változatos pontozási lehetőségeket biztosító feladatot tartalmazó rendszer alkalmazása lehetővé teszi, hogy a pedagógusok objektív viszonyítási keretek között lássák diákjaik teljesítményét. Az eDia-rendszer adatfelvételtől függően szöveges, egyénre szabott visszacsatolást is biztosít a diákok különböző tudás- és képességfejlettségi szintjéről. A rendszer iskolai alkalmazása nem igényel speciális hardveres vagy szoftveres környezetet, mindössze egy internetes böngésző és internetkapcsolat szükséges az alkalmazásához (lásd Molnár–Csapó, 2019). Az eDia-rendszer iskolai integrációját támogatja az eDia tanári teszt modul, ahol a pedagógusok a feladatok szűrése és kiválogatása után maguk állíthatják össze tesztjeiket. A személyre szabott, technológiaalapú fejlesztésekhez kínál eszközöket az eDia fejlesztő párja, az eLea-rendszer.

Az MTA–ELTE Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoport friss kutatási eredményei szerint a digitális médiumokat már az óvodások is ugyanolyan szívesen és könnyen használják, mint a hagyományos rajzeszközöket. A médium

sajátosságai érvényesültek az alkotásokon, de nem befolyásolták a színvonalat: aki ügyesen és kifejezően rajzolt ceruzával, hasonlóan jól boldogult a digitális eszközökkel is. Az egyre több és sokrétűbb képi üzenetet közvetítő korunkban a vizuális kultúra elsajátítása hosszabb és jól célzott fejlesztést igényel, mint korábban, amikor a legtöbb ember számára a rajzolás-festés kedves szabadidős tevékenység volt csupán. A spontán fejlődés, az ösztönös képalkotás már nem elég a kortárs vizuális információk megértéséhez és előállításához sem (Gaul-Ács–Kárpáti, 2018). A kutatócsoport „Moholy Nagy László Vizuális Modulok – a 21. század képi nyelvének tanítása” című moduláris oktatási programjában (URL2) a képi kommunikáció hagyományos eszközei mellett a digitális közlésmódokat is tanítják.

A „Vizuális média” modul pedig a kortárs képzőművészethez hasonlóan a multimédia műfajokat építi be a Vizuális kultúra tantárgy programjába. A hároméves, felmenő rendszerű iskolai kísérletben többek között a térszemlélet, színérzékelés, kreativitás és reziliens gondolkodás fejlődését követik nyomon. A 2020-ban záruló kísérletből kiderül majd, milyen eredményekkel járhat a kortárs művészetben mintegy harminc éve megjelent „digitális forradalom” (Peter-nák, 1993) a művészetpedagógiában: hogyan fejleszti az informatikai eszközöket hagyományos módszerekkel integráló tervezés és alkotás az élet minden területén alapvető jelentőségű képességeket.

A Samsung 2013-ban létrehozott SMART School projektje (URL3) a technológia iskolai integrációját nemcsak a hardveres felszereltség biztosításával, hanem a pedagógusok időbeosztásához, elképzeléseikhez, igényeihez igazodó képzéssel, majd azt követően online és személyes mentorálással támogatja. A projekt nemzetközi szinten is több elismerést kapott, és egyértelműen azt bizonyította, hogy a magyar pedagógusok képesek a gyors, innovatív átállásra, „ha” azt a körülmények megfelelően támogatják.

Az ELTE Informatikai Kara T@T laborjának (URL4) projektjei (URL5) során a laborban tartott speciális kurzusok különböző szakterületekről jövő hallgatókat fogadnak be egy közös tanulási közösségbe. A tanárképzés órái keretében létrejövő projektmunkák a közoktatás innovációját és annak fenntarthatóságát segítik elő (Turcsányi-Szabó, 2011). Az e-Hód projekt (URL6) az informatikai gondolkodás fejlesztéséhez járul hozzá (Pluhár–Gellér, 2018), a micro:bit program játékos, kreatív és interaktív módon segít közelebb hozni a gyerekekhez a digitális világot és a programozást (URL7).

A JELENBEN KIRAJZOLÓDÓ PERSPEKTÍVÁK, A JELEN ÉS A JÖVŐ KIHÍVÁSAI

Az oktatástechnológiai publikációkból kibontakozó fejlődés iránya a diákok személyre (vagy bizonyos profillal rendelkező csoportokra) szabott tanulását segítő, érzelmi, metakognitív és kognitív állapotát is monitorozó intelligens rendszerek

felé halad, ahol folyamatos, diagnosztikus adaptív értékelési technikákkal biztosított a felhasználó számára megfelelő kihívásokat támogató multimédiás tanulási környezet. Mindezen rendszerek működése mögött (hasonlóan számos mai internetes portál ajánlásaihoz) komoly big data alapú, mesterséges intelligenciára alapozó, folyamatosan fejlődő elemzések állnak.

Az oktatás perspektívájából nézve középfokon és a felsőoktatásban várhatóan nagyobb szerepet kaphat akár a közvetlen tanári közreműködés nélküli tanulás is. Ugyanakkor az óvodában és az iskola kezdő szakaszaiban, ahol a pedagógus állandó személyes jelenléte elengedhetetlen (Molnár–Csapó, 2019), ott az avatar-alapú visszacsatoló rendszerek a pedagógusok kulcsfontosságú segítői lesznek (Adesope–Rud, 2019). Olyan pedagógusokra van szükség, akik felismerik a fenti lehetőségeket, képesek azokat a speciális tanulási és tanítási kontextusban alkalmazni, sőt képesek lesznek a még nem létező, de karrierjük során megjelenő technológiák megértésére, kritikus kezelésére és a tanítási-tanulási folyamatba való integrálásra (Kesser, 2019). A változás elején vagyunk, amikor még egyáltalán nem egyértelmű, milyen irányban módosítják az itt felvázolt lehetőségek a jövő oktatását.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány megírását az OTKA K115497 projekt és az MTA ELTE Vizualis Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoport támogatta.

IRODALOM

- Adesope, O. O. – Rud, A. G. (2019): Maximizing the Affordances of Contemporary Technologies in Education: Promises and Possibilities. In: Adesope, O. O. – Rud, A. G. (eds.): *Contemporary Technologies in Education*. Cham: Springer Nature, 1–16. DOI: 10.1007/978-3-319-89680-9_1, <https://bit.ly/2qTiitL>
- Agarwal, A. (2013): *Why Massively Open Online Courses Still Matter*. Ted Talk June 2013 at TED2013. Free online AP courses debut on edX website. https://www.ted.com/talks/anant_agarwal_why_massively_open_online_courses_still_matter?language=en
- Clark, R. E. (1983): Reconsidering Research on Learning from Media. *Review of Educational Research*, 53, 445–459. http://www.uky.edu/~gmswan3/609/Clark_1983.pdf
- Facer, K. – Sandford, R. (2010): The Next 25 Years? Future Scenarios and Future Directions for Education and Technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26, 1, 71–93. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2009.00337.x, https://www.researchgate.net/publication/229458939_The_next_25_years_future_scenarios_and_future_directions_for_education_and_technology
- Fleischer, H. (2012): What Is Our Current Understanding of One-to-one Computer Projects: A Systematic Narrative Research Review. *Educational Research Review*, 7, 107–122. DOI: 10.1016/j.edurev.2011.11.004

- Gaul-Ács Á. – Kárpáti A (2018): Óvodás gyermekrajzok vizsgálata a Három Narratív Rajz képalakító feladatsorral. *Magyar Pedagógia*, 118, 3, 279–306. http://magyarpedagogia.hu/document/Gaul_MPed20183.pdf
- Hattie, J. (2009): *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-analyses Relating to Achievement*. London, England: Routledge. DOI: 10.4324/9780203887332, <https://bit.ly/2KdS1gP>
- Johnson, L. – Adams Becker, S. – Cummins, M. et al. (2016): *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin: The New Media Consortium
- Kessler, G. (2019): Promoting Engagement through Participatory Social Practices in Next Generation Social Media Context. In: Adesope, O. O. – Rud, A. G. (eds.): *Contemporary Technologies in Education*. Cham: Springer Nature, 51–66. DOI: 10.1007/978-3-319-89680-9_4, <https://bit.ly/351jkCK>
- Kong, Y. – Seo, Y. S. – Zhai, L. (2018): Comparison of Reading Performance on Screen and on Paper: A Meta-analysis. *Computers & Education*, 123, 138–149. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.05.005
- Kozma, R. (1994): Will Media Influence Learning: Reframing the Debate. *Educational Technology Research and Development*, 42, 7–19. DOI: 10.1007/BF02299087, https://www.researchgate.net/publication/225716985_Will_media_influence_learning_Reframing_the_debate
- Kulik, C. L. C. – Kulik, J. A. (1991): Effectiveness of Computer-Based Instruction: An Updated Analysis. *Computers in Human Behavior*, 7, 75–94. DOI: 10.1016/0747-5632(91)90030-5, <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/29534/0000622.pdf>
- Lamb, R. L. – Annetta, L. – Firestone, J. et al. (2018): A Meta-analysis with Examination of Moderators of Student Cognition, Affect, and Learning Outcomes while Using Serious Educational Games, Serious Games, and Simulations. *Computers in Human Behaviour*, 80, 158–167. DOI: 10.1016/j.chb.2017.10.040, <https://bit.ly/2qQubkt>
- Martin, T. – Sherin, B. (2013): Learning Analytics and Computational Techniques for Detecting and Evaluating Patterns in Learning: An Introduction to the Special Issue. *Journal of the Learning Sciences*, 22, 4, 511–520. DOI: 10.1080/10508406.2013.840466, <https://bit.ly/2KdTiED>
- Mayer-Schönberger, V. – Cukier, K. (2013): *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company
- Molnár Gy. (2011): Az információs-kommunikációs technológiák hatása a tanulásra és oktatásra. *Magyar Tudomány*, 172, 9, 1038–1047. <http://www.matud.iif.hu/2011/09/03.htm>
- Molnár Gy. – Csapó B. (2019): A diagnosztikus mérési rendszer technológiai keretei: Az eDia online platform. *Iskolakultúra*, 29, 4–5, 16–32. DOI: 10.14232/ISKKULT.2019.4-5.16, https://www.researchgate.net/publication/333273263_A_diagnosztikus_meresi_rendszer_technologiai_keretei_az_eDia_online_platform
- Molnár Gy. – Pásztor-Kovács A. (2015): A számítógépes vizsgáztatás infrastrukturális kérdései: az iskolák eszközparkjának helyzete és a változás tendenciái. *Iskolakultúra*, 4, 49–61. DOI: 10.17543/ISKKULT.2015.4.49, <https://ojs.bibl.u-szeged.hu/index.php/iskolakultura/article/view/21640>
- Papamitsiou, Z. – Economides, A. (2014): Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence. *Educational Technology & Society*, 17, 4, 49–64. <https://bit.ly/2qNGKNi>
- Peternák M. (1993): *Új képfigyeltől*. Budapest: Balassi Kiadó
- Pluhár Zs. – Gellér B. (2018): International Informatics Challenge in Hungary. In: Auer, M. E. – Guralnick, D. – Simonics I. (eds.): *Teaching and Learning in a Digital World: Proceedings of the 20th International Conference on Interactive Collaborative Learning*. Springer: Chem, 425–435.

- Romero, C. – Ventura, S. – Pechenizkiy, M. et al. (eds.) (2010): *Handbook of Educational Data Mining*. New York: CRC Press DOI: 10.1201/b10274, https://www.researchgate.net/publication/229860240_Handbook_of_Educational_Data_Mining
- Sung, Y-T. – Chang, K-E. – Liu, T-C. (2016): The Effects of Integrating Mobile Devices with Teaching and Learning on Students’ Learning Performance: A Meta-analysis and Research Synthesis. *Computers & Education*, 94, 252–275. DOI: 10.1016/j.compedu.2015.11.008, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131515300804?via%3Dihub>
- Tamim, R. M. – Bernard, R. M. – Borokhovski, E. et al. (2011): What Forty Years of Research Says about the Impact of Technology on Learning: A Second-order Meta-analysis and Validation Study. *Review of Educational Research*, 81, 4–28. DOI: 10.3102/0034654310393361, https://www.jstor.org/stable/23014286?seq=1#page_scan_tab_contents
- Turcsányi-Szabó, M. (2011): Fenntartható innováció a tanárképzésben – az elmélettől a gyakorlatig. *Oktatás-Informatika*, 3–4, 32–44. <http://www.oktatas-informatika.hu/2012/07/turcsanyi-szabo-marta-fenntarthato-innovacio-a-tanarkepzesben-az-elmelettol-a-gyakorlatig/>
- Waks, L. J. (2019): Massive Open Online Courses and the Future of Higher Education. In: Adesope, O. O. – Rud, A. G. (eds.): *Contemporary Technologies in Education*. Cham: Springer Nature, 183–214.
- Wise, A. F. (2019): Learning Analytics: Using Data-informed Decision-Making to Improve Teaching and Learning. In: Adesope, O. O. – Rud, A. G. (eds.): *Contemporary Technologies in Education*. Cham: Springer Nature, 119–144. DOI: 10.1007/978-3-319-89680-9_7

URL1: www.classcentral.com

URL2: <http://vizualiskultura.elte.hu>

URL3: <https://www.slideshare.net/Turcsi/tabula-cognita-tabletek-a-tanulshoz>

URL4: <http://tet.inf.elte.hu>

URL5: <http://matchsz.inf.elte.hu/VVprojekt/>

URL6: <http://e-hod.elte.hu/>

URL7: <http://microbit.inf.elte.hu/>

AZ OKTATÁSI MÉLTÁNYOSSÁG ÉS AKTUÁLIS KÉRDÉSEI MAGYARORSZÁGON

CURRENT ISSUES OF EDUCATIONAL EQUITY IN HUNGARY

Fejes József Balázs¹, Tóth Edit², Szabó Dóra Fanni³

¹PhD, Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet, Szeged
fejesj@edpsy.u-szeged.hu

²PhD, MTA–SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport, Szeged

³doktorjelölt, MTA–SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport, Szeged

ÖSSZEFOGLALÁS

A leszakadó rétegek iskolázottságának támogatása nemcsak az egyéni életkilátásokat befolyásolja kedvezően, de a társadalom egésze számára is hasznos. A méltányos oktatás hozzájárulhat egy gazdaságilag előnyösebb helyzetű, egészségesebb, demokratikusabb, szolidárisabb és a társadalmi feszültségek alacsonyabb fokával jellemezhető társadalom létrejöttéhez. Írásunkban a méltányos oktatás társadalmi előnyeinek ismertetését követően néhány releváns kutatási irányt tekintünk át vázlatosan, egyben átfogó képet kínálunk a magyar oktatási rendszer méltányosságáról, az alacsony szocioökonómiai státuszú és roma tanulókra fókuszálva. Röviden összefoglaljuk, hogy (1) a családi háttér milyen módon befolyásolja az iskolai sikerességet, (2) a magyar oktatási rendszer hogyan teljesít a méltányosságot tekintve, (3) mivel magyarázható a roma tanulók iskolai sikertelensége, (4) mennyien vannak a hátrányos helyzetük ellenére jól teljesítő, azaz reziliens tanulók, és (5) milyen tanulságokkal szolgál az oktatási hátránykompenzáló programok hatásvizsgálata. A rendelkezésre álló adatok szerint az oktatási méltányosság tekintetében Magyarország kifejezetten rosszul teljesít, és folyamatosan romlik a helyzet, így a méltányos oktatás kínálta társadalmi előnyök nem realizálódhatnak.

ABSTRACT

Besides the positive effects in terms of future quality of life on the individual level, supporting the education of the underprivileged is also favorable for society as a whole. Equity in education may contribute to building a more prosperous, democratic, altruistic and healthier society, which is less characterized by social tensions. After discussing the social benefits of a fair and inclusive education system, the paper briefly reviews some of the relevant research trends, and provides a comprehensive overview of the situation in Hungary with special focus on disadvantaged and Roma students. More specifically, the paper touches upon (1) the role of family background with regard to success at school; (2) the fairness of the Hungarian education system; (3) the reasons why Roma students do not succeed at school; (4) the number of resilient, that is, disadvantaged but successful, students in Hungary; and (5) the lessons learned from educational programs for students with low socioeconomic status. The available data show that Hungary performs poorly in terms of educational equity, and the situation is going from bad to worse, thus the social advantages equity in education may offer cannot be exploited.

Kulcsszavak: oktatási méltányosság, családi háttér, szocioökonómiai státusz, iskolai szegregáció, hátrányos helyzetű tanulók, roma tanulók, oktatási reziliencia

Keywords: equity in education, family background, socioeconomic status, school segregation, socially disadvantaged students, Roma students, academic resilience

BEVEZETÉS

Szeretnénk úgy tekinteni az iskolai pályafutásra, hogy annak sikeressége elsősorban az egyén szorgalmán, tehetségén múlik. A valóságban az iskolai sikerességet jelentősen meghatározza, hogy ki milyen családban nő fel. Az iskolázottabb családok generációkon át felhalmozott tapasztalatok alapján segítik gyermekeik iskolai munkáját, sokféle rejtett és nyílt csatornán keresztül. Ezzel szemben azokban a családokban, amelyekben maguk a szülők is iskolázatlanok, tájékozatlanok az iskolába járással kapcsolatos tennivalókban, és nem tudnak gyermekeik számára fejlesztő környezetet teremteni, esetleg a tanulás legszükségesebb feltételeit sem tudják biztosítani, a gyermekek eleve nehezen leküzdhető hátránnyal kezdik az iskolát. További lényeges tényező, hogy gyakran az iskolarendszer működése is a magasabb társadalmi pozíciójú családok gyermekeinek kedvez. E körülmények miatt a társadalmi státusz általában újratermelődik, és a szülőkével közel azonos iskolai végzettséget és életkilátásokat örökölnek a gyermekek. Vagyis bizonyosan nem csak az egyéni jellemzőkön, adottságokon múlik az iskolai sikeresség.

Az iskolázottság a későbbi munkapiaci helyzeten keresztül erőteljesen meghatározza az egyén életkörülményeit, így például átlagkeresetét, egészségügyi állapotát vagy várható élettartamát; különösen Magyarországon. De egy társadalom egészének működését is erősen befolyásolja, hogy az iskolarendszer mennyiben segíti vagy gátolja a társadalmi mobilitást, mennyire méltányos. Írásunkban a témakör jelentőségének alátámasztását, azaz a méltányos oktatás társadalmi előnyeinek ismertetését követően néhány releváns kutatási irányt tekintünk át vázlatosan, egyben átfogó képet kínálunk a magyar oktatási rendszer méltányosságáról, elsősorban az alacsony szocioökonómiai státuszú és roma tanulókra fókuszálva.

MÉLTÁNYOS OKTATÁS MINT TÁRSADALMI ÉRDEK

A méltányos oktatás azt jelenti, hogy az iskolák és iskolarendszerek egyenlő tanulási lehetőséget biztosítanak minden diák számára, amelynek eredményeként a különböző szocioökonómiai státuszú, nemi identitású vagy bevándorló családból érkező tanulók hasonlóan sikeresek lehetnek, mind kognitív teljesítményüket, mind érzelmi-szociális fejlődésüket és jólétüket tekintve. Ez nem azt jelenti, hogy

minden tanulónak hasonló a teljesítménye, mindössze azt, hogy az nem függ azoktól a körülményektől, amelyeket a tanulók nem befolyásolhatnak.

Az oktatáson keresztül realizálható társadalmi-gazdasági előnyök talán a leszakadó társadalmi rétegek gyermekei esetében a leginkább kiaknázhatók. Ha a kedvezőtlen családi háttérrel rendelkező diákok az oktatási rendszerből kilépve nem rendelkeznek a munkaerőpiacon hasznosítható tudással, akkor nem vagy csak kisebb részt képesek a közteherviselésből vállalni, miközben költségeket generálnak a társadalomnak, többek között a munkanélküli, a szociális és az egészségügyi ellátás terén, de ide sorolhatjuk a büntetés-végrehajtás költségeit is. A megfelelően elköltött oktatási kiadásokra egyértelműen megtérülő befektetésként tekinthetünk. Számos elemzés bizonyítja, hogy a gazdasági növekedés erősödött azokban az országokban, amelyekben a tanulók teljesítménye javult (Hanushek–Woessmann, 2015; OECD, 2010). Az összefüggés jelentősége vélhetően egyre növekszik a tudásalapú társadalmakban, amelyet a globalizációs folyamatok is erősítenek.

Az oktatás előnyei ugyanakkor nem kizárólag a gazdasági produktivitás javításában jelölhetők meg, a megfelelő minőségű oktatás számos módon hozzájárul a társadalmi jóléthez. Például a magasabb iskolai végzettséggel rendelkezők egészségi állapotukat, személyközi bizalmukat és politikai hatékonyságukat magasabbra értékeli, valamint állampolgári aktivitásuk is erősebb, gyakrabban folytatnak önkéntes tevékenységet. Az iskolázottabbak jobban vigyáznak környezetükre, intenzívebb a kultúrafogyasztásuk. Külön is érdemes kiemelni, hogy a majdani szülők magasabb iskolai végzettséggel megszerzett gazdasági, társadalmi és kulturális tőkéje meghatározó lesz gyermekük fejlődése, iskoláztatása szempontjából, és generációkon át tovagyűrűzve fejtheti ki jótékony hatását (Csapó, 2011).

Hazai kontextusban további példaként a roma kisebbségek leszakadását említhetjük, amely erősen kötődik az oktatási méltányosság alacsony fokához. Vagyis a méltányosság erősítésével e kisebbségek nehézségei jelentősen enyhíthetők lennének. Ráadásul mindez hosszú távon jelentős pénzügyi megtakarítást eredményezne.

Összegezve tehát, a magasabb iskolai végzettség elérése nemcsak az egyén munkapiaci lehetőségeit, életminőségét befolyásolja kedvezően, de az adott társadalom egésze számára is előnyös. Vagyis az iskolai karrier támogatása a kevésbé tehetséges társadalmi rétegek gyermekei körében nemcsak szolidaritás kérdése, hanem közös társadalmi érdek.

CSALÁDI-OTTHONI TÉNYEZŐK SZEREPE

Az elmúlt évtizedek idegéletani kutatásai arra hívták fel a figyelmet, hogy a kora gyermekkor a fejlődés szempontjából a leginkább szenzitív periódus, és különösen meghatározó a későbbi tanulás, viselkedés, fizikai és lelki egészség szempontjából. Az alacsony szocioökonómiai státuszú gyermekek jelentős hátrányo-

kat halmoznak fel már ebben az életkorban. A nem megfelelő családi környezet közvetett (például a taníttatás költségei, társadalmi izoláció) és rejtett (például szülők mentális állapota, szülő-gyermek kapcsolat) csatornákon keresztül befolyásolja a gyermek fejlődését, ami a társadalmi hátrányok átörökítéséhez vezet.

A hazai szakirodalom keveset foglalkozik a gyermekek lakókörnyezetének, s szomszédsági viszonyainak determináló hatásaival, holott a szegényebb társadalmi rétegek gyakran élnek elkülönülő településrészekben. Az itt élő családok esetenként olyan funkciókat látnak el egymás életében, amelyek leginkább a tágabb családtól várhatók, így jelentős szerepük lehet az iskolai sikerességben is.

A kedvező és kedvezőtlen családi háttérű gyermekek képességeiben mutatkozó különbségek az iskolába lépéskor már kimutathatók (például Hódi–Tóth, 2016). A diákok szociológiai háttérét elemző tanulmányok gyakran hívják fel a figyelmet a Máté-effektusnak nevezett jelenségre, mely szerint az iskolai különbségek idővel nőnek, a kezdeti lemaradások gátolják a további tanulást, míg a korai sikerek az olvasás terén később tanulmányi sikerekhez vezetnek. Azonban, akik az olvasás elsajátításában nem érnek el egy kritikus szintet, kevesebbet fognak olvasni, s lemaradásuk tovább nő, amikor az olvasást az új tudás megszerzésének eszközeként kellene használniuk. Azon kevés hazai kutatás, amely e jelenséggel foglalkozik, arra mutat rá, hogy mind az olvasás (Hódi et al., 2015), mind a természettudományos tudás terén tetten érhető a jelenség (B. Németh et al., 2019).

RENDSZERSZINT ÉS MÉLTÁNYOSSÁG

A kora gyermekkori fejlődést segítő programokra egyre több példát találunk hazánkban is, ugyanakkor az ellátórendszer még messze elmarad a szükségletektől. Volumene miatt a programok közül kiemelkedik a Biztos Kezdet Gyermekház, amelyet uniós forrásokra építve indítottak, de ma már központi költségvetésből működik.

Nemzetközi és hazai vizsgálatok is rámutattak arra, hogy az óvodáztatás idejének jelentős a hatása a hátrányos helyzetű gyermekek iskolai sikerességére (Loeb et al., 2007; Hódi–Tóth, 2016), így a 2015-ös tanévtől hároméves kortól Magyarországon is kötelező óvodáztatás a méltányosság szempontjából kiemelkedően fontos változás. Ennek hatására az óvodáztatásban részesülő gyermekek aránya növekedett. A változás zökkenőmentességét segítette, hogy nem volt szükség jelentős kapacitásnövelésre.

A szelekció, azaz a tanulók valamilyen szempontok szerint különböző intézménytípusokba, oktatási programokba irányítása minden iskolarendszerben érvényesül, és tulajdonképpen természetes is, többek között a különböző foglalkozásokra, szakmákra való felkészítés ezt szükségessé is teszi. Ugyanakkor számos országban ez az indokolhatónál korábban kezdődik, és erősen összefügg a tanulók családjának társadalmi-gazdasági pozíciójával. Magyarországon is ez a hely-

zet, az általános iskola kiválasztásával jelentős mértékben eldőli a későbbi iskolai karrier. Az extrém szelekció, szegregáció a tanulási problémák kumulálódásának következtében, a pedagógiai erőforrások szűkössé válásán, a tanári kontraszelekción, az intézmények korlátozottabb anyagi lehetőségein és a kedvezőtlen motivációs folyamatokon keresztül a meglévő hátrányok felerősödéséhez vezet azokban az iskolákban, amelyekben a hátrányos helyzetű tanulók aránya magas. Vagyis a kevésbé előnyös társadalmi pozíciójú családok gyermekeinek jelentős része alacsonyabb minőségű oktatásban részesül (Fejes, 2013; Kertesi–Kézdi, 2012).

Az iskolák közötti minőségi különbségek problémáját jelzik a PIRLS- és TIMSS-vizsgálatok eredményei is, amelyek szerint már a negyedikesek körében hatalmas a különbség a teljesítmények között. A mérésekben részt vevő európai országok között a legutóbbi adatfelvétel szerint ez a különbség matematikából hazánkban volt a legnagyobb (Mullis et al., 2016).

Magyarországon a szelekció mértéke nemzetközi összehasonlításban is extrém mértékű (például OECD, 2016). Az egyébként is erős szelekciót az utóbbi évtized oktatáspolitikai döntései felerősítették, és kimutathatóan erősödött a roma tanulók szegregációja (lásd Fejes–Szűcs, 2018). Egyre növekvő figyelem irányul a fenntartói szerkezetben bekövetkező változások egyik súlyos következményére, az egyházi iskolák szegregációt gerjesztő hatására (Ercse, 2019).

Hazánkban az általános iskola első négy évfolyamának feladata a későbbi tanulást megalapozó azon készségek kialakítása, amelyek nélkül nincs mód a felső tagozaton a diszciplínák szerint rendezett ismeretek megtanulására. A négy év erre gyakran kevés, különösen annak fényében, hogy az alsó és a felső tagozat között jelentős a szakadék, és a felső tagozat alig veszi figyelembe a tanulók fejlettségbeli jellemzőit. Nem véletlen, hogy számos országban az alapozó szakasz az iskoláztatás első hat évfolyamára terjed ki, míg az alsó középfok a 7–9. évfolyamokat, a felső középfokú tanulmányok pedig a 10–12. évfolyamokat jelentik (OECD, 2016).

A képességek és a tanulási motiváció fejlődése szorosan összefonódik, így a tanuláshoz szükséges képességek fejlettsége vélhetően a motivációra is kihat. Nagyjából felső tagozattól kezdve tanulóink egy jelentős részének tanulási motivációja csökken, ami vélhetően összefügg többek között a gyenge olvasási teljesítményükkel (Fejes, 2016). Az olvasásnak a további tudás elsajátításában, a tanulási motivációban és a lemorzsolódásban betöltött központi szerepe ellenére alig találunk olyan hazai kezdeményezést, amely az alsó tagozatot követően az olvasásra fókuszálna. A szövegértés és az olvasási motiváció kontextusba ágyazott fejlesztésére kidolgozott beavatkozások szinte ismeretlenek a hazai gyakorlatban.

Az általános iskolából kikerülő tanulók egy részének olyan fejletlenek a kognitív képességei, hogy azokra további képzést építeni alig lehet. A PISA-elemzésekben egy hatfokozatú skálán jelenítik meg az eredményeket, és ezen kitüntetett szerepe van a második képességszintnek, amelynek elérése a modern társadalmi életben való részvételhez minimálisan szükséges tudást jelöli. A legutóbbi vizsgá-

lat szerint szövegértésből a magyar tizenöt évesek 27,5%-a, matematikából 28%-a nem éri el ezt a szintet (OECD, 2016). Középfokú képzésünk nem képes reflektálni e problémára. A szakiskola (ma szakközépiskola) a hátrányos helyzetű tanulók gyűjtőhelyévé vált, az e képzési típusba járók teljesítménye jelentősen elmarad a többi képzési formába járóképtől; 8. és 10. évfolyam között nem fejlődik a tanulók szövegértése, matematikából pedig csökken a teljesítményük (Szabó et al., 2017). A szakiskolai képzésben az alapképességek hiányának pótlása helyett a közismereti tárgyak óraszámának csökkentése történt a közelmúltban, ami szembemegy a munkapiaci elvárásokkal, és az egyenlőtlenségeket erősíti (Varga, 2018).

A ROMA TANULÓK ESETE – KULTÚRA VAGY SZEGÉNYSÉG?

A szocializáció kultúrába ágyazott, ennél fogva az emberi fejlődésnek jellegzetes, az adott kultúrához kötődő vonásai alakulhatnak ki. E kulturális jellemzők a tanulást, az iskolai karriert is jelentősen befolyásolhatják. A témakörnek óriási nemzetközi irodalma van, leggyakrabban az Egyesült Államok és Délkelet-Ázsia tanulóit hasonlítják össze (lásd Gordon Györi, 2006). Az oktatást befolyásoló kulturális különbségek és a méltányos oktatás több ponton összefonódó kutatási területek. Hazánkban e találkozási pontok közül talán a szegénység és a kulturális jellemzők szétválasztása, valamint a kulturálisan érzékeny pedagógia témái emelhetők ki, főként a roma kisebbségek kapcsán.

A roma tanulók jelentős része sikertelen iskolai karriert fut be. Kudarcaik okainak magyarázatához kézenfekvőnek tűnhet a kulturális különbségekre, valamint az iskola részéről ezek figyelmen kívül hagyására hivatkozni (lásd Fejes, 2005 áttekintését). A kulturális különbségek megléte vagy hiánya a választott terápiát és egy tágabb társadalmi narratívát egyaránt befolyásoló tényező, amely az előítéletek és a szolidaritás hiányának erősödéséhez, vagy éppen ellenkezőleg, ezek csökkenéséhez vezethet – aszerint, hogy az iskolai sikertelenségek egy sajátos etnikai viselkedésre vagy egyéb külső tényezőkre vezethetők vissza. Egyrészt a roma kisebbségeket rendszerszinten sújtó hátrányok felismerésének, másrészt a kulturális különbségeket vizsgáló empirikus munkák megjelenésének köszönhetően e kulturális magyarázat egyre inkább háttérbe szorult.

A tanuláshoz szorosan kapcsolódó változók felmérésével végzett hazai kutatások eddig nem találtak lényeges különbséget a hasonló szociokulturális jellemzőkkel bíró többségi és roma tanulók között (például Fejes–Józsa, 2007; Tóth J.-né, 2001). E tekintetben külön említést érdemel a Kertesi Gábor–Kézdi Gábor (2012) szerzőpáros munkája, amely országos reprezentatív mintán vizsgálta a kompetenciamérésen elért szövegértés- és matematikateljesítményt befolyásoló tényezőket. Az eredmények szerint a roma fiatalok iskolai lemaradását nem etnikai sajátosságok magyarázzák. Egészségi állapotuk kisebb mértékű, de nem

elhanyagolható szerepe mellett a családi háttér alapvetően két mechanizmuson keresztül befolyásolja a roma tanulók tanulmányi eredményességét. Egyrészt otthoni környezetükben kevésbé jutnak hozzá a készségeik fejlődéséhez lényeges erőforrásokhoz, másrészt iskolai oktatásuk alacsonyabb minőségű környezetben zajlik (lásd szegregáció).

A kutatási eredmények ellenére a pedagógusok körében a szegregáció oktatási minőségre gyakorolt hatása kevésbé ismert, és erősen tartja magát a roma kisebbségek iskolai lemaradását kulturális eltérésekre visszavezető magyarázat (például Bereczky–Fejes, 2010). Ez vélhetően jelentősen befolyásolja a hátrányos helyzetű és roma tanulókat célzó oktatáspolitikai célok megvalósítását, és az osztálytermi gyakorlatot is, hiszen, ha kulturális jellemzőnek tekintik a pedagógusok a roma tanulók lemaradását, minden valószínűség szerint kevesebb időt, energiát fektetnek be gyakorlati munkájukba e megváltoztathatatlan gondolt tényező miatt.

Az iskolai kudarcok kulturális magyarázatában minden bizonnyal szerepet játszik egyrészt, hogy a mélyszegénység gondolkodást, viselkedést meghatározó szerepe nem közismert. Másrészt a Magyarországon szereshető tapasztalatok is látszólag ellentmondanak a kutatási eredményeknek: egyetlen jól látható kisebbségként a roma csoportok jelennek meg, akik jelentős része mélyszegénységben él, így a szegénység jellemzői kulturális sajátosságoknak tűnhetnek. Emellett általában véve alig található közérthető, objektív információforrás a roma kisebbségekről, ráadásul a tankönyvekben megjelenő információk gyakran tovább rontanak a helyzeten.

AKIKNEK MÉGIS SIKERÜL – REZILIENCIA

A közelmúltban egyre inkább növekedni kezdett azon kutatások száma, amelyek a kedvezőtlen körülményeik ellenére iskolai sikereket elérő tanulókra fókuszálnak. A szakirodalom a jelenséget oktatási rezilienciának, a nehéz feltételek ellenére jól teljesítő gyermekeket reziliens tanulóknak nevezi.

Az oktatási reziliencia vizsgálata az eddigiektől eltérő megközelítésben értelmezi a hátrányos helyzetű tanulók vizsgálatát, ezáltal az iskolai sikeresség szempontjából lényeges egyéni és környezeti tényezőkre világíthat rá. A reziliens tanulók aránya alkalmas lehet annak jellemzésére is, hogy egy adott oktatási egység miképpen képes segíteni a hátrányos helyzetű tanulókat, így a reziliensek aránya az egyik indikátora lehet az intézmények, különböző oktatásirányítási egységek vagy oktatási rendszerek esélykiegyenlítő képességének.

A legutóbbi PISA-adatfelvételen alapuló elemzések során az a tanuló minősült reziliensnek, aki az adott országban családi háttere alapján az alsó negyedbe, ugyanakkor az összes tanuló eredménye alapján az azonos háttérrel rendelkező diákok legjobban teljesítő felső negyedébe tartozott. A természettudományi teljesítményeket figyelembe véve az OECD-országokban átlagosan a hátrányos

helyzetű tanulók 29%-a sorolható a reziliens tanulók közé. Arányuk a kelet-ázsiai térség országaiban a legmagasabb, de a jól teljesítő európai országokban is meghaladja az OECD-átlagot. A teljesítményük szerint is élvonalba tartozó országokban/gazdaságokban (például Makaó–Kína, Hongkong–Kína, Szingapúr) arányuk meghaladja a 40%-ot, Vietnamban eléri a 76%-ot. Európa jól teljesítő országaiban is OECD-átlag feletti a reziliensek aránya, Észtországban 48%, Finnországban 40%. Ezzel szemben Magyarországon a hátrányos helyzetű tanulóknak mindössze 19%-a mondható reziliensnek. Az OECD-országok közül csak Görögországot, Szlovákiát, Izlandot, Izraelt, Chilét és Mexikót előzzük meg (OECD, 2018).

A nemzetközi összehasonlító eredmények alapján jól látható, hogy általában azokban az országokban átlag feletti a reziliens tanulók aránya, ahol a rendszer eredményessége és méltányossága is meghaladja az átlagot. Bár a reziliens tanulók aránya és a teljesítmények közötti összefüggés nem determinisztikus, az adatokból egyértelműen kitűnik, hogy a méltányosság magas szintje általában együtt jár az iskolarendszerek hatékonyságával (Tóth et al., 2016).

A rendszerszintű jellemzőket tovább árnyalják azok a hazai kutatások, amelyek a reziliens tanulók arányát tekintve sikeres intézmények jellemzőire fókuszálnak. Patakfalvi-Czirják Ágnes, Papp Z. Attila és Neumann Eszter (2018) az Országos Kompetenciamérés eredményei alapján azonosították a kedvezőtlen jellemzők mellett tartós sikereket elérő iskolákat. Eredményeik szerint a reziliens intézmények között egyaránt fellelhetőek olyanok, amelyek vélhetően „innovatív” fejlesztéseik következtében, és olyanok, amelyek valószínűleg a „tesztre tanításnak” köszönhetően sorolhatók a reziliens kategóriába. Széll Krisztián (2018) elemzése arra mutat rá, hogy a reziliens iskolák a hasonló tanulói összetételű, de kevésbé eredményes iskoláktól az iskolai légkört meghatározó tényezők mentén különböznek. Ilyen például a tanulók egyéni képességeire és személyiségére fókuszáló pedagógiai támogatás, a szegregációhoz, hátránykompenzációhoz kapcsolódó tanári attitűdök, a pedagóguspályával való elégedettség, a tanári kar fluktuációja, a pedagógusok tanári karon belüli együttműködése, valamint a tanárok diákokkal és családokkal való kapcsolata.

HÁTRÁNYKOMPENZÁLÓ BEAVATKOZÁSOK HATÁSVIZSGÁLATA

Az oktatás fejlesztését célzó beavatkozások vizsgálatának jelentősége a humántőke felértékelődésével párhuzamosan általánosságban is megnőtt, ugyanakkor a leszakadó rétegek felzárkóztatásával elérhető társadalmi előnyök miatt külön figyelmet érdemel a hátránykompenzáló kezdeményezések, valamint az egyéb oktatási beavatkozások leszakadó rétegekre gyakorolt hatásának vizsgálata.

James J. Heckmannak és munkatársainak (1997) köszönhető felismerés, hogy az oktatásba való beruházás későbbi megtérülése szempontjából érdemes különbséget tenni a különböző életszakaszok között. A megtérülési ráta a kisgyermek-

kori szakaszban a legmagasabb, és idővel csökken. A megtérülési ráta a kedvezőtlen szociokulturális helyzetű gyermekek esetében jóval magasabb, viszont a csökkenés jóval meredekebb, vagyis időben előrehaladva gyorsabban csökken a megtérülés esélye. A hátránykompenzáló céllal elköltött közösségi források megtérülési rátája tehát a korai életszakaszban a legmagasabb. Ez egyben azt is jelenti, hogy e beruházások megtérülési ideje legalább húsz év.

Heckman és kollégái arra is ráirányították a figyelmet, hogy a nem kognitív vagy szociális-érzelmi készségek fejlesztése legalább olyan fontos, mint a kognitív készségeké. E készségek hatással vannak a tanulás hatékonyságára, a munkapiaci sikerességre, a felnőttkori egészségre és a társas kapcsolatokra (Heckman et al., 2011). Úgy tűnik továbbá, hogy a kora gyermekkori környezeti ártalmak fennállása esetén serdülőkorban esetenként előnyösebb a kognitív készségek helyett a nem kognitív készségek fejlesztésére fókuszálni.

A nemzetközi szakirodalom alapján jól látható, hogy számos olyan hátránykompenzáló kezdeményezés létezik, amelyek az iskoláskor előtt a szülői nevelést jelentős mértékben formálhatják, pozitívan befolyásolva a későbbi iskolai sikerességet és munkapiaci beválást. Emellett arra is találunk példát, hogy az oktatási esélyegyenlőség és az eredményesség karöltve, viszonylag rövid távon jelentősen javítható rendszerszintű beavatkozásokkal. Talán a legjobb példa erre a Magyarországhoz sok szempontból hasonló Lengyelország, amelynek sikerei egy olyan oktatási reformmal magyarázhatók, amelynek keretében többek között csökkentették az iskolai szelekciót, és egy évvel meghosszabbították az általános képzést (OECD, 2011).

A hazai hátránykompenzáló programok hatékonyságvizsgálata elhanyagolt terület, általában keveset tudunk arról, hogy a különböző kezdeményezések elérik-e a céljukat, illetve milyen hatást gyakorolnak a gyermekekre, fiatalokra. Ebből következően általában nehéz megalapozott döntést hozni egy-egy program sorsáról, akár annak folytatásáról vagy leállításáról kellene döntést hozni, akár arról, hogy milyen korrekciókkal lehetne a programokat vagy a rendszer egészét hatékonyabbá, eredményesebbé tenni.

ZÁRÓ GONDOLATOK

A szegénység csökkentésének és számos társadalmi feszültség enyhítésének az egyik leghatékonyabb módja az iskolázottság támogatása a leszakadó rétegek körében. A méltányos oktatás hozzájárulhat egy gazdaságilag előnyösebb helyzetű, egészségesebb, demokratikusabb, szolidárisabb és a társadalmi feszültségek alacsonyabb fokával jellemezhető társadalom létrejöttéhez. Az oktatási méltányosság tekintetében Magyarország kifejezetten rosszul teljesít, és folyamatosan romlik a helyzet. Az írásunkban összefoglalt kutatási eredmények jelenleg alig találnak utat az oktatáspolitikai vagy a szélesebb közvélemény felé, így a társadalmi szolidaritás és a gazdasági előnyök kiaknázása egyaránt elmarad.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány elkészítése során Fejes József Balázs Bolyai János Kutatási Ösztöndíjban részesült.

IRODALOM

- Berezcky K. – Fejes J. B. (2010): Pedagógusok nézeteinek és tapasztalatainak vizsgálata egy deszegregációs intézkedéssel összefüggésben. *Magyar Pedagógia*, 110, 4, 329–354. http://www.staff.u-szeged.hu/~fejesj/pdf/Berezcky_Fejes_MP1104.pdf
- B. Németh M. – Korom E. – Hódi Á. et al. (2019): Máté-effektus vizsgálata: a természetismereti tudás és a szövegértés kapcsolata az általános iskolában. *Iskolakultúra*, 29, 1, 68–78. <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/download/31908/31459/>
- Csapó B. (2011): Az oktatás tudományos hátterének fejlődése. *Magyar Tudomány*, 172, 9, 1065–1076. <http://www.matud.iif.hu/2011/09/06.htm>
- Ercse K. (2019): Az egyházi fenntartású iskolák és a szelekció, szegregáció kapcsolata. *Iskolakultúra*, 29, 7, 50–72. DOI: 10.14232/ISKKULT.2019.7.50, <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/download/32765/32237/>
- Fejes J. B. (2005): Roma tanulók motivációját befolyásoló tényezők. *Iskolakultúra*, 15, 11, 3–13. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/1085/>
- Fejes J. B. (2013): Miért van szükség deszegregációra? In: Fejes J. B. – Szűcs N. (szerk.): *A szegedi és hódmezővásárhelyi deszegregációt támogató Hallgatói Mentorprogram. Öt év tapasztalatai*. Szeged: Belvedere Meridionale, 15–35. http://www.staff.u-szeged.hu/~fejesj/pdf/Fejes_2013_Deszegregacio.pdf
- Fejes J. B. (2016): Szövegértés-fejlesztés a tanodában. In: Fejes J. B. – Lencse M. – Szűcs N. (szerk.): *Mire jó a tanoda? A TanodaPlatform keretében összegyűjtött innovációk, kutatások, történetek*. Szeged: Motiváció Oktatási Egyesület, 81–86. <http://real.mtak.hu/36488/1/Szovegertes.pdf>
- Fejes J. B. – Józsa K. (2007): Az iskolai eredményesség és a tanulási motiváció kulturális jellemzői. Roma és többségi tanulók összehasonlítása. *Iskolakultúra*, 17, 6–7, 83–96. <https://ojs.bibl.u-szeged.hu/index.php/iskolakultura/article/view/20643/20433>
- Fejes J. B. – Szűcs N. (2018): Az oktatási integráció ügye a 2010-es évek végén. In: Fejes J. B. – Szűcs N. (szerk.): *Én vétkem. Helyzetkép az oktatási szegregációról*. Motiváció Oktatási Egyesület, Szeged. 11–30. https://motivaciomuhely.hu/wp-content/uploads/2018/05/%C3%89n-v%C3%A9tkem_online.pdf
- Gordon Györi J. (2006): *Az oktatás világa Kelet- és Délkelet-Ázsiában*. Budapest: Gondolat Kiadó
- Hanushek, E. A. – Woessmann, L. (2015): *The Knowledge Capital of Nations: Education and the Economics of Growth*. Cambridge: MIT Press
- Heckman, J. – Peter, J. – Klenow, J. (1997): *Human Capital Policy*. University of Chicago–Mimeo
- Heckman, J. J. – Humphries, J. E. – Urzua, S. et al. (2011): *The Effects of Educational Choices on Labor Market, Health, and Social Outcomes*. Working Papers 2011-002. Human Capital and Economic Opportunity Working Group, http://humcap.uchicago.edu/RePEc/hka/wpaper/HHUV_2010_effect-edu-choice.pdf
- Hódi Á. – B. Németh M. – Korom E. et al. (2015): A Máté-effektus: a gyengén és jól olvasó tanulók jellemzése a tanulás környezeti és affektív jellemzői mentén. *Iskolakultúra*, 25, 4, 18–30. DOI: 10.17543/ISKKULT.2015.4.18, http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/6021/1/2_Hodi_B_Nemeth_Korom.pdf

- Hódi Á. – Tóth E. (2016): A különböző szocioökonómiai státuszú tanulók iskolakezdekor mért elemi alapkészségeinek és a későbbi szövegértés teljesítményének alakulása az óvodában eltöltött évek tükrében. *Iskolakultúra*, 26, 9, 51–72. DOI: 10.17543/ISKKULT.2016.9.51, <http://real.mtak.hu/43954/1/03.pdf>
- Kertesi G. – Kézdi G. (2012): A roma és nem roma tanulók teszteredményei közti különbségekről és a különbségek okairól. *Közgazdasági Szemle*, 59, 798–853. http://econ.core.hu/file/download/Kertesi_Kezdi/Roma_nem-roma_teszteredmenyek_KSZ_2012_7-8.pdf
- Loeb, S. – Bridges, M. – Bassok, D. et al. (2007): How Much Is Too Much? The Influence of Preschool Centers on Children’s Social and Cognitive Development. *Economics of Education Review*, 26, 1, 52–66. DOI: 10.1016/j.econedurev.2005.11.005, <https://bit.ly/2poWQwC>
- Mullis, I. V. S. – Martin, M. O. – Foy, P. et al. (2016): *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Retrieved from Boston College TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Mathematics.pdf>
- OECD (2010): *PISA 2009 Results: Overcoming Social Background – Equity in Learning Opportunities and Outcomes*. Vol. 2. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/48852584.pdf>
- OECD (2011): *Lessons from PISA for the United States. Strong Performers and Successful Reformers in Education*. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/pisa/46623978.pdf>
- OECD (2016): *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/education/pisa-2015-results-volume-i-9789264266490-en.htm>
- OECD (2018): *Equity in Education: Breaking Down Barriers to Social Mobility*. Paris: OECD Publishing, <https://www.oecd.org/publications/equity-in-education-9789264073234-en.htm>
- Patakfalvi-Czirják Á. – Papp Z. A. – Neumann E. (2018): Az iskola nem sziget. Oktatási és társadalmi reziliencia multi-etnikus környezetben. *Educatio*, 27, 3, 474–480. DOI: 10.1556/2063.27.2018.3.9, <https://akademai.com/doi/pdf/10.1556/2063.27.2018.3.9>
- Szabó L. D. – Szepesi I. – Takácsné Kárász J. et al. (2017): *Országos kompetenciamérés 2017. Országos jelentés*. Budapest: Oktatási Hivatal, https://www.kir.hu/okmfit/files/OKM_2017_Orszagos_jelentes.pdf
- Széll K. (2018): *Iskolai légkör és eredményesség: Fókuszban a reziliens és a veszélyeztetett iskolák*. Szeged: Belvedere Meridionale
- Tóth E. – Fejes J. B. – Patai J. et al. (2016): Reziliencia a magyar oktatási rendszerben egy longitudinális vizsgálat adatainak tükrében. *Magyar Pedagógia*, 116, 3, 339–363. http://www.magyarpedagogia.hu/document/TothE_MPed20163.pdf
- Tóth J.-né (2001): Az utca matematikája. In: Andor M. (szerk.): *Romák és oktatás. (Iskolakultúra könyvek 8)* Pécs: Pécsi Tudományegyetem, 149–175. http://misc.bibl.u-szeged.hu/45474/1/iskolakultura_konyvek_008.pdf
- Varga J. (2018): A készségek és az oktatás követelményrendszere a tudásalapú társadalomban. *Magyar Tudomány*, 179, 1, 69–76. DOI: 10.1556/2065.179.2018.1.8, [https://mersz.hu/mod/object.php?objazonosito=MaTud\(2018\)1_8.pdf](https://mersz.hu/mod/object.php?objazonosito=MaTud(2018)1_8.pdf)

HATÉKONYSÁG ÉS REFLEXIÓ – A KORTÁRSOKTATÁS PEDAGÓGIAI MÓDSZERE AZ EGÉSZSÉGFEJLESZTÉS TERÜLETÉN

EFFECTIVENESS AND REFLECTION – PEDAGOGICAL METHODS OF PEER EDUCATION IN HEALTH PROMOTION

Feith Helga Judit¹, Mészárosné Darvai Sarolta², Lukács J. Ágnes³, Falus András⁴

¹PhD, Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar Társadalomtudományi Tanszék, Budapest
feith@se-etk.hu

²PhD, Eötvös Loránd Tudományegyetem Tanító- és Óvóképző Kar Természettudományi Tanszék, Budapest

³Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar Társadalomtudományi Tanszék, Budapest

⁴DSc, Semmelweis Egyetem Általános Orvosi Kar Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest, EDUVITAL Alapítvány, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

Az eddig feldolgozott és publikált eredményeink szerint az egészségfejlesztés területén megvalósított kortársoktatói programjaink különböző mértékben ugyan, de minden korcsoportban hatékonyak. Egyértelmű pozitív irányú változás állt be a tudás, de több esetben az attitűd, a különféle készségek és egészség-magatartás tekintetében is, miközben – talán ez a hatékonysági eredmények után nem okoz különösebb meglepetést – a TANTUdSZ Programokon részt vevő gyermekek visszajelzései is egyértelműen jók.

Ugyan a program megvalósítása egészség tudományi és pedagógiai ismeretek és képességek tekintetében is komplex gondolkodást kíván a hallgatóktól, mégis, a beérkezett reflexiók többsége ugyancsak pozitív. A társas kapcsolatokra és érzelmi bevonódásra épülő tanulási programokban részt vevők esetében, így a kortársoktatás során is, javulnak a szociális és érzelmi képességek, pozitívan változik attitűdjük önmagukhoz, társaikhoz képest. Ezek a pozitív hatások tükröződnek a hallgatói véleményekben is.

ABSTRACT

According to our findings and published results, our peer education programmes in the field of health promotion are effective in all age groups, although to varying degrees. A clear positive change can be observed in the participants' knowledge, and in several cases in their attitude, various skills, and health behaviour as well, and accordingly to these positive efficacy results it is not surprising that the feedback from children who took part in STAnD Programmes is also clearly favourable.

Although the implementation of the programme requires complex thinking from peer educators in the fields of both health sciences and pedagogy, the majority of the received reflections are also positive. In case of participants who take part in learning programmes based on social relations and emotional involvement, as is the case in peer education, the social and emotional abilities improve, and their attitudes become positive compared to peers'. These positive effects could also be detected in peer educator students' opinions as well.

Kulcsszavak: egészségfejlesztés, kortársoktatás, hatékonyságmérés, kooperáció, reflexió

Keywords: health promotion, peer education, measuring the effectiveness, cooperation, reflection

BEVEZETÉS

Sajnálatos módon a magyarországi egészségügyi mutatók – az elmúlt másfél évtizedben tapasztalt pozitív irányú elmozdulások ellenére is – kifejezetten kedvezőtlenek. Az uniós államokhoz képest az elvesztett egészséges életévek száma nagyobb, a születéskor várható élettartam elmaradást mutat; és a magyarországi vezető halálokok prevalenciája nemzetközi összehasonlításban is igen negatív helyzetről árulkodik (Varsányi–Vitrai, 2017; World Health Review, 2018).

Jelentős különbségek mutatkoznak az egyes társadalmi csoportok egészségi mutatói között, melyek a törvényi szabályozással szemben megjelenő, az egészségügyi ellátáshoz való hozzáférés terén tapasztalható egyenlőtlenségekkel, valamint az alacsonyabb társadalmi státuszú rétegek nem megfelelő egészség-magatartásával és a kockázati tényezőknek való nagyobb mértékű kitettségével magyarázhatóak (State of Health in EU, 2017).

Evidencia, hogy célzott és hatékony prevenciós programokkal csökkenthetőek lennének az egészségi mutatókban jelentkező társadalmi egyenlőtlenségek, felzárkóztatva ezzel a kedvezőtlenebb helyzetű rétegeket, hiszen tudományosan megalapozott ismeretekre épülő egészséges életmóddal, megfelelő egészség-magatartással sok esetben elkerülhetőek lennének a korai megbetegedések és az idő előtti halálozások. Ahhoz, hogy mindez költséghatékonyan és a lehető legoptimálisabb módon valósulhasson meg, fiatal életkorban megkezdett egészségfejlesztésre, egészségnevelésre van szükség, melynek kiváló – s társadalmi hátrányokat is csökkentő – terepe lehetne az iskolai egészségfejlesztés (Járomi–Vitrai, 2017).

S bár az utóbbi évtizedben egyre több gyermeket és fiatalot megszólító egészségfejlesztési program jött létre Magyarországon, mégis egy 2016-ban készített nem reprezentatív, főként budapesti középiskolások körében készített felmérés eredményei szerint az iskolai és iskolán kívüli egészségmegőrző programok száma nem elégséges, s a meglévő programok is jellemzően a nem túl hatékony, interaktivitást nélkülöző frontális oktatással írhatóak le (Feith et al., 2016).

A kortársoktatás, mely számos előnyös tulajdonsággal bír, egyben az egyik legköltséghatékonyabb egészségfejlesztési módszer makro és mikro társadalmi szinten egyaránt, nem véletlen, hogy a szűkös humán és anyagi erőforrásokkal rendelkező országokban igen elterjedt (Turner–Shepherd, 1999). Bár már a hatvanas éveket megelőzően jelen volt ez a módszer az egészségvédelem – elsőként a

fertőző megbetegedések prevenciójának – területén, a hetvenes, nyolcvanas években állt az egészséget romboló rizikómagatartások kialakulása csökkentésének szolgálatába (Turner–Shepherd, 1999; Parkin–McKeganey, 2000).

A KORTÁRSOKTATÁS ELMÉLETI ALAPJAI

A kortársoktatás, kortárssegítés nevelési módszere az ókori világig nyúlik vissza. A szakirodalomban elterjedt, Arisztotelészre hivatkozó nézet azonban pontatlan, pusztán egy kiragadott mondaton alapul, amely nem is a filozófustól származik. Ugyanakkor kiváló példát szolgáltat a kortársnevelésre a spártai agelák és kortárs vezetőik tevékenysége (Gradwohl–Németh, 2019). A hosszú történelmi előzmények ellenére azonban a kortársoktatás az utóbbi fél évszázadban került igazán előtérbe, és vált tudatosan alkalmazott nevelési/pedagógiai módszerré.

A kortársoktatás mint tudás-, magatartás- és ezáltal értékközvetítő módszer informálisan, nem szervezett keretek között természetesen mindig is jelen volt – a korábbi társadalmakban is –, elsődlegesen a nagyon világos, egyszerű és kézzelfogható sajátosságai miatt, azonban működési mechanizmusa és hatékonysága számos tudományos elmélettel is alátámasztható (Milburn, 1995; Turner–Shepherd, 1999).

Az egyik kiemelkedő magyarázó elv Albert Bandura, a viselkedés és környezet kölcsönhatását előtérbe helyező, ún. szociális (szocio-kognitív) tanulásmélethez kötődik. Ennek értelmében a célcsoport tagjaira a kortársoktató modellértékű szerepe, viselkedése megerősítő (de akár büntető) jelleggel hat, azáltal, hogy a különféle viselkedésformák más – különösen a csoport által magas presztízsnak ítélt – személyek megfigyelése és utánzása során elsajátíthatóak (Bandura, 1977). Ugyanakkor a kortársoktatás során közvetített tudásmennyiség, az értékek és attitűdök visszahatnak a kortársoktatókra is, sőt az önértékelésüket és szociális viselkedésüket is kedvezően befolyásolja (Klein et al., 1994).

Theodore R. Sarbin és Vernon L. Allen a szerepelvárások fontosságát hangsúlyozzák elméletükben, mely egy kortársoktatói szituációra lefordítva konformitást (vagyis megfelelő viselkedést) vár el a tutor-kortársoktatói viszonyban a kortársoktatótól, míg a kortársoktató-célcsoport viszonylatban a célcsoport tagjaitól. Ebben a koncepcióban a hasonló kulturális háttér lényeges elemként jelenik meg a kortársoktatás sikerességében (Sarbin et al., 1968). S valóban, a kortársoktató és a célcsoport közötti azonos kulturális háttér szignifikánsan megnövelheti a kortársoktatás hatékonyságát (Milburn, 1995).

Az eredetileg a deviáns viselkedés kialakulásának magyarázatául szolgáló, szociológiai orientáltságú differenciális asszociáció elmélete a közvetlen társadalmi környezet determinisztikus mivoltát hangsúlyozza, mely szerint nemcsak a bűnözői magatartás, hanem a pozitív, modellértékű magatartások is egyszerűen

elsajátíthatóak a társadalmi érintkezések útján. A közeli szociális kapcsolatokban különösen az olyan személyek válnak mintaadóvá, akik a célcsoport számára fontos referenciaszemélyeknek minősülnek. Ők azok, akik egyben meghatározzák a folyamat sikerességét és hatékonyságát is (Sutherland–Cressy, 1960).

Albert K. Cohen a differenciális asszociáció elméletre építve különös fókuszszal, a szubkultúra koncepciójával egészítette ki ezt az elméletet. E szerint a folyamatos és kölcsönös interakcióban álló szubkultúra tagjai az egyéni törekvéseiktől eltávolodó, csoport szintű megoldásokat, sajátos normákat dolgoznak ki, elsődlegesen a számukra elérhetetlen társadalmi elvárások és célok miatt. Ez az elmélet különös jelentőséggel bír olyan esetekben, amikor a kortársoktatás célcsoportja valamilyen speciális szubkultúrával leírható csoport (Cohen, 1955).

Az egészségfejlesztési kortársoktatói programokban, ahol a pozitív attitűdváltozás elérése alapvető célként fogalmazódik meg, különösen fontos a William J. McGuire által kidolgozott beoltás- vagy inokulációs elmélet, melynek lényege, hogy a támogató érveknél erősebb, vagyis az adott témával kapcsolatos attitűd(ke)t pozitívabb irányba terelő hatásfokkal bírnak (a védőoltáshoz hasonlóan) a legyengített formában felsorakoztatott negatív ellenérvek. McGuire szerint a kortárshatás, s annak attitűdformáló ereje meghatározó a kamaszok viselkedésére, akár pozitív, akár negatív hatást érve el (McGuire, 1968).

S végül a koncepciót megalapozó, ma már klasszikusnak tekinthető elméletek sorában kiemelendő az Everett Rogers által kidolgozott elmélet az innováció diffúziójáról, mely számos fontos elméleti támpontot nyújthat a kortársoktatás gyakorlatához. Az innováció (jelen esetben például a kortársoktatás tartalmának) terjedését, sikerességét számos tényező határozhatja meg. Így különös hatékonysággal működnek azok a programok (így például a kortársoktatói programok), ahol hasonló jellemzőkkel bírnak a résztvevők (így a kortársoktató és a célcsoport), ugyanakkor fontos, hogy a befogadóhoz vagy a célszemélyekhez képest valamivel magasabb pozíciót töltsön be például a kortársoktató, mert ezáltal válik a program hatékonyabbá (Rogers, 1983).

Bár a kortársoktatás mint módszer hatékonysága elméleti szinten kellően megalapozott, s maga a módszer széleskörűen elfogadott, világszerte alkalmazott, a szakirodalomban még mindig nincs egységes, mindenki által elfogadott definíciója (Lukács et al., 2018).

A magyar szakirodalomban nehezíti, sőt egyenesen félreviheti az értelmezést az is, hogy a „*peer*” *education* magyarul elterjedt fordítása, vagyis a „*kortárs*” oktatás túlságosan leegyszerűsítő (életkorra leszűkítő), tehát nem követi az eredeti angol „*peer*” kifejezés tágabb, a valamivel vagy valakivel történő azonosság (így például azonos nemhez, társadalmi státuszhoz, etnikumhoz vagy valamilyen társadalmi csoporthoz, szubkultúrához való tartozás) bővebb jelentéstartalmát (Gould–Lomax, 1993; Svenson, 1998; Shiner, 1999; Turner–Shepherd, 1999; Parikin–McKeganey, 2000).

A TANTUdSZ-KONCEPCIÓ LÉNYEGE

Kutatócsoportunk, az MTA–SE Egészségnevelés Kortárs-Oktatással Kutatócsoport (TANTUdSZ¹) fő célja a kortársoktatás módszerére építve, hatékonyságmérésekkel alátámasztott óvodai és iskolai egészségfejlesztési programok szervezése, s ezek alapján egy használható kortársoktatói modell kidolgozása. A kidolgozott, de folyamatosan tesztelt és szükség szerint javított koncepció lényege egy háromszintű oktatási program megvalósítása. (1) Az első szintet a 24 tanórás tantermi felkészítés jelenti, melynek legfontosabb célkitűzése az, hogy a képzés résztvevőit alkalmassá tegye arra, hogy három–öt fős csoportmunkában tevékenységtervezetet tudjanak kidolgozni, s óvodai, iskolai egészségnapot tudjanak tartani. Ezen az oktatási szinten pedagógus és egészségtudományi képzésben részt vevő felsőoktatási hallgatók sajátítják el a kiválasztott egészségorientáltaságú téma (táplálkozás és folyadékbevitel, testi higiéné, lelki egészség, testmozgás, elsősegélynyújtás) elméleti alapjait, valamint betekintést nyernek a kortársoktatás módszer elméleti és gyakorlati kérdéseibe. Ugyancsak fontos, hogy a leendő kortársoktatók a csoportkoherenciát erősítő tréningyszerű elemek mellett konfliktuskezelési és kommunikációs technikákat, valamint projektmenedzsment ismereteket is elsajátítsanak. (2) A TANTUdSZ Program következő oktatási szintje (mely nem feltétlenül különül el élesen az előző szinttől) a középiskolás kortárssegítők felkészítését és bevonását jelenti a kortársoktatás folyamatának egészébe. A középiskolások szintén aktívan részt vállalnak a tevékenységtervezet kidolgozásában, valamint az óvodai, iskolai egészségnap lebonyolításában. A középiskolás kortárssegítők mindezen tevékenységüket az Iskolai Közösségi Szolgálat keretében látják el. (3) A program utolsó, harmadik oktatási szintje életkor-specifikusan, a kiválasztott célpopuláció részére történik, a kortársoktató hallgatók és a középiskolás kortárssegítők által kidolgozott tevékenységtervezet alapján lebonyolított óvodai vagy iskolai egészségnapokon. A TANTUdSZ Program eltérő oktatási szintjeiben közös sajátosság az interaktív, kiscsoportos, kooperatív tanulási metodológia alkalmazása, mely az óvodai/iskolai oktatási szinten kiegészül a legkülönbözőbb pedagógiai módszerekkel, így például a vizuális vagy zenei nevelés eszközeivel, életkor-specifikus természet tudományos kísérletekkel, drámapedagógiai eszközökkel.

Az egész programot a vertikális és horizontális együttműködések sokasága jellemzi, vagyis az egyes oktatási szintek (s ezáltal az oktatási intézmények), valamint a különböző tudományterületek közötti kooperáció.

A koncepció lényeges eleme a megfelelő minőségű képzés és tréning (melynek hatékonyságát teszteljük), illetve a kortársoktatók és kortárssegítők munkájának tutorálása, a folyamatos szupervízió. A tutorok szerepét oktatók, valamint a program során már kortársoktatói tapasztalattal rendelkező hallgatók is betölthetik.

¹ A TANTUdSZ elnevezés egy akronim, jelentése: „Tanulj, hogy tanítsd! Tanítsd, hogy tudd!”

HATÉKONYSÁGMÉRÉSI RENDSZER

Habár a gyermekek és fiatalok körében végzett kortárs egészségfejlesztési programok többsége alkalmaz eredményességi mutatókat, ezek általában megelegszenek a résztvevők számának ismertetésével, valamint a programmal való elégedettség mérésével. Sok esetben hiányzik a hatásvizsgálat egzakt módszertani kereteinek ismertetése, valamint az alkalmazott pedagógiai módszertan pontos leírása – különösen igaz ez a hazai kortárs egészségfejlesztő kezdeményezésekre (Milburn, 1995; Tóth–Formanek-Balku, 2015; Lukács et al., 2018).

A TANTUdSZ Program célja éppen ezért egy precíz, tudományos hatékonyságmérési rendszer kidolgozása. Lévéen pilot projekt, különösen fontosnak tartottuk a program minél komplexebb mérését, hogy az eredményekre támaszkodva folyamatosan csiszolhassuk a koncepciót. A mérési rendszer két pillérét (1) a kortársoktatásra felkészítő felsőoktatási kurzus vizsgálata, valamint (2) a kortárs egészségfejlesztési programok eredményességének mérése adja.

1. A kortársoktatásra felkészítő felsőoktatási kurzust a részt vevő hallgatók és tutorok értékelik, az adatgyűjtés kérdőíves és fókuszcsoporthozott módszerrel történik. A mérés kiterjed az oktatás tartalmára, szervezésére, a csoportdinamikára, a területi gyakorlatra (kortársoktatásra), valamint a kurzussal kapcsolatos attitűdökre.
2. A kortárs egészségfejlesztő programról a kortársoktatókat, a részt vevő diákokat, valamint osztályfőnökeiket is megkérdezzük.

A kortársoktatók az egészségfejlesztési programmal kapcsolatos tapasztalataikat egy ún. reflexiósnaplóban foglalják össze, amelynek részleteit a következő fejezet ismerteti.

A programban részt vevő diákokat kérdőívvel mérjük fel, szociodemográfiai háttérükön túl vizsgáljuk szubjektív egészségi állapotukat, az adott egészségfejlesztési témával kapcsolatos tudásuk, egészség-magatartásuk, attitűdjük változását, valamint a programmal való elégedettségüket. A saját szerkesztésű, de validált itemeket is tartalmazó önkitaltós (óvodások esetében az óvodapedagógus által lekérdezett) kérdőíveket korosztály-specifikusan (óvodás, alsó és felső tagozatos, középiskolás) alakítottuk ki. Lévéen, hogy az egészség-magatartás operacionalizálása, és különösen a program hatására mért változás megragadása meglehetősen nehéz, az egyes egészségnevelési témáktól függően lehetőség szerint egyéb, objektívebb mérőeszközöket is bevonunk a felmérésbe. A kézhygienes programok esetében a diákok helyes kézmosási technikáját a Semmelweis Scannerrel (HandInScan Zrt.) ellenőrizzük. Az UV-A sugárzással működő digitális képfeldolgozó berendezés egy speciális adalékot tartalmazó kézkrém segítségével a kézfejet és kézhatát összesen negyven ponton elemzi (Lehotsky et al., 2018). A diákok újraélesztési technikáját két instruktork egymástól függetlenül értékeli

egy saját fejlesztésű, tizenegy szempontot magában foglaló, validálás alatt álló BLS-készségfelmérővel (Fritúz et al., 2019).

A részt vevő diákok osztályfőnökeinek kortársoktatási programmal összefüggő benyomásait kérdőív révén és fókuszcsoporthoz keretein belül gyűjtjük össze.

Az egészség-magatartás és egészségfejlesztési témával kapcsolatos attitűd validabb mérését tenné lehetővé a részt vevő diákok szüleinek megkérdezése arról, tapasztaltak-e bármilyen változást gyermekük egészség-magatartásában a program óta. Emellett értékes eredményeket tartogathat a szülők és gyermekeik egészség-magatartásának együttes elemzése.

A kortárs egészségfejlesztési program mérési koncepciója a hatásvizsgálat tudományos kritériumainak megfelelően került kialakításra. Ennek érdekében a részt vevő diákokat három alkalommal mérjük: az egészségfejlesztési program előtt, a program után közvetlenül, majd a programot követően három-négy hónappal. A harmadik mérés célja annak feltárása, milyen mértékben mutatható ki a program tudásra, egészség-magatartásra és attitűdre gyakorolt hatása néhány hónap elteltével, avagy melyek azok a pontok, amelyekre jobban kell fókuszálni a következő programok során. A hatásvizsgálat validitása érdekében kontrollcsoportot is alkalmazunk, akik egészségfejlesztési programban nem, csak a bemene- ti és a három-négy hónappal későbbi visszamérésben vesznek részt.

A kortársoktatási programok ún. „fekete doboza” az alkalmazott pedagógiai módszerek pontos ismertetése, amely nélkül a hatékonyság nem értelmezhető (Southgate–Aggleton, 2016). A TANTUdSZ Program kortársoktatói a felkészülés során éppen ezért előzetesen megbeszélte formai elvárások alapján tevékenységtervezetben rögzítik az általuk kidolgozott négy tanórás egészségfejlesztési program menetét időtervvel, a tevékenységek pontos leírásával, az alkalmazott módszerek, tanulói munkaformák és a szükséges eszközök ismertetésével. A téma feldolgozásában, a feladatok megfogalmazásában, a játékok kiválasztásában érvényesülhet a csapatok „módszertani szabadsága”. Az osztályfőnökökkel kialakított előzetes kapcsolat lehetővé teszi a téma feldolgozásához szükséges előzmények figyelembevételét. Eddigi tapasztalataink szerint a tevékenységtervezet elkészítése új helyzet elé állítja a programra jelentkező, „Egészségnevelés kortárs-oktatás segítségével” című kurzus valamennyi hallgatóját, különösen az egészségtudományok területén tanuló diákokat, ezen a ponton tud leginkább érvényesülni a tutor szerepe.

A kutatási koncepciót a mérőeszközökkel és szülői beleegyező nyilatkozatokkal együtt az Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásaitikai Bizottsága (ETT TUKEB) engedélyezte (No18241-2/2017/EKU).

A TANTUdSZ koncepciója a hatékonyságmérési rendszer eredményeinek köszönhetően folyamatosan csiszolódik. Az elmúlt években teszteltük az egészségfejlesztési program megfelelő hosszúságát (négy vs. nyolc tanóra), de az alkalmazott pedagógiai módszerek hatékonyságát is, így a körkörös tanulás kortársoktatási modell vs. hagyományos kortársoktatási modelleket (Kolosai et al., 2018) is vizsgáltuk.

REFLEXIÓS NAPLÓK

A korszerűbb pedagógiai gyakorlat kimunkálásának fontos eleme a reflektív gondolkodás és gyakorlat kifejlesztése, ennek előmozdítására is törekedtünk az egyetemi hallgatókkal folytatott munkánkban. A reflektivitás a problémaazonosítást és problémamegoldást segíti elő (Schön, 1987; Szivák, 2014). A szakmai reflexió szándékos, céltudatos, strukturált, az elméletet és a gyakorlatot összekapcsoló, tanulással kapcsolatos, a változást és a fejlődést célzó, egy bizonyos cél elérésére irányuló gondolkodás. Ez kiváló lehetőséget biztosít arra, hogy a programban részt vevők elemezzék és értékeljék kortársoktató munkájukat. Ennek érdekében reflexiós napló készül a program során.

A hallgatók feladata a tevékenység utáni reflexió, ami arra szolgál, hogy a megvalósult folyamatot elemezzék, értékeljék. Ennek eredményeként lehetőségük volt/lesz a továbbiakban arra, hogy módosíthassák a következő szakaszra vagy a következő alkalomra szóló tervüket.

A hallgatók reflexiós naplója a projekt tervezésével, az előkészületekkel és a megvalósítással kapcsolatos tapasztalatokat és érzéseket tartalmazza. A reflexiós napló szubjektív jellegű, hat fő részre oszlik.

- Egyéni felkészülés a programra, együttműködés a csapatban a felkészülés során.
- Feladat/probléma reflexió, a program megtervezésekor megfogalmazott célok megvalósításának értékelése.
- A tussal törtéző együttműködés és a tutor szerepének értékelése.
- Társas együttműködés a program során.
- Kognitív jelenlét, a program során szerzett tudás és tapasztalat hasznosíthatósága.
- Önreflexió, saját pozitív és negatív érzések, sikerélmények, nehézségek, tanulságok a program során, javaslat a változtatásokra.

A reflexiós naplók tanúsága szerint az alábbiakban összegezhettük az eddig beérkezett hallgatói észrevételeket, javaslatokat:

- A csapatok kialakítását már a kurzus kezdetén érdemes megszervezni.
- Több időt kell szánni a tevékenységtervezetek elkészítésére, akár mikrotanításra vagy próbatanításra is sort kell keríteni a program megvalósulása előtt.
- Az iskolai program legnehezebbnek tűnő feladata a diákok figyelmének fenntartása és a fegyelem megteremtése.
- A tutor szerepe a tervezés és a lebonyolítás folyamata során is meghatározó, nélkülözhetetlen.

A hallgatók legjobb élménye alapvetően a sikeresen megoldott pedagógiai helyzetekhez kapcsolódik. Ez különösen azokban a szakmai témákban volt tetten

érhető, amelyekben a legfelkészültebbnek érezték magukat a hallgatók. A gyermekcsoportban végzett munkájukban pozitívként emelték ki a helyzetekhez való alkalmazkodásuk rugalmasságát, az együttdolgozás és a kommunikáció sikerességét.

A legpozitívabb változást az új pedagógiai módszerek kipróbálásában, az összpontosításban, kreativitásban, türelemben, határozottságban, az előadó-képesség és kommunikációs képesség javulásában, a saját egészségtudatosság pozitív változásában élték meg a hallgatók.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával, a Tantárgy-pedagógiai Kutatási Program keretein belül valósult meg. A tanulmány alapjául szolgáló kutatómunkában közreműködtek a TANTUdSZ munkacsoport tagjai. 2016–2019 között a munkacsoport tagjai voltak (a teljes időszakban vagy részlegesen): Bihariné Krekó Ilona, Fritúz Gábor, Füzi Rita Andrea, Gradvohl Edina, Horváth Zsolt, Karacs Zsuzsanna, Kitzinger István, Kolossai Nedda, Kőrösiné Molnár Andrea, Kukovecz Györgyné, Lehotsky Ákos, Nagyné Horváth Emília, Soósné Kiss Zsuzsanna, Szalainé Tóth Tünde Magdolna, Zombori Judit.

IRODALOM

- Ábrám B. – Szőke A. – Lukács J. Á. et al. (2019): TANTUdSZ iskolai kortárs egészségfejlesztési program folyadékfogyasztás témában II. – A kortársoktatás elég-e (dettsége)? Egy hazai kutatás tanulságai. *Új Diéta*, 28, 1, 28–31.
- Bandura, A. (1977): *Social Learning Theory*. NJ: Prentice-Hall, Englewood Cliffs
- Cohen, A. K. (1955): *Delinquent Boys: The Culture of the Gang*. New York: Free Press
- Feith H. J. – Melicher D. – Máthé G. et al. (2016): Tapasztalatok és motiváltság: magyar középiskolások véleménye az egészségvédő programokról. *Orvosi Hetilap*, 157, 2, 65–69. DOI: 10.1556/650.2015.30338, <http://real.mtak.hu/35973/>
- Fritúz G. – Gradvohl E. – Feith H. J. et al. (2019): Iskolai jó gyakorlat az újraélesztés kortársoktatásában – egy egészségfejlesztési program első tapasztalatai. *Orvosi Hetilap*, 160, 46, 1816–1820.
- Gould, J. M. – Lomax, A. R. (1993): The Evolution of Peer Education: Where Do We Go from Here? *Journal of American College Health*, 41, 6, 235–240. DOI: 10.1080/07448481.1993.9936333
- Gradvohl E. – Németh Gy. (2019): Kortárs segítők az ókori világban. In: Falus A. – Feith H. J. (szerk.): *Egészségfejlesztés és nevelés. Egy lehetséges pedagógiai módszer elméletben és gyakorlatban*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 94–99.
- Járomi É. – Vitrai J. (2017): Az iskolai egészségfejlesztés hazai és nemzetközi szemléletének bemutatása. *Egészségfejlesztés*, LVIII, 1, 36–48. https://epa.oszk.hu/02900/02987/00005/pdf/EPA02987_egeszsegfejlesztes_2017_1_036-048.pdf

- Klein, N. A. – Sondag, K. A. – Dorlet, J. C. (1994): Understanding Volunteer Peer Health Educators' Motivations: Applying Social Learning Theory. *Journal of American College Health*, 43, 3, 126–130. DOI: 10.1080/07448481.1994.9939096
- Kolosai N. – Darvay S. – Bihariné Krekó I. et al. (2018): Kortársoktatás a gyermekek és a felnőttek perspektívájából – A Körkörös Tanulás Kortársoktatási Modell első kutatási tapasztalatai. *Tanító*, 56, 10, 9–13.
- Lehotsky Á. – Falus A. – Lukács Á. et al. (2018): Kortárs egészségfejlesztési programok közvetlen hatása alsó tagozatos gyermekek kézhigiénés tudására és megfelelő kézmosási technikájára. *Orvosi Hetilap*, 159, 12, 485–490. DOI: 10.1556/650.2018.31031, <https://akademiai.com/doi/pdf/10.1556/650.2018.31031>
- Lukács J. Á. – Mészárosné D. S. – Soós K. Zs. et al. (2018): Kortárs egészségfejlesztési programok gyermekek és fiatalok körében a hazai és a nemzetközi szakirodalom tükrében – Szisztematikus áttekintés. *Egészségfejlesztés*, 59, 1, 6–24. <http://folyoirat.nefi.hu/index.php?journal=Egeszsegefejlesztes&page=article&op=view&path%5B%5D=215&path%5B%5D=pdf>
- McGuire, W. J. (1968): The Nature of Attitudes and Attitude Change. In: Lindzey, G. – Aronson, E. (eds.): *Handbook of Social Psychology*. Reading–New York: Addison-Wesley
- Milburn, K. (1995): A Critical Review of Peer Education with Young People with Special Reference to Sexual Health. *Health Education Research*, 10, 4, 407–442. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.907.659&rep=rep1&type=pdf>
- Parkin, S. – McKeganey, N. (2000): The Rise and the Rise of Peer Education Approaches. *Drugs, Education Prevention and Policy*, 7, 3, 293–310. DOI: 10.1080/09687630050109961, https://www.researchgate.net/publication/287639167_The_Rise_and_Rise_of_Peer_Education_Approaches
- Rogers, E. M. (1983): *Diffusion of Innovations*. 3rd ed. New York: Free Press
- Sarbin, T. R. – Allen, V. L. (1968): Role Theory. In: Lindzey, G. – Aronson, E. (eds.): *Handbook of Social Psychology*. Reading – New York: Addison-Wesley
- Schön, D. A. (1987): *Educating the Reflective Practitioner. Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions*. San Francisco: Josey Bass
- Shiner, M. (1999): Defining Peer Education. *Journal of Adolescence*, 22, 555–566. DOI: 10.1006/jado.1999.0248
- Southgate, E. – Aggleton, P. (2016): Peer Education: From Enduring Problematics to Pedagogical Potential. *Health Education Journal*, 76, 1, 1–12. DOI: 10.1177/0017896916641459, https://www.researchgate.net/publication/303029598_Peer_education_From_enduring_problematocs_to_pedagogical_potential
- State of Health in the EU. *Magyarország – Egészségügyi országprofil 2017*. https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/state/docs/chp_hu_hungary.pdf (letöltés: 2019. 06. 02.)
- Sutherland, E. H. – Cressy, D. R. (1960): *Principles of Criminology*. Philadelphia: Lippincott, https://archive.org/stream/in.ernet.dli.2015.136269/2015.136269.Principles-Of-Criminology-Ed-6th_djvu.txt
- Svenson, G. R. et al. (1998): *European Guidelines for Youth AIDS Peer Education*. Lund: Department of Community Medicine, Lund University, <https://projects.exeter.ac.uk/europeeruk/EUPguide.pdf>
- Szivák J. (2014): *Reflektív elméletek, reflektív gyakorlatok*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó, <http://www.eltereader.hu/kiadvanyok/reflektiv-elmletek-reflektiv-gyakorlatok/>
- Tóth G. – Formanek-Balku E. (2016): Támpontok az egészségfejlesztéssel kapcsolatos kutatásokhoz. Következtetések a 2015-ös Egészségfejlesztés folyóiratban ismertett kutatások áttekintése alapján. *Egészségfejlesztés*, 57, 4, 47–54. DOI: 10.24365/ef.v57i4.81, <http://folyoirat.nefi>

hu/index.php?journal=Egeszsefejlesztes&page=article&op=view&path%5B%5D=81&path%5B%5D=pdf

Turner, G – Shepherd, J. (1999): A Method in Search of a Theory: Peer Education and Health Promotion. *Health Education Research*, 14, 2, 235–247. DOI: 10.1093/her/14.2.235, <https://academic.oup.com/her/article/14/2/235/790316>

Varsányi P. – Vitrai J. (szerk.) (2017): *Egészségjelentés 2016*. Budapest, https://www.researchgate.net/publication/316684736_Egeszsejentes2016_Health_Report_2016

World Health Review 2018. <https://www.worldlifeexpectancy.com/country-health-profile/hungary> (letöltés: 2018. 11. 10.)

Tanulmányok

A FEJLŐDÉSTAN APOTEÓZISA (KÖZGAZDASÁGI NOBEL-DÍJ, 2019)

THE APOTHEOSIS OF DEVELOPMENT STUDIES (NOBEL PRIZE IN ECONOMICS, 2019)

Csaba László

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár, CEU Vienna, Ausztria, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
csabal@ceu.edu, www.csabal.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Ez az írás a 2019. évi hármas közgazdasági Nobel-díj alkalmából készült. Első részében bemutatja a kitüntetés történetét és változó jelentőségét. A másodikban röviden ismerteti a három legutóbb díjazott tudós munkásságát. Ebben a Nobel Emlékbizottság által adott bővebb indoklást egészítjük ki más források alapján. Végül megvizsgálja azt, hogy mit üzen e döntés a tudomány-szak jövőbeni fejlődése számára.

ABSTRACT

This essay provides a short assessment and appreciation of the three Nobels in Economics awarded in 2019. Part one tells the story of the Nobel Prize in Economics and its changing role in setting the priorities of the discipline. Section two informs about major academic accomplishments of those decorated with the Prize. In so doing we complement the broad assessment provided by the Riksbank Committee. Finally we speculate about the message of the Prize for the future conduct of economics as an academic discipline.

Kulcsszavak: Nobel-díj, közgazdaság-tudomány, elméletörténet, kutatási stratégia, kísérletezés

Keywords: Nobel Prize, economics, history of thought, research strategy, experimentation

A díjat Alfred Nobel svéd kémikus és feltaláló alapította 1895-ben a természettudományok, az irodalom és a béke ügyében legtöbbet nyújtók elismerésére. Ehhez csatlakozott 1968-ban a svéd jegybank, a *Riksbank*, amely főnállásának három-

századik évfordulója alkalmából alapított közgazdasági Nobel-emlékdíjat. Ennek célja a közgazdaság-tudomány és a vele érintkező határterületek legkiemelkedőbb művelőinek elismerése és egyben a szélesebb szellemi élet előtt történő népszerűsítése. Fontos, hogy a díjat társtudományok művelői, így matematikusok, a lélektan kutatói, történészek is megkaphatják, és több alkalommal meg is kapták, ha munkásságuk a közgazdaság-tudományok fejlődését jelentősen befolyásolta. A kitüntetés tehát mindig egyfajta *iránymutatást* is tartalmaz, mind a múlt, mind a jelen tekintetében. Szándéka és eredménye szerint is rendre üzen arról, hogy milyen irányt tartanak kívánatosnak és követendőnek azok, akik a világszintet képviselik.

A közgazdasági Nobel-díjat ugyanis nem az alapító bank ügyvezetősége vagy a svéd kormány ítéli oda. Mi több a bíráló bizottságban sem a bankárok (az ügyvezetőség vagy a monetáris tanács), sem az egyéb állami hivatalnokok, sem pedig a szabadon választott politikusok nincsenek képviselve, jelképesen sem. Az időről időre változó öt ítézs a Svéd Királyi Tudományos Akadémia nemzetközi hírű tagjai közül kerül ki. Többnyire a világ más országainak egyetemlein is aktívak, publikációs és nem közszolgálati teljesítményük hitelesíti a döntéseiket. Ezzel együtt a közgazdasági Nobel-emlékdíj kezdetektől fogva nem kevésbé vitatott és nem kevesebb kétely tárgya, mint a leginkább problematikus Nobel-békedíj, vagy a kezdetektől a kultúrharc terepévé vált irodalmi Nobel-díj, sok tekintetben azonos okok miatt.

2019-ig bezárólag összesen nyolcvannégy személy kapta meg ezt az elismerést. Eleddig egyetlen hölgy, a 2009-ben – a közjavak kutatásáért kitüntetett – Elíanor Oström nyerte el a díjat. Éppen ezért keltett nagy feltűnést az, hogy az idén az alig negyvenhat esztendő francia Esther Duflo is a díjazottak közé került. Igaz, az elmúlt évtizedek gyakorlatának megfelelően ő is egy amerikai csúcsegyetem, az Ivy League oszlopának számító Massachusetts Institute of Technology (MIT) professzora.

A közgazdaság-tudományt indulásától fogva jellemző megosztottság a díjak odaítélésében is megjelenik. Kezdetben a szakma vitán felül álló, jelentős életművel bíró nagy öregjeit, más szóval iskolateremtő figuráit díjazták. Ők a világ minden tájáról jöhettek és jöttek is. Később – 1990-től – azonban kialakult az amerikaiak kizárólagossága. Nem a születési hely, hanem a munkahely szerint, minden más művészeti vagy tudományozaknál egyoldalúbban.

Például a kezdeti díjazottak közül kiemelhetjük a norvég Ragnar Frischt, az ökonometria megalapítóját, vagy az állam gazdasági szerepével és a gazdasági rendszerek fejlődésével kapcsolatban nemzedékek gondolkodását befolyásoló holland Jan Tinbergent. Hasonlóképp érdemes megemlítenünk a több tudományág fejlődését is alakító osztrák Friedrich August von Hayeket és a politikai paletta másik oldalán álló, a svéd jóléti állam és a fejlődés gazdaságtana terén egyaránt meghatározó személyiségként máig is elismert és idézett Gunnar Myrdalt.

Az elmúlt három évtizedben azonban már nem voltak európai díjazottak, hanem kizárólag az amerikai egyetemeken működő kollégák ütötték meg a szintet.

Tinbergen, Myrdal és Hayek is klasszikus példája volt annak a – mára kihaltan lévő – európai értelmiséginek, aki semmiképp se szakbarbár, aki a társadalom ügyei iránt elkötelezett, és akit Amerikában a *public intellectual* névvel illetnek.¹ Ezzel függött össze, hogy a *díjazottak kisugárzása messze a szakma határain túl érvényesült*, nézeteiket vitatták és továbbfejlesztették, nevüket „mindenki” ismerte – bár összes műveiket aligha olvasták sokan.

Ez a gyakorlat a 80-as évek végétől gyökeresen megváltozott. A természettudományok normáinak követése jelent meg egyebek mellett abban is, hogy egyre többször egy-egy fontosnak vélt szűk részterület művelőjét, vagy egy-egy időszakban jelentősnek számító *részeredményt ismertek el*. Ez nemritkán korábban is jól ismert eredmények matematikai prezentálását jelentette (Paul Krugman, Robert Lucas²), vagy épp a matematika gazdaságtani alkalmazását jelenítette meg a maga tiszta valójában (Trygve Haavelmo, Maurice Allais, John Nash, Lars Peter Hansen, Christopher Sims, Harsányi János, Eric Maskin). Természetesen időről időre – főleg válságok idején – ismét előtérbe került a „nagy elmélet” egy-egy jeles művelője. Így került a díjazottak sorába 1998-ban a szegénység kutatója, Amartya Sen, vagy 2013-ban a tőkepiac működését más-más oldalról bemutató chicagói Eugene Fama és a Yale professzora, Robert Shiller.

Régóta feltűnő, hogy a Nobel-bizottság igyekszik kimaradni a szakmát feszítő – nyílt és rejtett – vitákból, amit a kiosztott díjak növekvő száma is jelez. Míg korábban – épp Gunnar Myrdal és Friedrich Hayek esetében – kivételes volt az, hogy a vita mindkét oldalát elismerték, manapság az a szabály, hogy legtöbbször technikai eredményeket értékelnek, és összességében már tárgya okán sem vitatott, bárki által elismerhető részeredmények művelőit díjazják. Ebbe a vonalba illik az, ahogy a 2019-es Nobel-díjasok esetében a tudományos értékelésben több mint fél tucat további kutató is név szerint megemlítésre kerül. Őket ugyan most nem díjazták, bár a kitüntetettekkel közös cikket társszerzőként jegyeznek. *Nota bene*: a közgazdászoknál nem ismeretes az első vagy levelező szerző műfaja, ami számos élet- és természettudományi kutatásban áthidalja az egyéni hozzájárulás mértékével kapcsolatos esetleges nehézségeket, eloszlatja a kételyeket.

Mivel a közgazdasági Nobel-díjaknak mindig volt egyfajta iránymutató szerepük, az ideai díjazottakat is e szempont szerint mutatjuk be. A bevezetőben már

¹ Az első negyedszázad díjazottjairól lásd Bekker, 2005, az újabb díjazottokról a bizottság honlapján lehet tájékozódni angolul, ahol a 40–80 oldalas részletes indoklás és a díjazottak főbb műveire vezető linkek is megtalálhatók (URL1), továbbá a svéd akadémia és a Riksbank honlapján is.

² Utóbbi a Nobel-díj átvétele alkalmából tartott előadásában maga utalt arra, hogy leglényegesebb pénzügyi felismeréseit már David Hume a 18. században megfogalmazta, ámde – mint mondja – nem volt képes matematikailag megformázni (Lucas, 1996, 661–662.).

kiemelt Esther Duflo mellett férje, a bombayi születésű Abhit Banerjee szintén az MIT-n tanít. A harmadik kitüntetett pedig az előzőekkel sok esetben közös kutatócsoportban dolgozó harvardi professzor, Michael Kremer volt. Ők hárman „a globális szegénység elleni küzdelem kísérleti módszereinek kidolgozásáért” kapták az elismerést, a bizottsági közlemény rövid változata szerint.

Kiemeljük, hogy a díjazottak – a korábbi kitüntetettektől eltérően – *egyetlen közös munkacsoportot alkottak*, közös publikációkat jegyeznek, és egyazon megközelítés képviselői. Ez pedig *a mikroökonómiailag alapozott kísérleti közgazdaságtan*, ami megjeleníti a modern közgazdaság-tudományok egyik, meglehetősen különálló, sajátos arculatát is: az elméleti tanszékeket változatlanul uraló ortodoxia és a plurális, heterodox közelítések sokféleségéből adódó kettősséget (Csaba, 2018; Sinha–Thomas, 2019; Hodgson, 2019).

A díj értékeléséhez érdemes tudni azt, hogy *a fejlődés tana sosem szorítkozott pusztán gazdasági kérdésekre*, hanem megőrizte a terület multidiszciplináris jellegét. Ezért az elmúlt ötven–hetven esztendőben a közgazdaság-tudomány forradalmi alrendszere maradt (Szentés, 2011; Nissanke–Ocampo, 2019). Ez egyebek mellett megjelent – legtöbb képviselőjénél – a matematikai formalizmus elutasításában, a holisztikus közelítések szorgalmazásában, és természetesen a társadalmi-politikai elemek – főáramból száműzött – szempontjainak számonkérésében is.

A fejlődésgazdászok sosem fogadták el a főáram ama meghatározó törekvését, hogy a lényeg egy technikai jellegű optimum keresése és az ehhez szükséges elemzési technika finomítása, a Gérard Debreu és Lucas révén középpontba került matematikai szépség keresése, miközben a „nagy kérdések”, vagyis a végső tartalom eldöntése a – fekete dobozként tételezett – politikára marad. Az irányzat meghatározó elméi, Gunnar Myrdaltól Amartya Senen át a nemrég elhunyt Immanuel Wallersteinig a rendszerkérdéseket állították a középpontba. Mivel a közgazdaságtan – különösen a klasszikus mikroökonómia – eleve nem alkalmas a kísérleti tesztelésre³, az átfogó elméletek uralma jellemző volt és maradt.

Ezzel szemben az idei díjazottak egyfajta *kopernikuszi fordulaton* dolgoztak. A területet hagyományosan uraló átfogó nagy kérdések helyett összefüggő, de kis kérdéseket, gyakorlati mozzanatokot állítottak előtérbe. Abból indultak ki, hogy induktív módon, az egyénből kiindulva lehet olyan kérdéseket fölvetni, amelyek megválaszolása révén *viszonylag kevés pénzből viszonylag sok ember élete javítható meg*.

Hasonlóan fontos újítás a – közgazdaság-tudományból kiszorított – *kísérleti módszer fölélesztése* és aktiválása. Míg a világgazdaság egészén nyilván nem lehet kísérletezni, a vidéki tanárszemélyzet ösztönzőin lehet. És utóbbi az, ami a

³ A három díjazott adótnak veszi – mesterük, a 2015-ben díjazott Angus Deaton nyomán – a mikroökonómiai összefüggések általános érvényét, és épp azzal kísérleteztek, hogy mikor és milyen föltételek mellett juthat ez érvényre a terepen.

közgazdaság-tudományban régóta felismerten perdöntő *emberi tőke képződését* a szegény országokban a leginkább befolyásolja. Hasonlóképp nagyon is lehet – az orvostudomány nyomában – például a védőoltások vagy a gyógyszer-ártamogatások hatását vizsgálni, méghozzá társadalmi és gazdasági metszetben egyaránt. A díjazottak – közgazdászoktól több mint meglepő – *maguk is elmentek terepmunkára*, egyebek mellett Indiába és Kenyába, és sok millió konkrét helyi megfigyelésből szűrték le, milyen új modellek hatásosak.

Különösen a harmadik díjazott, a New York-i születésű Michael Kremer munkásságát jellemzi az, hogy a szegénység elleni fellépést az oktatás-gazdaságtan és az egészségügy gazdaságtana felismeréseivel társítja. Az oltások elterjesztéséhez kötődő ösztönzők ügyében és a demográfiai trendfordulók magyarázatában ért el különösen nagy figyelmet/idézetséget kapó eredményeket.

Érdemes kiemelni, hogy a 2019. évi díjazottaknak nemcsak a kutatási módszere, hanem a *publikációs stratégiája is határozottan eltér a nagy elődökétől*. Utóbbiak – a társadalomtudományi hagyományokhoz illeszkedve – főként monográfiák, átfogó elemzések révén váltak (el)ismertté. Az idei díjazottak – ezzel szemben, ámde a természettudományokat idézően – főként folyóiratcikkeikről híresek. Bár a forrás nem igazán megbízható, szemléltetésként használhatjuk a *Google Tudós* 2019. október végi összesített adatait. Eszerint Kremer *Econometrica* cikkét 2550-en, a *Quarterly Journal of Economics* (QJE) által közölt fejlődésméleti írását 1860-szor, hosszú távú népmozgalmi cikkét (ugyancsak QJE) 1730-an idézték – ezek a közgazdasági szakmában összességükben igen jelentős értékek. Esther Duflo teljes idézettsége 55 ezer [sic!] fölött van, míg Abhit Banerjee itt megjelenő idézettsége 50 ezer közelében jár, ami a szakmán belül jelentős, de többszörösen elmarad az olyan régóta futó nagy sztároktól, mint Joseph E. Stiglitz, Jean Tirole vagy O. E. Williamson megfelelő értékei mögött.

A Nobel-bizottság értékelésében külön is kiemeli, hogy az idei díjazottak – mindenekelőtt a főáramú közgazdaságtan által mellőzött helyi és intézményi tényezők, a kontextualitás középpontba állításával – már eddig is jelentős *befolyást gyakoroltak az általuk vizsgált országok politikáira*. Húzzuk alá: ez a megelőző negyedszázad folyamán egyáltalán nem számított sikermércének, főleg a „módszertanilag igényes” egyetemek előléptetési gyakorlatában nem.

Az sem számított eleddig a tudományos szempontok közé, hogy az idézett értékelés szerint nem kevesebb mint 400 millió ember életét érintették kedvezően az említett kísérletek és az ezekre épülő gyakorlati újítások.

Mit üzen tehát a 2019-es Nobel-díj a közgazdaság-tudományok művelői számára? A teljesség igénye nélkül, de biztosan fontos a gyakorlati alkalmazhatóság és a kísérleti módszer jogaiba történő visszahelyezése a korábban meghatározó „tisztá elmélet” és a matematikai szépség egyeduralmával szemben. Hasonlóképp fontos üzenet az, hogy a holisztikus közelítés – vagyis esetünkben *a társadalmi, az életvitelbeli, a környezeti szempontok beépítése* – hasznos és szükséges

abban, amit Banerjee és Duflo (2019) nemrég megjelent kötetükben egyszerűen „jó közgazdaságtanként” ír le. A társadalmi relevancia mint sikerkritérium viszsztatérte a formális elegancia ellenében az ezt fél évszázada követelő Kornai János (1971) törekvéseit látszik igazolni – visszamenőleg is.

IRODALOM

- Banerjee, A. V. – Duflo, E (2019): *Good Economics for Hard Times*. New York: Public Affairs
- Bekker Zs. (szerk.) (2005): *Közgazdasági Nobel-díjasok, 1969–2004*. Budapest: KJK-Kerszöv Jogi és Üzleti Kiadó Kft.
- Csaba L. (2018): A 21. század a világ közgazdaságtanában. *Köz-gazdaság*, 13, 2, 113–126. DOI: 10.14267/RETP2018.02.26, <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3581/>
- Hodgson, G. M (2019): *Is There a Future for Heterodox Economics? Institutions, Ideology and the Scientific Community*. Cheltenham: Edward Elgar
- Kornai J. (1971): *Anti-Equilibrium: a gazdasági rendszerek elméletéről és a kutatás feladatairól*. Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
- Lucas, R. E (1996): Nobel Lecture: Monetary Neutrality. *Journal of Political Economy*, 104, 4, 661–682. https://www.jstor.org/stable/2138880?seq=1#page_scan_tab_contents
- Nissanke, M. – Ocampo, J. (eds.) (2019): *The Palgrave Handbook of Development Economics: Critical Reflections on Globalization and Development*. Cham: Springer International Publishing
- Sinha, A. – Thomas, A. M. (eds.) (2019): *Pluralistic Economics and Its History*. London: Routledge
- Szentes T. (2011): *Fejlődés-gazdaságtan*. Budapest: Akadémiai Kiadó

URL1: www.nobelprize.org

WILLIAM KAELIN JR., SIR PETER RATCLIFFE ÉS GREGG SEMENZA NOBEL-DÍJAT KAPOTT A HIPOXIA JELPÁLYA FELFEDEZÉSÉÉRT (FIZIOLÓGIAI ÉS ORVOSTUDOMÁNYI NOBEL-DÍJ, 2019)

WILLIAM KAELIN JR, SIR PETER RATCLIFFE, AND GREGG SEMENZA RECEIVED NOBEL PRIZE FOR THE DISCOVERY OF THE HYPOXIA SIGNALING (NOBEL PRIZE IN PHYSIOLOGY OR MEDICINE, 2019)

Mandl József

professor emeritus, Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar
Orvosi vegytani, Biokémiai és Molekuláris Biológiai Intézet
mandl.jozsef@med.semmelweis-univ.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Az oxigén alapvető biológiai szerepe és az oxigén hiányához való alkalmazkodás fiziológiai és patológiai jelentősége és ténye közismert. Ennek ellenére, az oxigénérzékeléshez és az oxigénszint változásaihoz kötődő molekuláris mechanizmusok megismerése régóta váratott magára. A 2019-es Fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat az eukarioták világában alapvető élettani szabályozás molekuláris alapjainak megismeréséért végzett eddigi legátfogóbb kutatásokért ítelték oda két amerikai, William Kaelin Jr., Gregg Semenza és egy brit, Sir Peter Ratcliffe orvosnak. Az írás az oxigénérzékelés molekuláris alapjait és a felfedezéséért kitüntetett három kutató közreműködését foglalja össze.

ABSTRACT

Despite the fact that the fundamental biological role of oxygen and the physiological and pathological significance of the adaptation to hypoxia were well known the molecular mechanisms were lacking. The 2019 Nobel Prize in Physiology or Medicine was awarded to three physicians, two American scientists, William Kaelin Jr, Gregg Semenza and one British, Sir Peter Ratcliffe for their work on the molecular mechanisms of the most comprehensive physiological regulation in the world of eukaryotic cells. The molecular mechanisms of oxygen sensing, adaptation to hypoxia, and the contributions of the winners are briefly summarized in this paper.

Kulcsszavak: Nobel-díj, biokémia, jelátvitel, hipoxi

Keywords: Nobel-award, biochemistry, signal transduction, hypoxia

A biokémiában, a molekuláris biológiában mindenki különböző rejtélyeket, izgalmakat, intellektuális örömeket kereshet és találhat.

A 2019. évi Nobel-díjat olyan szabályozási rendszer felfedezéséért ítelték oda, amelynek alapvető élettani és patológiai jelentősége nehezen vitatható. A meglepetés és a furcsaság ebben a díjban nem az, hogy miért ítelték oda, hanem inkább az, hogy ez a felfedezés miért ilyen későn jött.

Az orvostudományi Nobel-díjakat sokszor nem orvosok nyerik el. Ezúttal azonban három orvos, az amerikai William Kaelin Jr., a brit Sir Peter Ratcliffe és a szintén amerikai Gregg Semenza kapta a tudományos világ legnagyobb elismerését a molekuláris szintű szabályozások világában végzett kutatásaiért.

Minden biológiakönyv úgy kezdődik, hogy az élőlények, az azokat alkotó sejtek folyamatos kapcsolatban állnak a környezetükkel, „anyagot cserélnek” vele. Az anyag-/energiacsere alapjelensége, hogy oxigén jelenlétében, aerob környezetben a (táp)anyagokból nyerhető energiamennyiség jóval több, az energiatranszformáció hatékonyabb, mint nélküle. Így az aerob élőlényeknek az oxigén életfeltétele, és a környezet oxigénellátottságának változásaihoz való folyamatos alkalmazkodás az egyik legjelentősebb követelmény. A Pasteur-effektust, a sejtekben zajló anyagcserében oxigénfüggő szabályozások alapjelenségét a zseniális francia kutató már a 19. században, jóval a glikolízis (a legősibb energiatranszformáció) folyamatainak részletes megismerése előtt felfedezte. Pasteur észlelte, hogy oxigén jelenlétében kevesebb „tápanyag” kell az anyagcseréhez, mint nélküle. Számos szabályozás közvetve vagy közvetlenül az oxigénnel függ össze a bioenergetikában, az intermedier anyagcserében és több más folyamatrendszerben. Az evolúció során ezért az oxigénellátottság a szervezet belső környezetének részévé vált. Az oxigénszállításhoz vörösvérsejtek, érrendszer szükséges. A sejtek az oxigénellátottság mértékének függvényében folyamatosan rendezik át, szabályozzák fehérjeszintézisüket, kisebb vagy nagyobb mennyiségben termelik azokat a fehérjéket, amelyek a változásokhoz történő sejt- és szervezetszintű alkalmazkodást szolgálják.

Az oxigén hiányának, a hipoxiának mint a kóros folyamatok egyik alapjelenségének megismerése sem sokáig váratott magára. Az oxigénellátottság csökkenése ismert betegségcsoportokkal van összefüggésben, többek között a vérszegénységgel (anémiák), a szívinfarktussal, az érpatológiával vagy számos idegrendszeri kórképpel. Szinte hihetetlen, hogy a hipoxiához történő sejt- és szervezetszintű alkalmazkodás molekuláris mechanizmusainak alapjai milyen sokáig maradtak ismeretlenek. Ezt a Nobel-díjat az eukarioták világában az eddigi legátfogóbb, alapvető élettani szabályozás molekuláris alapjainak megismeréséért végzett kutatásokért ítelték oda.

Számos molekuláris szabályozás fehérjék közötti, illetve fehérje–DNS-kötődések változtatásán alapul. Ezeket a kapcsolatokat gyakran egy kis molekula jelenléte közvetve vagy közvetlenül befolyásolja. Az oxigén ezen kis molekulák

egyike. A HIF- (hypoxia inducible factor) fehérje az oxigéntől függő génkifejeződés meghatározó szabályozója, ez közvetíti a „van elég/nincs elég” információt a sejt fehérjeszintézisét irányító rendszeréhez. Többféle HIF van; a HIF-1 a legfontosabb a különböző HIF-izoformák közül. Fontos speciális fehérjék termelődnek az oxigénellátottságtól függően a szervezet különböző sejtjeiben. Vannak olyan specializált vesesejtek, amelyek például erythropoetint (EPO) képeznek. Az EPO a vörösvérsejtképzés kulcsfehérjéje. Más sejtek VEGF- (vascular endothelial growth factor) termelők, ez az érképződés legfontosabb növekedési faktora. Mind a vörösvérsejtek, mind az erek képződése a szervezetszintű oxigénfüggő szabályozások része. A HIF felfedezéséhez elsősorban az EPO-szintézis, illetve az érképződés tanulmányozásán keresztül vezetett az út.

A különböző, oxigénellátottságtól függő, ennek mértékében képződő fehérjék szintézisének szabályozásában közös, hogy a HIF-1 kötődik az azokat kódoló DNS megfelelő szakaszaihoz, de ehhez be kell jutnia a fehérjét termelő sejt citoplazmájából a magjába. A HIF-1-nek két alegysége van: α és β . A HIF-1 β bent van a magban, viszont a HIF-1 α a citoplazmában található. Ez a két alegység képezhet olyan dimert a sejtmagban, amely a DNS adott szakaszához kötődik. A HIF-1 α sorsa kétféle lehet. Oxigén jelenlétében a HIF-1 α megváltozik; meghatározott aminosavai – többek között a prolinok – oxigénnel módosulnak, hidroxilálódnak a citoplazmában. Ennek következtében a HIF-1 α a hidroxilált prolinjain keresztül von Hippel–Lindau-fehérjét (VHL) köt. A képződött HIF-1 α -VHL-komplex módosul, ubikvitinálódik, majd emiatt lebomlik. (A fehérjét módosító ubikvitinációs folyamatok egyik felfedezője a karcagi származású izraeli Avram Hersko, akinek az ezért kapott Nobel-díjáról a *Magyar Tudomány* már többször írt.) Ha azonban az oxigén mennyisége nem elég a HIF-1 α prolinjainak hidroxilációjához, akkor a HIF-1 α nem bomlik le, hanem a citoplazmából a magba jut, és ott a HIF-1 β -val társulva kötődik a DNS megfelelő szakaszaihoz. Ezzel indul az oxigénfüggő fehérjeszintézis, többek között az EPO vagy a VEGF-fehérjék termelése is. Ez az oxigénfüggő szabályozás működésének lényege; de az élettani és kórélettani szerepeinek és a reguláció számos más mechanizmusának felfedezése ma is tart. Jelenleg elsősorban a daganatképzésben vizsgálják a HIF-rendszer különböző funkcióit. A történet folytatódik...

E szabályozás eddigi számos ága-bogának megismerése több munkacsoportban dolgozó számos kutató munkájának eredménye. Ezek közül emelte ki a Nobel Bizottság a három idei nyertest. Az EPO-gén kifejeződését tanulmányozta az amerikai Gregg Semenza és a brit Peter Ratcliffe: ők fedezték fel e gén oxigénfüggő kifejeződésének mechanizmusát. 1995-ben Semenza írta le a HIF-1-t. A von Hippel–Lindau-kór öröklődő érdaganat. Az amerikai William Kaelin rákkutató mutatta ki, hogy ezt a betegséget a VHL-gén mutációja okozza. A daganatos sejtekben nincs VHL, nincs HIF-1 α -lebontás, ezért oxigén jelenlétében sem csökken az oxigénfüggő génkifejeződés, és akkor is lesznek új erek, ha erre

semmi szükség nincsen. Kialakul az érdaganat. Ratcliffe mutatta ki a HIF-1 α -VHL-komplex képződését és ennek alapvető szerepét a szabályozásban. A HIF-1 α prolin hidroxilációt Kaelin és Ratcliffe munkacsoportjai fedezték fel. Az ezt a folyamatot katalizáló prolin hidroxilázok azonosításában Ratcliffe munkacsoportja játszott döntő szerepet.

A tudomány történetében is bonyolíthatja a rejtélyeket, ha több néven ismerhetik meg ugyanazt – az esetünkben fehérjét –, és ez az azonosság – miként a kriminalisztikában is – később derül csak ki. A HIF-1 β -t korábban a tudományos világ egy része „leánykori névén” ARNT-nak ismerte meg. A dolgokat megérteni vágyók őszinte öröme az ARNT részben rövidítések rövidítése: Ah Receptor Nuclear Translocator. Az Ah receptor (AHR) név az aryl hydrocarbon (aromás szénhidrogén) receptor fedőneve. Az AHR többek között kis molekulású szénhidrogéneket is érzékel úgy, hogy azok hozzá kapcsolódnak. Csak akkor kötődik a DNS-hez (más szakaszaihoz, mint a HIF), ha a magban a már szénhidrogént tartalmazó AHR dimert képez az ARNT-tal. Az AHR-ARNT-dimer DNS-hez történő kötődése több drog-/gyógyszermetabolizmus (DM) enzim és transzporter képződését fokozza.

Az enzimológia „monogám” tudománynak indult; egy enzim egy (illetve kisszámú) szubsztrát. Az angolszász irodalomban DM-néven ismert méregtelenítő biotranszformációs enzim- (később transzporter-) rendszer lényege, hogy az abban részt vevő enzimeknek (és transzportereknek) nincs egyetlen, „igazi” szubsztrátja, hanem ugyanazok az enzimek igen sok különböző szerkezetű molekulát kötnek, alakítanak át. Éppen amiatt, hogy a DM-enzimek nem specifikusak, tudunk alkalmazkodni a környezetünkben állandóan megjelenő, „vegykonyhájában titkon megteszi” típusú újabb és újabb molekulákhoz, mert azokat is képesek átalakítani, „méregteleníteni”. Ezt a következtetést már régen levonták, de csak az elmúlt évtizedekben ismerték fel, hogy ezeknek az enzimeknek és transzportereknek a termelését szabályozó DNS-hez kötődő fehérjék, jelentős része „árva”. Olyan receptorfehérje, amely nem rendelkezik egyetlen vagy kisszámú, hasonló szerkezetű, kis molekulású hozzá kapcsolódó ligandummal (mint például a szteroid hormonok), az „igazival”, amely kötődve a fehérjéhez (például szteroid receptorok) megváltoztatja annak szerkezetét, és így többek között a más fehérjékhez vagy DNS-hez történő kötődési tulajdonságait. Az AHR esetében is csak később jöttek rá arra, hogy éppen attól igazi, mert nincs egyetlen „igazi” liganduma. (Több „árva” receptort ismerünk.) Kiderült továbbá, hogy az ARNT és a HIF-1 β ugyanaz. Tehát az ARNT mind az AHR-rel, mind a HIF-1 α -val tud dimert alkotni, sőt még más fehérjékkel is. A történet folytatódik...

Ami pedig ennek a Nobel-díjnak számomra személyes vonatkozását illeti: van olyan elképzelés – Gregg Semenza több cikke is szól róla –, hogy a HIF-hez, AHR-hez hasonló (meghatározott kémiai szerkezetet, aminosav-sorrendet tartalmazó) DNS-kötő fehérjék – transzkripció faktorok – a környezeti változásokhoz

való alkalmazkodás eszközei. Ezen változások egyike az oxigén mennyiségének ingadozása, de ilyen például szervezetünk számára a gyógyszeresedés is. Munkacsoportunk témája sokáig a DM volt. Ez először az AHR-hez vitt el minket, majd az ezredforduló előtt az ARNT-vel kezdtünk el foglalkozni. A 2000-ben harmincévesen, tragikus körülmények között Kaliforniában autóbalesetben meghalt nagyon tehetséges, kiváló munkatársam, Braun László azért volt a UCLA-n Oliver Hankinsonnál, mert ő ARNT- és Ah-receptor mutánsokkal dolgozott. Mutáns sejtvonalaival Budapesten is kísérletezhettünk. Többek között leírtuk, hogy a hipoxia-jelpálya szerepet játszik a VEGF-képződés fokozásában a diabétesz kitörésekor különböző szerveken, spontán diabetes állatmodellben; az AHR szerepét mutattuk ki az antioxidáns C-vitamin szintézise utolsó enzimjének szabályozásában; és gyógyszerkutatói célból xenograftokat készítettünk Hankinson különböző hepatóma mutánsaiból daganatképződés tanulmányozására. A különböző jellegű környezeti hatások befolyásolhatják a hipoxia jelpályát vagy az ahhoz hasonlókat hipotézisből indulva jutottunk el az UVB-sugárzáshoz és a bőr keratinocita sejtjeihez. Peter Ratcliffe-et – a három Nobel-díjas közül az európaiat – részben ezért is hívtam meg előadónak a 2005-ben Budapesten rendezett FEBS- (Federation of European Biochemical Societies) kongresszuson arra a szimpóziumra, amelyet én szerveztem. E-mail fordultával fogadta el a meghívást minden személyes ismeretség nélkül. Azt reméltem, hogy érdekelni fogja az addig nem vizsgált sugárzás mint dozírozható környezeti változás hatása a hipoxia jelpályára, az UVB-sugárzás HIF-1-re és a VEGF-szintézisre gyakorolt hatása keratinocitákon. Úgy éreztük, hogy szemléletesen is fontos új megfigyelésünk van. Effektusok voltak, cikkeket írtunk, valamennyire idéztek is minket, de szégyen Laci elment, a Hankinson-kapcsolat idővel megszakadt, és az ezen a területen közölt munkáink „igazi” visszhangok nélkül maradtak. 2005-ben a leendő Nobel-díjas besorolta az UVB-HIF-VEGF-hatásunkat az *interesting* kategóriába; nem keltettük fel az érdeklődését.

Peter Ratcliffe-fel való kooperációnk abban volt sikeres, hogy a Margit híd budai hídfőjétől rohanva még elértünk egy Batthyány tértől induló hajót. Esti dunai hajókázással egybekötve szervezték meg a FEBS-kongresszus gálavacsoráját. Ratcliffe a Rákóczi úti Metropol Szállodában lakott, és kérte, hogy menjünk együtt. A Blahán, a villamosmegállóban talákoztunk. Késett. A hatossal mentünk át a Margit hídon, aztán pedig futottunk. Ma már tudom, hogy a metró jobb választás lett volna. „*We made it*”, kiáltott fel boldogan mosolyogva, amikor izzadtan, lihegve a hajóállomás stégjére léptünk közvetlenül a hajó indulása előtt. Azt, hogy a Nobel-díj hallatán mit mondott, nem tudom, de az is lehet, hogy ugyanezt.

He made it – megérdemelte.

A 2019-ES KÉMIAI NOBEL-DÍJ HÁTTÉRÉRŐL ÉS A DÍJAZOTTAKRÓL

THE NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY 2019: TOPICAL BACKGROUND AND THE AWARDEES

Péter László

tudományos tanácsadó, Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest
peter.laszlo@wigner.mta.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikk a 2019. évi kémiai Nobel-díj alapjául szolgáló felfedezések háttérét tekinti át. Az összefoglaló felöleli a lítium felhasználásának történetét és a lítiumion-akkumulátorok elektródjaiban alkalmazott anyagok különleges sajátságait, amelyek számottevő felhasználódás nélkül teszik azokat alkalmassá nagyszámú töltési-kisütési ciklusban történő működtetésre. Röviden ismertetésre kerül a díjazottak életpályája, továbbá összehasonlítjuk a díj odaítélésének körülményeit más hasonló témájú vagy gyakorlati jelentőségű és szintén Nobel-díjjal elismert felfedezéssel.

ABSTRACT

The present paper highlights the background of the discoveries that became the basis of the Nobel Prize in Chemistry in 2019. The review looks over the history of the application of lithium, with special attention on the unusual features of the materials applied in the electrodes of the lithium ion batteries that make it possible to operate them in a large number of charge-discharge cycles without degradation. The career of the awardees will be detailed shortly, while a comparison of the circumstances of the recent Nobel Prize with other similarly awarded discoveries is also offered.

Kulcsszavak: Nobel-díj, lítium, akkumulátorok, szilárdtest-kémia, interkaláció

Keywords: Nobel Prize, lithium, batteries, solid state chemistry, intercalation

A Volta-féle oszlop feltalálása óta szakadatlan verseny zajlik azért, hogy minél nagyobb feszültségű, nagyobb fajlagos energiatárolási képességű, kisebb önkisülési veszteségű, kisebb belső ellenállású, gyorsabban tölthető, kevésbé környezet-szennyező anyagokat tartalmazó, olcsóbb és biztonságosabb kémiai áramforrások

álljanak az emberiség rendelkezésére. Az 1970-es évekig a kis méretű hordozható eszközök működtetéséhez újratöltésre nem alkalmas, úgynevezett „primer” áramforrásokat (közkeletű nevükön „elemeket”) használtak. Ezek között is piacvezetők voltak az olcsó anyagokat tartalmazó Leclanché-típusú telepek, amelyekben cink és mangán-dioxid alkotják az elektródok aktív anyagait. Ugyanebben az időben az ólomakkumulátorok voltak a legelterjedtebbek nagyobb méretű újratölthető (szekunder) áramforrásként.

A LÍTIUM ÚTJA A FELFEDEZÉSTŐL AZ ENERGIATERMELÉSBEN VALÓ ALKALMAZÁSIG

A lítium felfedezése 1817-ben, tiszta formában való előállítására először 1821-ben történt meg. Viszonylagos ritkasága és nagy reakciókészsége miatt kereskedelmi méretekben történő előállítása egy egész évszázadot váratott magára. A nukleáris fegyverkezés időszakában a lítium még a hidrogénbombák alkotórészeként volt elsődlegesen ismert (noha itt nem a kémiai tulajdonságai, hanem atommagjának reakciói miatt jutott szerephez). Ugyanakkor a lítium alkalmazása elektrokémiai áramforrásokban szinte kémiai tulajdonságainak megismerése óta kihívást jelentett. Mivel a lítiumatomok elektronleadása igen könnyen végbemegy, áramforrások negatív pólusában történő alkalmazása nagy cellafeszültség elérését teszi lehetővé, ami a fém kis sűrűségével párosulva nagy energiasűrűség elérésével kecsegtetett. A lítium fém nagy reakcióképessége miatt azonban eleinte általános volt az a vélekedés, hogy nem lehet olyan oldatot létrehozni, amellyel ne reagálna, és amely a felhasználását lehetővé tenné.

Közismert, hogy az alumínium mint fém igen reaktív, tiszta fémes felületén a víz is bomlik a fém oldódása közben. Ugyanakkor az alumínium elterjedt felhasználását víz jelenlétében a felületét védő oxidréteg teszi lehetővé, ami megvédi a további reakcióktól. A lítium esetében hasonló jelenséggel találkozunk. A lítium felületén egy vékony korróziós réteg alakul ki számos vízmentes oldószer jelenlétében. Ez a szilárd elektrolitként működő és az alkalmazott közegtől függően ugyan változatos összetételű, de minden esetben lítiumionok vezetésére képes, stabil réteg (bevett angol nevén *solid electrolyte interface*, SEI) teszi lehetővé azt, hogy lítiumot elemi formában is beépítsünk áramforrásokba. A fém lítium felhasználása kezdetben ilyen cellákban történt. Az ilyen primer lítiumelemek egyik családját már az 1970-es évektől használták szívritmus-szabályzóknak is.

A lítium fémes formában való felhasználása áramforrásokban – nagy reaktivitása mellett – hasonló problémákat vet fel, mint más fémek esetében. Ha ugyanis fémeket használunk a galvánelem negatív pólusaként, az a galvánelem felhasználásakor oxidálódik, ami jelentheti az oldódást ionos formában vagy valamilyen szilárd fém-só képződését. A galvánelem töltésekor viszont redukció történik ele-

mi fém képződésével. Noha kémiai értelemben a két folyamat egymás megfordította, morfológiai értelemben ez korántsem igaz! A fém ciklikus oldása-kiválása olyan morfológiai instabilitáshoz vezet, amelynek során a fém rendre dendrites formában kezd nőni, azaz túszerű kristályokként, amik az elektród síkjára közel merőlegesek. A fémes dendriteknek az elektród tömbi részétől messze kinyúló részein a növekedés mind az elektromos áram vezetése, mind az anyagtranszport jobb feltételei miatt erősen preferált. Így a fémtüskék előbb-utóbb elérik a pozitív elektródot, kialakul a rövidzár, és az elem tönkremegy.

A LÍTIUMION-AKKUMULÁTOROK SZERKEZETI ÚJSZERŰSÉGE MINT AZ ALKALMAZÁS KULCSA

A lítiumion-akkumulátorok kifejlesztéséhez számos szükséges anyag (oldószerrek, megfelelő lítiumsók, az elektródokat elválasztó rugalmas porózus polimer szeparátorok) már a fém lítiumot alkalmazó áramforrások kifejlesztése révén rendelkezésre állt. Az elektródok készítésének technikája elektromosan nem vezető elektroaktív anyagok és például szénpor elegyítésével ugyancsak régen ismert volt.

Az újratölthető kémiai áramforrások közös problémája, hogy a működés során az elektroaktív anyagokból új fázis képződésekor az elektródnak mind az anyaga, mind a térfogata változik. Ráadásul az új fázisból képződő göcök létrejötte (nukleáció) is többletenergiát igénylő folyamat. Kézenfekvőnek tűnhetne tehát olyan cellaszerkezet kialakítása, amelyben élesen eltérő összetételű és szerkezetű új fázisnak nem kell létrejönnie, megspórolva ezzel a göcképződéssel járó bonyodalmakat. A lítiumion-akkumulátorok mindkét elektródja ezt a folyamatot mintázza.

A történeti sorrendben először felfedezett katódanyagokon (pozitív elektród) a lítiumionok egy atomi rétegeket tartalmazó anyag ezen rétegei közé lépnek be. A pozitív töltésű lítiumionok felvételét a szilárd rétegelt hálózatot alkotó gazdarács valamely változó vegyértékű oxidált fémionjának elektronfelvétele teszi lehetővé, fenntartva ezzel a rendszer elektromos semlegességét. Az első kereskedelmi lítiumion-akkumulátorokban ez a változó vegyértékű fém a kobalt volt, és a Co(III)/Co(II) átalakulás volt az elektródreakció kulcsa. A felfedezés óta számos előrelépés történt nikkelt és mangánt is tartalmazó oxidok alkalmazása érdekében. A különféle vegyes oxidok alkalmazásának feltétele, hogy lítiumban gazdag és szegény formában is ugyanazon kristályszerkezet érvényesüljön, így a kémiai átalakulást fázisátalakulás nem kíséri. Ez részben a memóriaeffektus kiküszöbölésének a kulcsa is, mivel a változatlan kristályszerkezet az elektródnak morfológiai stabilitást nyújt. A jelenséget, amelynek során valamely anyagi részecske egy gazdarács megfelelő atomi méretű üregeibe be tud lépni, és onnan távozni képes a meglévő kötések felbontása nélkül, interkalációnak nevezik.

Az elsőként alkalmazott, reverzibilis módon lítiumionot felvevő rétegelt katódanyag a titán-diszulfid volt (M. Stanley Whittingham, 1970-es évek). Az ennek segítségével felépített lítiumion-akkumulátor feszültsége még alig haladta meg a 2 V-ot, de az alkalmazott elektródfelépítési elv újszerűségét képes volt demonstrálni. Ennek nyomán indult el az oxid típusú elektródanyagok tudatos fejlesztése, amelyekkel 3 V-nál nagyobb üzemi feszültségű akkumulátorokat lehetett létrehozni (John B. Goodenough, 1980).

A pozitív elektródokkal folytatott kísérletek jóval megelőzték azt, hogy a negatív elektród esetén is interkalációs elven működő anyagot alkalmazzanak. Ennek lehetőségére először Josino Akira (Akira Yoshino) mutatott rá (1985), petróleumkokszt használva a negatív elektródon. A szenet tartalmazó anód megnevezése, bár rejtélyesen és kémiai értelemben pontatlanul hangozhat, lényegében grafityszerű anyagot takar. A grafitban található hatszögös, szénatomokból álló grafénsíkok közé a lítiumionok úgy képesek belépni, hogy közben ezek szénatomjai között a kovalens kötések nem bomlanak meg, csupán a grafénsíkok közötti távolság nő meg. A lítiumionok belépéséhez szükséges töltéskompenzációhoz elektronfelvétel szükséges. A felvett elektronok a grafénsíkok egészen delokalizálódnak – csakúgy, mint a fémekben atomosan oldott hidrogén esetén a hidrogénatom elektronja a fémrácsra. Az akkumulátor működése során a grafityszerű szénben interkalált lítiumionok kilépése történik. A szénalapú anódok működéséhez szintén szükséges egy SEI-réteg kialakulása, akárcsak a fém lítium esetén. Ez a réteg az első töltési-kisütési ciklus során alakul ki.

A lítiumionok működésének egyik jellegzetessége az, hogy a működés során az anódból (grafitszerű szén) kibocsátott lítiumionok a katódban (Li_xCoO_2) nyelődnek el. Így a cella működése során a két elektród közötti teret kitöltő közegben nincs összetétel-változás.

Nem véletlen, hogy az interkalációs elven működő első sikeres akkumulátor lítiumionok transzportjára épültek. A fémionok közül a lítiumion a legkisebb méretű, így beépülése az elérhető legkisebb térfogatváltozással jár. A felfedezés óta a kutatás számos területen folyik. A kutatás egyaránt kiterjed a kedvezőbb interkalációs gazdaanyagok új fajtáinak kifejlesztésére, a szenet tartalmazó fázis interkaláció szempontjából kedvezőbb kialakítására és az elektrolitoldatok ellenállóbb komponenseinek szintézisére. A lítiumionok példája alapján azonban ma már a kísérletek kiterjednek más ionokat interkalálni képes szilárd fázisok kialakítására is. Legfontosabbak ezek között a nátriumion felvételére képes anyagok, tekintettel a nátrium előfordulására. Mivel nagyobb ion esetén a gazdafázis térfogatváltozása mindig nagyobb, az elektródban ébredő mechanikai feszültség a töltési-kisütési ciklusban ugyancsak nő. Ez szükségessé teszi olyan nanofázisú anyagok alkalmazását, amelyekben a feszültség nem jár az elektroaktív anyag részecskéinek esetleges szétöredezésével, azaz nem degradálódik a töltési-kisütési ciklusok során.

A DÍJAZOTTAK SZEREPE A FELFEDEZÉSEKBE ÉS A FELFEDEZÉSEK SZEREPE A DÍJAZOTTAK ÉLETPÁLYÁJÁBAN

M. Stanley Whittingham (szül. 1941) tanulmányait Oxfordban végezte. Az 1970-es években az Exxon cég kutató munkatársaként publikált, ma a Binghamton University (New York, USA) professzora. Életpályáját végigkísérte a szilárd fázisokban végbemenő vezetési jelenségek és iontranszport-folyamatok vizsgálata. A lítiumion-akkumulátorok anyagtudományi kutatásai kapcsán a mai napig intenzíven publikál.

John B. Goodenough 1922-ben született, így az idei Nobel-díj odaítélésével ő lett a díj legidősebb kitüntetettje. Doktori fokozatát a Chicagói Egyetemen szerezte 1952-ben. Ezt követően a Massachusetts Institute of Technology munkatársa volt. A díj szempontjából kulcsfontosságú felfedezését az Oxfordi Egyetem professzoraként tette, ahol a felfedezés idején a Szeretlen Kémiai Tanszékot vezette (arra utaló adat nem merült fel, hogy dolgozott-e együtt a szintén itt végzett Whittinghammal). 1986 óta a University of Texas at Austin (Texas, USA) professzora. Ma munkái az elektrokémiai energiatárolás és -termelés változatos területeit ölelik fel, messze túlmutatva a lítiumion-akkumulátorokon.

Josino Akira (szül. 1941) 1972-ben végzett a Kiotói Egyetemen. Ezt követően az Asahi Kasei Corp. cégnél és leányvállalatainál töltött be különféle tisztségeket, és a cégnek máig tiszteleti munkatársa. Karrierje nem követi a szokásos akadémiai pályáivet abban az értelemben, hogy a PhD-fokozatot csak sok évvel az egyetem elvégzése után szerezte meg, 2005-ben, miközben már cége vezető munkatársa volt. Az ipari fejlesztői tevékenység miatt tudományos folyóiratokban alig publikált. 2017-től a Meidzso Egyetem professzora.

TOVÁBBI MEGJEGYZÉSEK A DÍJ ODAÍTÉLÉSÉRŐL

A makroszkopikus szilárd anyagokkal kapcsolatos és kémiai Nobel-díjjal jutalmazott felfedezések az utóbbi évtizedekben viszonylag ritkák, mivel molekuláris szintű folyamatok leírása és bonyolult biológiai egységek részrendszerei molekuláris szintű működésének tisztázása adja a díjak legtöbbször alapjául szolgáló felfedezést. Korábbi hasonló jellegű és Nobel-díjjal elismert eredmények közül a kvázikristályok felfedezését (Daniel Shechtman, 2011) és az elektromosan vezető polimerek felfedezését (Alan Heeger, Alan MacDiarmid és Sirakava Hideki [Hideki Shirakawa], 2000) említhetjük. Noha a 2019-es kémiai Nobel-díj egy ízig-vérig elektrokémiai természetű rendszer fejlesztéséért járt, az elektrokémia mint tudományág nemigen került említésre a méltatásokban (igaz, elektrokémiai metodikai fejlesztés valóban nem állt a felfedezések mögött). Tisztán elektrokémiai kísérleti módszerekhez kapcsolódó fejlesztésért legutóbb 1959-ben adtak

Nobel-díjat (Jaroslav Heyrovský, a polarográfia kidolgozásáért), míg az 1992-es díj az elektronátadással járó kémiai reakciók elméletének kidolgozásáért ugyancsak számos elektrokémiai vonatkozással bír (Rudolph Marcus).

Érdekes a díj odaítélésének időzítése is. Nem szokatlan, hogy egy jelenség vagy anyag felfedezését és a Nobel-díj odaítélését évtizedek választják el. Így történt ez a fizikai Nobel-díjakkal számos esetben. Például: az óriás mágneses ellenállás felfedezése (díjazás 2007-ben kb. 17 évvel a felfedezés után), a kék fényt kibocsátó dióda feltalálása (2014-es díj, kb. 20 évvel a feltalálás után), valamint az optikai csipesz kifejlesztése kapcsán (a díj 2018-as, de a felfedezőmunka 1970-ig nyúlik vissza. Minden esetben tetten érhető, hogy a felfedezés tovaggyűrűző hatása és annak kiterjedtsége szempont volt a díjazásban.

Így van ez esetünkben is, noha a hivatalos indoklás kissé megtévesztő. Egyértelműen helyes megállapítása a díj indoklásának, hogy a hordozható eszközök és a drótnélküli adatátvitel megvalósítása a hordozható eszközökben a lítiumion-akkumulátorok nélkül ma elképzelhetetlen lenne. Ugyanakkor a fosszilis tüzelőanyagoktól mentes világhoz való hozzájárulás egyelőre legalábbis kérdéses. A hordozható eszközök ugyanis csupán a *felhasználás helyén* biztosítják a károsanyag-emissziótól mentes működést, miközben az energiafelhasználást összességében növelik. A környezetvédelmi érdek ott érvényesíthető, hogy milyen forrásból tudjuk biztosítani a töltéshez a hálózatból vett energiát – ennek azonban a felfedezéshez magához édeskevés köze van.

Ugyancsak a díjazás időzítésének érdekessége, hogy a lítiumion-akkumulátorok elektromos járművekben való elterjedése nagy ugráson ment át az elmúlt években. A 2010-es évek elejéig egyöntetűen a kisebb elektromos fogyasztási cikkekben való felhasználás dominált, ahol a lítiumion akkumulátorok 3,5 V feletti feszültsége egycellás megvalósítást tett lehetővé a félvezető alkatrészek vezérléséhez. Napjainkban az elektromos járművekben való felhasználás – ahol sokcellás elrendezés szükséges – már megközelíti az eladási érték 50%-át. A közelmúltban pedig megjelent a háztartási tartalék elektromos energiatárolók első olyan kereskedelmi változata, ami a lítiumion technológiára épül. Ez döntően a megújuló, de kiszámíthatatlan periódusokban rendelkezésre álló energiaforrások igény szerinti felhasználásának lehetőségét teremti meg. Ez pedig már valóban a fosszilis energiahordozók kiküszöbölésének irányába mutat.

AZ ÉREM MÁSIK OLDALA

THE OTHER SIDE OF THE COIN

Embey-Isztin Antal

DSc, társult kutató, Magyar Természettudományi Múzeum Ásvány- és Kőzettár, Budapest
embey@nhmus.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban az asztronómusok űrteleszkópok segítségével folyamatosan fedeznek fel újabb és újabb, Naprendszeren kívüli bolygókat. Ennek hatására megerősödött az a hiedelem, hogy az élet, sőt az intelligens élet is gyakori az Univerzumban. Az emberek egyszerűen hinni akarnak a földönkívüliekben (vagy valamilyen földön kívüli intelligenciában). Az asztrobiológusok, valamint a sajtó gyakran befolyásolják őket ebben a szenzációéhes hozzáállásban. Jelen dolgozat megpróbálja bemutatni, hogy ez a nézet túlzottan leegyszerűsített, mert úgy tűnik, az élet kifejlődése, különösképpen az intelligens élet megjelenése sokkal többet kíván, mint csupán egy életre alkalmasnak tűnő bolygót. Komplexitások és esetlegességek mindenütt jelen vannak a bolygók kialakulásától kezdve a Nap körüli por- és gázködben, Földünk geológiai fejlődésében és különösen az élet keletkezésében és az evolúcióban. A Naprendszeren kívüli élet (már amennyire létezik) megjelenése, evolúciója és életképessége hatalmas bizonytalanságokat foglal magában, amelyeken gyakran átsiklanak. Ha azonban mégis sikerül földön kívüli életet találni, az minden bizonnyal valamilyen primitív mikroba lesz. A komplex állati élet ritka lehet a Galaxisban, és a sok évtized óta tartó állandó észlelések ellenére intelligens lények jelzéseit sem sikerült mindmáig azonosítani. Vagy túl messze vannak tőlünk ahhoz, hogy kommunikálni tudjanak velünk, vagy pedig egyedül vagyunk a Galaxisban.

ABSTRACT

Nowadays astronomers, using space telescopes are continually discovering new exoplanets orbiting their stars. One of the effects of this development is the increasing belief that life, even intelligent life is commonplace in the Universe. The public simply wants to believe in aliens (or some sort of extraterrestrial intelligence). Astrobiologists and the press often encourage people to adopt these sensational attitudes. This paper attempts to show that this approach is an oversimplification, the development of life, especially intelligent life appears to require more than just planetary suitability. Complexities and multiple contingencies are everywhere from the formation of planets in the circumstellar dust disk, through the planetary evolution of our Earth, and especially with the appearance and subsequent evolution of life. The emergence, evolution, and survivability of extrasolar life, if any exists, involves enormous uncertainties that are often overlooked. However, if life will yet be detected on an extrasolar planet, it will most probably be in the form of primitive microbes. Complex animal life may be rare in the Galaxy, and in spite of many decades of listening, no signals from intelligent beings have been detected so far. Either they are too far away to be able to communicate with us, or we are alone.

Kulcsszavak: élet, intelligens élet, asztrobiológia, Föld, Hold, bolygók, véletlenszerűség, esetlegesség

Keywords: life, intelligent life, astrobiology, Earth, Moon, planets, chance, contingency

Amióta a Kepler-úrtávcső sorra fedezi fel a más csillagok körül keringő ún. exobolygókat, a földön kívüli élet létezésében való hiedelem újabb lendületet kapott. Felmérések szerint az emberek igen jelentős része hiszi, hogy nemcsak hogy van élet a földön kívül, de hozzánk hasonló intelligens lények is gyakoriak az Univerzumban (e csoport fele szerint már meg is látogattak minket, lásd UFO-k). Ebben jelentős szerepe van a sajtónak, az ismeretterjesztő cikkeknek és tv-műsoroknak, de számos asztrobiológus tudósnak is, akik megerősítik őket ebben a szenzációs szellemi beállítottságban. Úgy tűnik, hogy a tudományos közösség is felszállt egyfajta optimista tudományos-fantasztikus vonatra, miközben nem eléggé őszinte és óvatos a sokféle buktató kiemelésében. Szerencsére azonban akadnak olyan tudósok is, mint például Peter Ward és Donald Brownlee (2004); Antonio Lazcano és Kevin P. Hand (2012); David S. Spiegel és Edwin L. Turner (2012); Mario Livio és Joe Silk (2017) és mások, akik a kérdést a tudományos módszerben elengedhetetlen alapossággal, a pro és kontra érvek összevetésével próbálják górcső alatt vizsgálni. Bár ezek a tanulmányok részletesen tárgyalták a problémakör hihetetlen bonyolultságát, a véletlenszerű események és a kaotikus dinamikus állapotok szerepét, valamint az egyes, az élet számára fontos feltételek valószínűségét, mindezekből alig ment át valami a köztudatba. Az alábbiakban ezek jelenőségét szeretném kiemelni, és a népszerű „optimista” nézettel szemben, az érem másik oldalának bemutatásával azt érzékeltetni, hogy földön kívüli intelligens lényekkel kevés esélyünk lesz kapcsolatba kerülni.

Az asztrobiológia mint új tudományág az 1990-es évek közepén jött létre, amikor egy, az Antarktison gyűjtött négy milliárd éves meteoritban David S. McKay és társai (1996) olyan struktúrákat és anyagokat találtak, melyeket a földön kívüli élet bizonyítékaiként értelmeztek, miközben azokat mások abiogén folyamatoknak vagy földi kontamináció eredményének tartják. A tudomány mai állása szerint az élet minden kétséget kizáróan csak egyetlen bolygón ismert, ez pedig a Föld. Ebből kifolyólag Jeffrey L. Bada (2005) szerint az asztrobiológia mint önálló diszciplína voltaképpen nem állja meg a helyét, hiszen ez lenne az egyetlen tudományág, amelynek igazából nincs is tárgya. Ez azonban korántsem jelenti azt, hogy az asztrobiológia égisze alatt ne születtek volna értékes, új tudományos eredmények, de ezek a már korábbi tudományágakba (például: asztronómia, planetológia, biológia, geológia) is simán beleillettek volna. Bizonyos körökben az asztrobiológia előnyösen hangzó jelszóként használatos a pályázati pénzek megszerzésének érdekében. Többen kritikusán nézik azt is, hogy állandóan ismételve túlzott hangsúlyt fektetnek néhány távoli analógiára az extremofil mik-

robák és a Naprendszer potenciálisan lakható világai között (Mars, Ganimédesz, Titán, Európa és Enkeláduusz). Azt viszont többnyire elhallgatják, hogy a lakhatóság, azaz az életlehetőség alapkövetelményeinek (energiaforrás, komplex kémia, víz, esetleg más folyadék) megléte még nem jelenti azt, hogy ilyen helyeken az élet ténylegesen is megjelenik. Ez annál is inkább így van, mert egyelőre még azt sem tudjuk, hogy Földön hogyan jött létre.

Az elterjedt tradicionális álláspont az, hogy az élet, és nem csupán mikrobák, hanem intelligens lények is, mindenütt jelen lehetnek az Univerzumban. Az intelligens élet elkerülhetetlenül alakulhat ki a biológiai evolúció következtében. Az Univerzum tele van Földhöz hasonló életet hordozó bolygókkal. Ezt a beállítottságot jól illusztrálja a Mars csatornák propagálásáról híressé vált Percival Lowell (1908) asztronómus könyvéből vett idézet: „Mindabból, amit egyrészt összetételéből, másrészt tagoltságából megtudtunk, az élet a bolygófejlődés épp olyan elkerülhetetlen fázisa, mint a kvarc, a földpát és a nitrogénes talaj. Mindegyikük külön-külön és együttesen is, csupán a kémiai affinitás megnyilvánulásai.” Ma már egy gyerek is tudja, hogy a Marson nincsenek mesterséges öntözőcsatornák és persze Mars-lakók sem. Lowell bizakodása vágyvezérelt gondolkodás volt. Viszont, amit máig sziklaszilárdan megtudtunk a Naprendszerről az az, hogy a mintegy kétszáz jelentősebb égiteste között egyetlenegy sincs a Földön kívül, mely alkalmas lenne az intelligens élet hordozására. A változatoságuk is feltűnő: a bolygók és holdak között két egyformát nem találtunk. Mindezek tudatában és persze a Naprendszer mintájára, Donald Goldsmith és Tobias Owen (1993) már egy modernebb megközelítést képviseltek: „Feltételezzük, hogy minden bolygórendszerben lesz egy csoport belső közetbolygó, kigazosodással létrejött atmoszférával, erózióval ugyanabból az okból, amiért a mi belső bolygóinknak is van atmoszférájuk. A mi példánkban ítéelve, az esélyek jónak tűnnek ahhoz, hogy e belső bolygók egyike a csillagja körül a »jó« távolságban fog keringeni... Konzervatív becslésünk szerint minden kettő közül egy.” Ma már ez is csak vágyvezérelt gondolkodásnak tűnik. 2019. május elsejéig 4058 extraszoláris bolygót találtak 3033 rendszerben, amelyből 658-nak több mint egy bolygója van. Ennek az új kutatásnak leginkább figyelemre méltó eredménye az, hogy a bolygórendszerek elképesztően változatosak, egy csomó bizarr környezettel, amely sokkal szélesebb, mint amit az első ilyen bolygó (51 Pegasi b) felfedezése előtt akár csak elképzelni is tudtunk. Például, maga az 51 Pegasi b egy a Földnél 150-szer nagyobb tömegű gázbolygó, ún. forró Jupiter, mely Napunkhoz hasonló csillag körül kering, de nem a rendszer külső régiójában, hanem sokkal közelebb, mindössze kb. 8 millió kilométer távolságban (összehasonlításként a Merkúr–Nap távolság kb. 58 millió km). Több mint ötven Föld-méretű bolygót találtak, de Földhöz hasonló bolygó folyadék állapotú vízzel és atmoszférával még nem került a látótérbe. Az észlelések minőségének növekedésével jó esély van azonban arra, hogy néhányat az elkövetkező évek során felfedezhetünk.

Témánk szempontjából nézve most csak az intelligens lények léte mérvadó. Még ha fel is fedeznének primitív életet a Marson és akár többsejtű szervezeteket is valamelyik bolygón, attól még továbbra is egyedül lennénk, nem lenne senki, akivel kommunikálni tudnánk. Intelligens élet alatt azt értjük, hogy kommunikálni képes a csillagok között, például a rádiótechnológia segítségével. 1960 óta hatalmas parabolaantennák segítségével éppen ezzel próbálkozik a SETI- (Search for Extra Terrestrial Intelligence) program, mindeközéig eredmény nélkül. Hozzátehetjük, hogy a régészeti és geológiai kutatások földön kívüli látogatásokra mutató tényre sem a közelmúltban, sem pedig a földtörténeti múltban nem tudtak bizonyítékkal szolgálni. Nem csoda, hogy egyre többször idézik Enrico Fermi Nobel-díjas fizikus híres mondatát: „hát akkor hol vannak?”

Ward és Brownlee (2004) „ritka Föld” hipotézise azt fejt ki, hogy olyan Földhöz hasonló bolygók, melyek ennyire tökéletesek lennének az intelligens élet számára, mint a mienk, nagyon ritkák, és ha léteznek is, nagyon távol vannak egymástól. Már a Napunk sem gyakori, a csillagok több mint 90%-a kisebb nála, sokuk tömege még a Nap tömegének egytizedét sem éri el. Kis tömegű csillagok körül nem valószínű az intelligens élet, mert jóval kevesebb hőt bocsátanak ki, így egy bolygónak nagyon közel kellene keringeni ahhoz, hogy a víz folyadékállapotban legyen. Ha egy bolygó ennyire közel kerül, akkor a mi Holdunkhoz hasonlóan kötött keringésre kényszerülhet, és ekkor az egyik félteke állandón világos és meleg, a másik állandóan sötét és hideg lesz. Ezen túlmenően, a kis tömegű csillagok egy része nagyon erős UV-sugárzást bocsát ki, mely halálos veszedelem az életre. A Napnál nagyobb csillagok élettartama viszont sokkal rövidebb, működésüket akár azelőtt is befejezhetik, mielőtt körülöttük az élet kihalkulhatott volna. Számos más feltétel is limitálja a szóba jöhető csillagok számát, például a csillag kora, kémiai összetétele, helye a galaxison belül. Az ősrobbanás utáni első 1,5–2 milliárd évben még nem volt elég szén az általunk ismert életformák kialakulásához. Olyan csillagok körül, amelyek hidrogéneken és héliumon kívül nem tartalmaznak elég nehezebb elemet is, a kőzetbolygók nem lehetségesek. A galaxis központi része, ahol a legtöbb csillag tartózkodik, erős sugárzások és gravitációs perturbációk miatt különösen veszélyes hely. A csillagok kétharmada kettős csillag, és itt a változó gravitációs erők megakadályozhatják a hosszú ideig tartó stabilitást.

A Föld éppen jó távolságban kering a Nap körül az ún. lakhatósági zónában, vagyis abban a szűk sávban, ahol a víz folyadékállapotban maradt legalább négy-milliárd éven keresztül. Ha csak 1%-kal került volna távolabb a Naptól, teljesen eljegesedett volna, ha 5%-kal közelebb, akkor elszabadult üvegházhatás okozta felmelegedés következett volna be. Mindkettő visszafordíthatatlan folyamat. Fontos tényező, hogy a Föld pályája közel kör alakú, ami biztosítja az éves hőenergia-mennyiség egyenletességét. Egy excentrikus, ellipszis alakú pálya azért is előnytelen, mert egy több bolygóból álló rendszerben növelné annak valószínűségét, hogy egyikük kaotikus gravitációs hatások miatt szétrobbanhat. Még ennél is fontosabb

a bolygó tengelyferdülésének, azaz az adott égitest forgástengelyének és a keringés pályasíkjára merőleges egyenesnek a hajlásszöge és ennek stabilitása. Ez a szög a kialakuló bolygórendszerben lezajlott számos kaotikus ütközés következménye, és a 90 fokot is meghaladhatja, ami retrográd keringést jelent, mint például a Vénusz és az Uránusz esetében (1. ábra). A Föld esetében ez a szög 23,5 fok, ami ideális, mert biztosítja azt, hogy a felszíne évente sem túl hideg, sem túl meleg ne legyen. A tengelyferdülés dőlésszöge a korai Föld- és egy Mars-tömegű égitest ütközésének következménye, mely a Hold keletkezését is okozta. Azt is a Holdnak köszönhetjük, hogy a dőlésszög csak kismértékben változik még hosszú geológiai idők alatt is. Ugyanis a Hold gravitációs forgatónyomatéka stabilizálja a Föld forgástengelyét. A Naprendszer bolygói közül egyedül a Földnek van méretéhez képest nagy méretű holdja, ugyanakkor egyetlen más bolygónak sincs ilyen stabil ferdesége. A Marsé például kaotikusan változott 0 és 60 fok között (bár jelenleg 25 fokkal ez áll legközelebb hozzánk). Kezdetben a Hold nagyon közel keringett a Földhöz, és emiatt az árapály-zóna akár 100 km távolságra is bejuthatott az akkori alacsonyabb domborzatú szárazföldre, és ennek valószínűleg az élet keletkezése szempontjából is jelentősége lehetett (Lathe, 2004). Arra talán nem sokan gondolnak, hogy a 24 órás napokat szintén a Holdnak köszönhetjük. 4,5 milliárd éve, amikor a Föld–Hold-rendszer létrejött, a Föld forgása sokkal gyorsabb volt, egy nap hossza becslések szerint kb. 4 óra lehetett. Az árapály azonban fékezi a forgási sebességünket, ezért a Föld impulzusmomentuma csökken. Az impulzusmomentum megmaradásának törvénye miatt a Holdnak viszont növekednie kell. Ez csak úgy valósulhat meg, ha a Hold pályája egyre távolodik tőlünk. Holdra helyezett lézertükrök segítségével végzett mérések szerint a Hold jelenleg kb. 3,8 centiméterrel távolodik évente, ugyanakkor egy földi nap hossza százévente 0,002 másodperccel növekszik.



1. ábra. A Naprendszer bolygóinak tengelyferdesége

(<http://astro.u-szeged.hu/>)

Az élet szempontjából nagyon fontos tényező a Föld erős mágneses mezeje. Ez a védőernyőnk, ami eltéríti és megakadályozza a kozmikus sugárzást és a gyilkos napszél részecskéket, hogy a felszínt bombázzák. A Naprendszer belső kőzetbolygói közül csak a Földnek van erős mágneses védőernyője. A Merkúr mágneses

mezeje gyenge ahhoz, hogy eltérítse a sugárzást és a részecskebombázást, a Vénusz és a Mars esetében a mágneses mező hiányzik. Az erős mágneses mezőnek a bolygók atmoszférájának és vízkészletének megóvásában is fontos szerepe van. Ezzel magyarázhatjuk, hogy a Vénusz és a Mars, melyek egykor hasonló vízkészlettel rendelkeztek, mint a Föld, mára azt nagymértékben elveszítették. A mágnesesen nem védett Vénuszon és Marson a napszél akadály nélkül hatol a felső atmoszféráig. Amint a hőmérséklet nőtt, a víz valószínűleg disszociálódott, és a mágneses mező hiányában a hidrogént a napszél egyszerűen kiséperte a világűrbe.

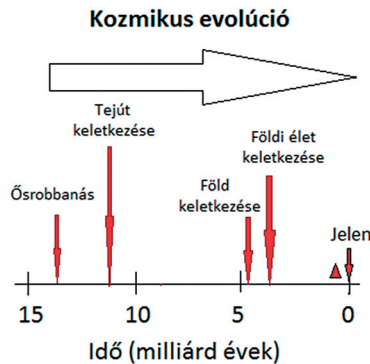
Az életet tekintve fontos lehet egy kőzetbolygó mérete és tömege is. Például, ha a Föld jelentősen nagyobb lenne, a nagyobb gravitáció magasabb életformák számára kedvezőtlenné válna. Ha viszont sokkal kisebb, a víz elszökne az atmoszférából. Valószínű, hogy a méreteknél a lemeztectonika szempontjából is van jelentőségük, mindenesetre a Naprendszerben a kőzetbolygók közül egyedül a Földön működik a lemeztectonika. Ennek hiányában még kiterjedt kontinensek sem léteznének, így talán fejlettebb szárazföldi életformák sem. Továbbá a lemeztectonika egy visszacsatolós mechanizmussal temperálja a Földet, így megakadályozza olyan extrém magas, illetve alacsony hőmérséklet kialakulását, ahonnan nincs többé visszatérés. A vulkanizmus ugyanis üvegházhatású anyagokat, például szén-dioxidot juttat a légkörbe, ami megemeli a hőmérsékletet. Minél nagyobb a hőmérséklet, annál gyorsabbá válik a kőzetek mállása, lebomlása. A kiszabadult kalcium a szén-dioxiddal reagálva mészkövet hoz létre, mely azután a szubdukciós övekben visszajut a Föld köpenyébe. Ez természetesen lehűléssel jár együtt.

Ward és Brownlee (2004) részletezik azokat az eredményeket, amelyek feltárták a fejlettebb életformákhoz vezető folyamatok komplexitását és esetlegességét. Ehhez sok mindenre volt szükség, például klímaváltozások, katasztrofális események, a lemeztectonikai rezsim beindulása, oxigéndús légkör kialakulása és rengeteg idő. A primitív élet sejtmag nélküli (prokarióta) egysejtűek formájában korán, legalább 3,8 milliárd éve jelent meg, további egymilliárd évre volt szükség ahhoz, hogy a valódi sejtmagvas (eukarióta) egysejtűek is létrejöhessenek. Míg a prokarióták csak kis morfológiai változásokat mutattak az elmúlt majdnem négy-milliárd év alatt, addig az eukarióta evolúciós forradalom volt a döntő előrelépés, amely az állatvilág megjelenésében kulminált. Ez talán jobban érthető, ha figyelembe vesszük, hogy egy baktérium és a legegyszerűbb többsejtű állat, mint a laposférgek, komplexitásában a géneik számát tekintve akkora a különbség, mint egy vitorlás csónak és egy óceánjáró hajó között. A mintegy 541 millió éve történt ún. kambriumi robbanás unikum volt a Föld történetében, mivel törzsi szinten az állatvilág majdnem minden modern képviselője hirtelen jelent meg a fosszilis rekordban. Az intelligens élet megjelenésére még várni kellett, a *Homo sapiens* csak kétszázezer éve lépett a színre. Ez az idő a Föld történetének kicsit kevesebb mint a 0,004 százaléka!

Az előbbieken láthattuk, hogy a Föld esetében milyen sok véletlenszerű csilgászati, geológiai tényezőnek kellett *együttesen* ideálisnak lennie ahhoz, hogy az élet kialakuljon, és ha már kialakult, eljusson a mikrobáktól az emberig. Gondolatban játsszuk le újra és újra bolygónk képződésének filmjét. Kezdjük egy olyan napköddel, amelynek pontosan olyan a tömege és elemi összetétele, mint amilyen a mi Naprendszerünket hozta létre. A számtalan esetlegesség miatt nem fogunk pontosan ugyanolyan bolygórendszert kapni, mint amiben élünk (pl. Malhotra et al., 2001; Spiegel–Turner, 2012). Az ördög ugyanis a részletekben bújik meg. Ehhez bizony sok szerencse is kellett. Gondoljunk csak a kezdetekre, ha egy Mars nagyságú bolygó nem találja telibe a Földet, és annak vasmagja nem növeli meg kb. 10 százalékkal a Föld tömegét, a történet másképp is folytatódhattott volna. Ez csak egy példa, de a Naprendszer kialakulását megszámlálhatatlan kisebb-nagyobb test kaotikus mozgása, azok ütközései jellemezték, melyek során egyes égitestek kilöködhettek a rendszerből. A kozmosz és Föld rendszerben lévő véletlenszerűség egy másik példája, mely minket személy szerint is érdekel az az aszteroida becsapódás, mely 66 millió éve végzett a dinoszauruszok uralmával. Walter Alvarez (2017) szerint mi, emberek csak azért létezőnk, mert a dinoszauruszok kihaltak. Kihalásuk előtt a dinoszauruszok voltak a Föld domináns állatai kb. 160 millió éven keresztül. Hosszú ideje az emlősök is ott voltak már, de soha sem lettek nagy méretűek és változatosak, csak miután a dinoszauruszok megüresedett élőhelyeit elfoglalták. Ami katasztrófa volt a dinoszauruszok számára, az ránk nézve szerencsének bizonyult. Ennek az eseménynek esetleges volta azonban abban is megmutatkozik, hogy a becsapódás helyén a felszín anhidritdús kőzetekből állt, ami a lehető legrosszabb „választás” volt az atmoszféra szennyezése szempontjából (Ocampo et al., 2006). Az anhidrit ként tartalmaz, amely az atmoszférában reakcióba lépve kénsavfelhőket eredményezett. A Föld felszínének csak 13 százaléka épül fel ilyen kőzetekből. Bárhol másutt történt volna a tragédia, a dinoszauruszok jó eséllyel ki sem haltak volna... Azt is figyelembe kell venni, hogy csak az utolsó 550 millió év alatt öt nagy és sok kisebb kihalási esemény volt, melyek közül a legpusztítóbb 252 millió évvel ezelőtt, a perm–triász határon történt. Ez volt a Föld legnagyobb ismert tömeges kihalási eseménye, a tengeri fajok 96, a szárazföldi gerincesek 70, a rovarok 57 százaléka halt ki. Minden ilyen eseménynél az élet kártyáit újraosztják, és az evolúció olyan csoportokat hozhat helyzetbe, melyek a katasztrófa nélkül nem kerültek volna oda.

A 13,7 milliárd éve történt ősrobbanás után a kozmoszban 9,2 milliárd év telt el a Föld és további 4 milliárd év a komplex életformák kialakulásáig (2. ábra). Az élet keletkezése nagyon nehéz, megoldatlan probléma, de általában az evolúció természetes következményének tartják. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ilyen végkifejlet mindenütt szükségszerűen meg is valósul. Még mindig bizonyítani kell, hogy az élet létezik vagy létezett a Földön kívül is. Tekintetbe véve a számos esetleges eseményt, amely a Földön ehhez kellett, egyetérthetünk abban, hogy

amennyiben találunk életet a Földön kívül, az valószínűleg valamilyen primitív forma lesz. Komplex állati életformák, ha egyáltalán vannak is ilyenek, ritkák lehetnek az Univerzumban. A Fermi-paradoxonra pedig (ha léteznek intelligens lények rajtunk kívül, akkor miért hallgatnak?), két kézenfekvő megoldás kínálkozik: vagy olyan távol vannak, hogy a kommunikáció fizikailag lehetetlen velük, vagy pedig tényleg egyedül vagyunk az Univerzumban. Mindkét lehetőség, de különösképpen ez utóbbi, azt sugallja, hogy a Föld és az élet kozmikus jelentőséggel bír. Egyben kiemeli etikai felelősségünket abban, hogy megvédjük ritka Földünket és annak élővilágát.



2. ábra. Kozmikus evolúció az ősrobbanástól a jelenig.
A jobb oldali háromszög a primitív állati élet kialakulásának idejét jelzi

(lifeng.lamost.org alapján saját szerkesztés)

IRODALOM

- Alvarez W. (2017): *A Most Improbable Journey: A Big History of Our Planet and Ourselves*. New York: W. W. Norton and Company
- Bada, J. L. (2005): A Field with a Life of Its Own. *Science*, 307, 5706, 46–46. DOI: 10.1126/science.1106678
- Goldsmith, D. – Owen, T. (1993): *The Search for Life in the Universe*. Reading, MA: Addison-Wesley, Rev. 2nd ed.
- Lathe, R. (2004): Fast Tidal Cycling and the Origin of Life. *Icarus*, 168, 1, 18–22. DOI: 10.1016/j.icarus.2003.10.018, https://www.researchgate.net/publication/222417314_Lathe_R_Fast_tidal_cycling_and_the_origin_of_life_Icarus_168_18-22
- Lazcano, A. – Hand, K. P. (2012): Astrobiology: Frontier or Fiction. *Nature*, 488, 7410, 160. DOI: 10.1038/488160a, <https://www.nature.com/articles/488160a>
- Livio, M. – Silk, J. (2017): Where Are They? *Physics Today*, 70, 50. DOI: 10.1063/PT.3.3494
- Lowell, P. (1908): *Mars as the Abode of Life*. New York: MacMillan Company, <https://archive.org/details/marsabodeoflife00loweia/page/n8>

- Malhotra, R. – Holman, M. – Ito, T. (2001): Chaos and Stability of the Solar System. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98, 22, 12342–12343. DOI: 10.1073/pnas.231384098, <https://www.pnas.org/content/98/22/12342>
- McKay, D. S. – Gibson, E. K. – Thomas-Keppta, K. L. et al. (1996): Search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001. *Science*, 273, 5277, 924–930. DOI: 10.1126/science.273.5277.924, https://websites.pmc.ucsc.edu/~rcoe/eart290C/McKay_ALH84001-PossibleBiogenic_Science96.pdf
- Ocampo, A. – Vajda, V. – Buffetaut, E. (2006): Unravelling the Cretaceous-Paleogene (KT) Turnover, Evidence From Flora, Fauna and Geology. In: Cockell, C. – Koeberl, C. – Gilmour, I. (eds.): *Biological Processes Associated with Impact Events*. Heidelberg: Springer, Berlin, 197–219. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.499.2192&rep=rep1&type=pdf>
- Spiegel, D. S. – Turner, E. L. (2012): Bayesian Analysis of the Astrobiological Implications of Life's Early Emergence on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 109, 2, 395–400. DOI: 10.1073/pnas.1111694108, <https://www.pnas.org/content/109/2/395.long>
- Ward, P. D. – Brownlee, D. (2004): *Rare Earth: Why Complex Life Is Uncommon in the Universe*. 2nd Rev. NY: Copernicus Books

Tudós fórum

BIOINFORMATIKA-OKTATÁS ÉLETTUDOMÁNYI HALLGATÓK RÉSZÉRE A GALAXY-PLATFORM SEGÍTSÉGÉVEL

TEACHING BIOINFORMATICS FOR STUDENTS OF LIFE SCIENCE ON THE GALAXY PLATFORM

Bálint Bálint László¹, Scholtz Beáta²

¹PhD, MD, egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Kar Biokémiai és Molekuláris Biológiai Intézet, Debrecen
lbalint@med.unideb.hu

²PhD, egyetemi docens, Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Kar Biokémiai és Molekuláris Biológiai Intézet, Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

A genomikai adatgenerálás robbanásszerűen megnövelte a biológiai rendszerek jellemzésére rendelkezésre álló adatmennyiséget. Az óriási adatmennyiség feldolgozása lassúbb, mint az adatgenerálás sebessége, és a sebességet meghatározó lépés a rendelkezésre álló humán erőforrás. A bioinformatikai szakemberek döntően informatikai-matematikai alapképzettséggel vagy biológiai alapképzettséggel rendelkeznek, és a két területen használt némenklatúrák, gondolkodási sémák akadályai a sikeres együttműködések kialakításának. Az elmúlt évtizedben alakult ki, és mára érett adatelemzési környezetté vált a Galaxy platform, amely sikeresen tudja ötvözni a parancssoros és grafikus felületen megvalósuló genomikai adatelemzést. A Galaxy platform bevezetése a bioinformatikai oktatásba sikeresen járulhat hozzá a bioinformatikai szakemberképzés sikeréhez, és ezáltal felgyorsíthatja ezen határterület fejlődését.

ABSTRACT

The boom in genomic data acquisition technologies increased dramatically the available datasets that can characterize biological systems. The speed of data processing is significantly behind the speed of data generation, and a major rate-limiting step is the availability of the human resource component. Experts in the bioinformatic analysis have a background in the mathematics-informatics field or in biological sciences. These two fields use different nomenclatures and different conceptual frameworks that can be real obstacles to successful cooperation. In the last decade the Galaxy Data Analysis Platform became a mature environment that is successfully integrating command-line programs with a graphical user interface based data analysis. Introducing the Galaxy Platform in the teaching of bioinformatics can improve the efficiency of teaching and therefore could speed up the overall development of the field.

Kulcsszavak: bioinformatika, nyílt forráskód, Galaxy, genomika, oktatás, képzés

Keywords: bioinformatics, open source, Galaxy, genomics, education, training

Az élettudományok területén az elmúlt évtized nagymértékű adatrobbanáshoz vezetett, és egyre szélesedik a szakadék a genomikai adatok előállítására és feldolgozására között. Az adatelőállítás költsége a Moore-törvényt (Gordon Moore, 1965) követve, sőt meghaladva csökken (November, 2018), de az adatfeldolgozás sebessége ezzel nehezen képes lépést tartani. Az akadémiai szféra informatikus szakemberek bevonásával nagyon korán létrehozta, és folyamatosan fejleszti az adatelemzéshez szükséges bioinformatikai és biostatistikai eszközöket – ezek ugyan szabad felhasználásúak és a kutatói közösség számára hozzáférhetőek, de használatuk informatikai előképzettséget igényel. A tapasztalat azt mutatja, hogy az élettudományi kutatói közösség programozási készségeit időigényes és nehéz felépíteni, ezért az adatfeldolgozás limitáló tényezője mára már egyértelműen nem technikai, hanem humán erőforrás jellegű.

A bioinformatikai oktatás mint határterület jelentős kihívásokkal szembe-sül. A bioinformatikában dolgozó szakemberek vagy élettudományi háttérrel, vagy adatelemzési-matematikai-statisztikai-informatikai háttérrel rendelkeznek. A graduális képzési rendszer sajátosságai miatt a biológia-élettudományi alap-képzettséggel rendelkező hallgatók és a matematikai-informatikai alapképzettséggel rendelkező hallgatók egyetemi tanulmányaik előtt más készségprofillal rendelkeznek, és ez a készségprofil az egyetemi képzési irányuknak megfelelően erősödik tovább. Ebből a különböző készségprofilból adódóan, a bioinformatikai oktatásban a matematikai-informatikai szemlélet elsajátítása az élettudományi alapokkal rendelkező hallgatók számára nagyon jelentős kihívást jelent. A fordított megközelítés is komoly nehézségekbe ütközik, nevezetesen amikor élettudományi szemléletet használva oktatnak matematikai-informatikai készségekkel rendelkezőket. A hétköznapi életben ezt nyelvi-kommunikációs falként élik meg azok a szakemberek, akik a két tudományterület képviselőjeként szakmai egyeztetési helyzetbe kerülnek. A nyelvi gát egyébként valóságosan létezik, hiszen azonos feladatokra a két területen más és más kifejezéseket használhatnak – jellemzően az informatikai szaknyelvben tágabban értelmezhető kifejezéseket, mint például az „adattisztítás”, a genomikai elemzésben folyamatspecifikusan különböző nevekkkel jelölhetnek (például: „variant calling”, „peak-calling” stb.).

Az adatelemzési kihívások kezelésére több válasz született, mely válaszok eltérő filozófiák mentén különböző szoftverfejlesztésekhez vezettek.

Az élettudományi kutatói közösség adatelemzési igényeire az egyik választ az ipari fejlesztők által kínált, meglehetősen drága integrált adatelemző szoftver-rendszerek jelentik, melyek használata programozói tudást nem igényel. Egy-egy ilyen szoftverrendszer jellemzően éves előfizetési díjjal érhető el, amely akár több ezer eurós kiadást is jelenthet. Globális szinten néhány száz előfizető biztosítja a folyamatos fejlesztéshez szükséges erőforrásokat.

Egészen más filozófiát képvisel a 2005-ben létrehozott Galaxy-projekt, melynek központi eleme egy ingyenesen használható, grafikus kezelői felületen ke-

resztül elérhető és elemzési funkciókkal rendelkező adatfeldolgozó rendszer, a Galaxy-platform (Giardine et al., 2005; Afgan et al., 2018). A grafikus felület miatt a Galaxy-platform használata nem igényel programozói tudást, így valósítja meg a projekt egyik fő célkitűzését, az általános hozzáférhetőséget. Ugyanakkor viszont a rendszer bioinformatikai eszközei, programjai a bioinformatikusok számára a központi tárhelyen keresztül szabadon elérhetők, ami biztosítja az elemzések átláthatóságát, és megkönnyíti a fejlesztéseket is. A Galaxy-platform jelenleg több mint nyolcvan ingyenes szerveren és ennél is több nem publikus szerveren működik, és több száz akadémiai kutató közösen fejleszti – ez a több lábón álló, sokszínű, eleven fejlesztői és oktatói közösség egyfajta biztosíték is a rendszer fennmaradására. A Galaxy-platform elérhetősége és sikeressége alapjaiban kérdőjelezi meg a bioinformatikai szoftverek üzleti modelljét.

A Galaxyt eredetileg a genomikai adatvizualizációs platformokkal párhuzamosan fejlesztették (UCSC Genome Browser, Ensembl), és korán összekapcsolták nagy genomikai projektekkel, mint például az ENCODE (Blankenberg et al., 2007). Mivel azonban a Galaxy egy olyan integráló rendszer, amelybe elvileg bármilyen adatfeldolgozó program beilleszthető, ezzel a háttérrel ma már szinte minden típusú *big data* analízis kivitelezhető. Molekuláris biológusok számára változatlanul a genomikai és transzkriptomikai elemzések a legizgalmasabbak – ideértve a genomannotációt, az összehasonlító genomikát és a metagenomikai elemzéseket, a mutációk és polimorfizmusok elemzését vagy az összehasonlító génexpressziós elemzéseket, az alternatív *splicing* és a ChIP-szekvenáláson alapuló génexpressziós szabályozás témaköreit. Ezekon túlmenően a Galaxy-projektben intenzíven fejlesztik a proteomikai és metabolomikai platformokat, illetve léteznek már ökológiai, kémiai és képelemző Galaxy-szerverek is (Batut et al., 2018). A legújabb fejlesztések pedig a gépi tanulási programokat (machine learning) integrálják a Galaxy-platformba. A rendszer nagyon rugalmasan kezeli az adat- és a munkafolyamat-megosztásokat, és lehetővé teszi a szabványos adatfeldolgozást, ami jelentősen elősegíti a tudományos eredmények egyértelmű kommunikálását és az elemzések reprodukálhatóságát.

A Galaxy-rendszer egyik erőssége, hogy interakciós felületet biztosít a matematikai-informatikai háttérrel rendelkezők és a biológiai háttérből jövő kutatók számára. A grafikus felhasználói felület mögött minden kód elérhető, és a bioinformatikai szoftverek a Galaxy-platformtól függetlenül is használhatóak. Ez a nyitottság lehetőséget ad az élettudományi területről érkezők számára továbblépni az R és UNIX szoftverek használatára. Az átmenet fokozatos lehet – a hallgatók/kutatók a genomszekvenálási technológiák ismeretében könnyen átlátják az adatelemzési folyamatok logikáját, és a Galaxy platformon keresztül megismerhetik a szoftverek lehetőségeit és korlátait, valamint kombinálhatóságukat különböző elemzési célok eléréséhez. Ez jelentősen megkönnyíti, hogy továbblépjenek a parancssoros elemzések elsajátítása irányába, vagy továbbra is a Galaxy-plat-

formon használhatják a beállított munkafolyamatokat. Bizonyos Galaxy-platformon megismert szoftvereket teljes eszköztárukkal és maximális flexibilitásukkal a parancssoros alkalmazásban lehet használni.

A Galaxy-rendszeren alapuló analízisek megtanulására több lehetőség is van:

1. rövid, 1-2 napos *workshop*ok, melyeket különböző egyetemek bioinformatikai kutatócsoportjai szerveznek, célzottan egy bizonyos típusú adatelemzés oktatására;
2. az évente megtartott Galaxy Community Conference, melyet felváltva Európában, illetve az Amerikai Egyesült Államokban szerveznek, és – egyéb tudományos programok mellett – a képzések során többféle adat elemzését oktatják, kezdő és haladó szinten;
3. önképzés, a Galaxy projekt saját, színvonalas oktatási segédanyagait (Galaxy Training, URL1), és egyéb, az interneten elérhető publikációkat és oktatóvideókat használva.

A legnagyobb európai Galaxy bioinformatikai szerver a UseGalaxy.eu Freiburgban érhető el (University of Freiburg, Németország, Freiburg Galaxy Team), és az ELIXIR-EUROPE hálózat keretében működik. Itt új szolgáltatásként (egyelőre ingyenesen) biztosított a „Training Infrastructure As a Service”, a Galaxy-képzések számára elkülönített szerverhozzáférés. 2019-ben a központi Galaxy-szervert egy európai hálózatba kapcsolták, mely lehetővé teszi, hogy a forráselosztás révén a felhasználók kihasználása gördülékenyebb legyen. A hálózatba kapcsolt szerverek különböző helyszíneken vannak, de a programcsomagok a Github-platformon keresztül szinkronizálásra kerülnek. Friss fejlemény, hogy kidolgozásra került egy olyan munkafelület is, melybe a parancssoros programok kódjai tetszés szerint importálhatók és összekapcsolhatók a grafikus felhasználói felülettel.

Magyarországon a Galaxy-alapú bioinformatikai képzéseket dr. Scholtz Beáta vezette be 2016-ban a molekuláris biológus MSc-képzés keretében, másodéves hallgatók számára. Ezen túlmenően 2018-ban a Debreceni Egyetemen két magyar nyelvű Galaxy-képzést tartottunk, kutatók és PhD-hallgatók számára, illetve tartottunk egy ELIXIR-kompatibilis, angol nyelvű Galaxy-képzést is, ugyancsak dr. Scholtz Beáta vezetésével. A képzések fő fókusza eddig az újgenerációs RNS szekvenálási adatok elemzése volt, és javarészt élettudományi kutatásokban aktív PhD-hallgatók, illetve néhány szenior munkacsoport-vezető és ipari kutatók részvételével zajlottak.

A képzés megszervezését az EFOP-3.6.1 kódszámú „Intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztések” című pályázati konstrukció keretében megvalósuló „Debrecen Venture Catapult Program” tette lehetővé. A képzés által az ELIXIR kutatói hálózathoz való kapcsolódás és a kutatói utánpótlás fejlesztése terén sikerült a pályázati tevékenységekhez hozzájárulnunk. A képzésekhez részben a Debreceni Egyetemen működő, limitált kapacitású Galaxy-szervert

vettük igénybe – nagy segítséget jelentett azonban, amikor a helyi szerver technikai problémái miatt a képzés megakadt, rövid idő alatt és akadálymentesen a képzés technikai háttérét át tudtuk váltani a freiburgi Galaxy-szerverre (URL2). A program keretében elkészült egy magyar és egy angol nyelvű Galaxy gyakorlati jegyzet is, amely lefedi az RNS szekvenálási lépések elméletét, gyakorlatát és a legfontosabb használandó programcsomagok ismertetését is.

Bízunk benne, hogy a hazai élettudományi közösség számára egyre szélesebb körben lesz elérhető és megismerhető a Galaxy bioinformatikai rendszer, melynek használata által jelentősen javulhat a bioinformatikai oktatás hatékonysága és a big data élettudományi hasznosításának üteme.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését és a képzések megvalósítását az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. Bálint B. L. az ELIXIR-Magyarország (<http://elixir-hungary.org/>) oktatási és képzési koordinátora.

IRODALOM

- Afgan, E. et al. (2018): The Galaxy Platform for Accessible, Reproducible and Collaborative Biomedical Analyses: 2018 Update. *Nucleic Acids Research*. Narnia, 46, W1, W537–W544. DOI: 10.1093/nar/gky379, <https://academic.oup.com/nar/article/46/W1/W537/5001157>
- Batut, B. et al. (2018): Community-Driven Data Analysis Training for Biology. *Cell Systems*, 6, 6, 752–758.e1. DOI: 10.1016/j.cels.2018.05.012, <https://bit.ly/2r85MH5>
- Blankenberg, D. et al. (2007): A Framework for Collaborative Analysis of ENCODE Data: Making Large-scale Analyses Biologist-friendly. *Genome Research*, 17, 6, 960–964. DOI: 10.1101/gr.5578007, <https://genome.cshlp.org/content/17/6/960.long>
- Giardine, B. et al. (2005): Galaxy: A Platform for Interactive Large-scale Genome Analysis. *Genome Research*, 15, 10, 1451–1455. DOI: 10.1101/gr.4086505, <https://genome.cshlp.org/content/15/10/1451.long>
- Moore, G. E. (1965, 2006): Cramming More Components onto Integrated Circuits. Reprinted from *Electronics*, volume 38, number 8, April 19, 1965, pp.114 ff., *IEEE Solid-State Circuits Society Newsletter*, 11, 3, 33–35. DOI: 10.1109/N-SSC.2006.4785860, <https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2018/05/moores-law-electronics.pdf>
- November, J. (2018): More than Moore's Mores: Computers, Genomics, and the Embrace of Innovation. *Journal of the History of Biology*, 51, 4, 807–840. DOI: 10.1007/s10739-018-9539-6, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10739-018-9539-6.pdf>

URL1: <https://training.galaxyproject.org>

URL2: <https://usegalaxy.eu>

Vélemény, vita

MILYEN ÚTON ÉRJÜK EL A TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK NYÍLT HOZZÁFÉRHETŐSÉGÉT?

WHICH ROAD WILL TAKE US TO OPEN ACCESS?

Holl András

geofizikus-csillagász, informatikai főigazgató-helyettes, MTA Könyvtár és Információs Központ, Budapest
holl.andras@konyvtar.mta.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Mára egyértelművé vált, hogy a tudományos közleményekhez való nyílt hozzáférés megteremtése szükséges, és meg is történik majd. Csupán az a kérdés, mikor? Haladtunk az elmúlt két évtizedben az open access felé, a táv harmadát-felét már megtettük. Vajon fel lehet-e gyorsítani a tempót? Melyik utat válasszuk? Véleményünk szerint lehetséges és szükséges határozottabb lépéseket tenni, belátható közelségbe hozni a nyílt hozzáférés teljes megvalósulását. A célt nem lehetséges egyetlen utat választva elérni: minden megoldási lehetőséget meg kell ragadni.

ABSTRACT

The scholarly world now agrees that the future of publication will be open access. The question is when we will arrive at general Open Access? In the past couple of decades we got closer to OA – a third or even half of the published output is open, or will be soon. Can we increase the speed? Which way should we proceed? We argue that though we should speed up, we cannot allow undue haste. We should take all roads toward OA, there is not a single „golden” way for all disciplines.

Kulcsszavak: nyílt hozzáférés, nyílt hozzáférésű tudomány, tudományos kommunikáció, repozitóriumok, tudományosfolyóirat-kiadás

Keywords: Open Access, Open Science, scholarly communication, repositories, publishing scholarly journals

Az Open Access mozgalom és a tudományos közösség régóta vitatott kérdése a kívánt általános nyílt hozzáférés elérésének optimális stratégiája. Az egyes cikkek nyílt hozzáférése – ahogy már a Budapesti Nyílt Hozzáférés Kezdeményezés (Budapest Open Access Initiative, BOAI) megfogalmazói leszögezték – különféle

módokon valósulhat meg: önarchiválással és open access folyóiratok indításával. A két alapvető megoldás zöld és arany színekben kapott, majd a megoldási lehetőségek (és a színek) tovább árnyalódtak. A BOAI teljes újrahasznosíthatóságot kívánt a pusztán ingyenes hozzáféréstől, ám néhány évvel később már célszerű volt a gyakorlatban elterjedt csupán olvasható és az eredeti célokhoz megfelelő újrafelhasználható megoldásokat megkülönböztetni: ez lett az open access „gratis” és „libre” válfaja. A későbbiekben a felhasználási jogosítványokat nem, csak szabad hozzáférést biztosító gratis open access a bronz színjelölést kapta.

A kiadók előálltak az amúgy előfizetéses folyóiratokban közölt cikkek hozzáféréseinek megváltóságával, ez a hibrid megoldás. A hibrid megjelölés tulajdonképpen a folyóiraatra vonatkozik, a megváltott, immár szabadon hozzáférhető cikk megfelel az arany hozzáférés kritériumainak. A folyóiratok hibridizációja mellett kereskedelmi alapon működő kiadók teljesen open access folyóiratokat is indítottak, ezeknél cikkfeldolgozási díjakat (Article Publishing Charge, APC) számítanak fel költségeik fedezésére, hasznuk biztosítására.

Már az Open Access mozgalom zászlóbontása előtt is léteztek olyan, a kereskedelmi alapon működő kiadóktól független (indie) folyóiratok, amelyek az interneten szabadon hozzáférhetőek voltak. Ezeket kutatócsoportok, intézetek, tudományos társaságok adták ki, a cikkek közléséért a szerzőknek nem kellett fizetniük. Újabban erre a közlési módra a platina (néhol gyémánt) megjelölést alkalmazzák. A hazai független tudományos folyóiratoknál elterjedt a késleltetett szabad hozzáférés: a kiadó honlapján válnak szabadon letölthetővé egy idő után a cikkek. Az egy vagy néhány éves cikkek kiadói felszabadítására nemzetközi példát a matematika és a csillagászat területén találunk. Elizabeth Gadd és szerzőtársai (2018) szerint ez a publikálási mód leginkább a tudományos társaságok által kiadott folyóiratokra jellemző. Erre az esetre tudomásunk szerint nincs színek. A jelölések skálája a nyílt hozzáférés fekete változatával lesz teljes: ez az illegális fájlmegosztók útján elérhető szabadon olvasható tartalmakra vonatkozik (URL1).

Mi most nem annyira a közzététel módozataival, inkább az ezzel összefüggő stratégiai kérdésekkel kívánunk foglalkozni. A lehetséges stratégiák persze szoros kapcsolatban vannak az egyes közzétételi módokkal, azok előnyeit és hátrányait többnyire megöröklük.

A ZÖLD ÚT

A zöld út apostola Stevan Harnad (2014). Az önarchiválás olcsó (a kutató számára ingyenes, a repozitórium fenntartása is sok nagyságrenddel kevesebbe kerül, mint a folyóiratok előfizetése). A zöld open access elterjesztésének feltétele egyfelől a repozitóriumok megléte. Az arXiv már az 1990-es évek elején létrejött, jóval a BOAI előtt, és az Open Archives Initiative nyomán megjelentek a nyílt

forráskódú repozitórium szoftverek. Másfelől szükségesek voltak a zöld út megvalósításához azok a rendelkezések – angolul *mandate* –, amelyek a nyílt hozzáférés megvalósítására, esetleg kifejezetten önarchiválásra kötelezték a kutatókat. A rendelkezésre álló repozitóriumok (önfeltöltést lehetővé tevő, az OAI-PMH-n keresztül való aggregálást támogató digitális archívumok) szaporodtak, nyilvántartásba kerültek, és egyre több rendelkezés írta elő a nyílt hozzáférést (a mandátumok nyilvántartása is létrejött).

A zöld út másodlagos hozzáférést nyit a tudományos közleményekhez – feltételezi, hogy a tudományos könyv- és folyóirat-kiadás továbbra is ugyanúgy működik, mint azelőtt. Ez a nyílt hozzáférés jelentős elterjedése esetén képtelenségnek tűnik: hogyan tudnák a kiadók az előfizetési rendszerüket fenntartani, ha minden cikkük repozitóriumokban szabadon hozzáférhető lenne? A gyakorlatban kiderült, hogy lehetséges a kiadók és az open access együttélése hosszabb időn keresztül. A Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetben kiadott *Information Bulletin on Variable Stars* az 1990-es évek közepétől szabadon hozzáférhető lett a weben, ugyanakkor a nyomtatott példányokat előfizetési díj ellenében szerezhették be a könyvtárak vagy kutatók. Az ingyenesen letölthető kópiák mellett az előfizetési, nyomtatott kiadás két évtizeden keresztül létezett, az előfizetők száma húsz év után morzsolódott le annyira, hogy a nyomtatott kiadást ne legyen érdemes fenntartani. Általában elmondható, hogy a kiadók többsége megtanult együtt élni a repozitóriumokkal, és kialakította a szabályozását arra nézve, hogyan engedélyezi az önarchiválást a szerzőknek. (Engedélyre azért volt szükség, mert a kiadók többnyire olyan szerződést íratnak alá a szerzőkkel a közlés előtt, amelyben minden materiális jogukat a kiadóra ruházzák.) Minden kiadó másképp szabályozta az önarchiválást, a leggyakrabban előforduló kikötések az archiválható változatra (például a kiadói PDF helyett az elfogadott kézirat), illetve a szabad közzététel időzítésére (például a folyóiratban való megjelenés után egy évvel) vonatkoztak. A kiadói engedékenységi mintákat is színekkel jelölték a SHERPA RoMEO-ban: zöld, kék, sárga, fehér (URL2).

A kiadói szabályozások egyfelől megalapozták az önarchiválós nyílt hozzáférés jogi megvalósíthatóságát, másfelől viszont korlátok közé is szorították. A zöld út ugyan olcsó, de általában csak késleltetéssel valósítja meg a közlemények szabad elérhetőségét. (Ez nem vonatkozik azokra a tudományterületekre, ahol a preprintek önarchiválásának hagyománya van: mint a fizika, matematika, csillagászat, élettudományok, közgazdaságtan.) Azt is el kell fogadni, hogy a szabadon hozzáférhető kópia különbözik a kiadó oldalán megjelenttől, még ha csak formai tekintetben is. (Ez a különbség is elhanyagolható a fizikában, matematikában és csillagászatban, ahol többnyire a szerzők szedik ki a cikkeiket LaTeX-ben.)

A zöld út hátránya az is, hogy általában a szerzőknek kell a repozitórium feltöltést elvégezniük. Ennek terheit átvehetnék a folyóiratok – de erre a kereskedelmi kiadók nem nyitottak, a lehetőség inkább csak a független, platina folyóiratoknál

áll fent. Magyarországon az MTA Könyvtár és Információs Központ (MTA KIK) gyakorlatának része, hogy a hazai kiadókat bátorítja és támogatja a repozitóriumi archiválás tekintetében. A hazai egyetemek esetében is előfordul saját folyóirataik intézményes archiválása.

A nyílt hozzáférés zöld útja az elmúlt évtizedek során az új tudományos közlemények negyedére tudott megoldást adni, és ez az arány csak alig-alig növekszik: 2011-ben 24% (Gargouri et al., 2012); 2015–2017 között: 25% (European Commission, 2019).

AZ ARANY ÚT

Az arany út a végleges változatok szabad elérését biztosítja, késedelem nélkül. Ez nagy előny a tudományos kommunikáció szempontjából, de a kiadói megoldások nem adnak választ az Open Access mozgalmat kiváltó másik problémára: a publikálási rendszer finanszírozásának fenntarthatatlanságára. A hibrid megoldás még növelte is a tudományos közösség terheit (és a kiadók amúgy is hatalmas profitját): a cikkek egy részéért duplán fizettek (double dipping).

Kiadói úton a közlemények nagyjából 14%-a lett szabadon hozzáférhető 2017-re, itt az arány valamivel gyorsabban növekedett az elmúlt évtizedben, mint az önarchiválásnál. A zöld és az arany megoldások együttesen valamivel 40% alatt voltak néhány évvel ezelőtt. (Az Európai Bizottság korábban idézett forrása szerint – European Commission, 2019.) Egyes tanulmányok azt a következtetést vonták le, hogy a tudományos kommunikáció elérte, vagy hamarosan eléri azt a pontot, ahol a szabad hozzáférés válik jellemzővé (Archambault et al., 2013). Ez azonban csak bizonyos mutatókra igaz: a 2008-ban publikált közlemények 42–48%-a volt 2013-ban szabadon hozzáférhető.

MANDÁTUMOK ÉS OA PUBLIKÁLÁSI ALAPOK

A nyílt hozzáférés terjesztésének a legutóbbi évekig két eszköze volt: az intézményi (vagy kutatástámogatói, esetleg országos) kötelező szabályozások (mandátumok) és a nyílt hozzáféréssel megjelentetett közlemények cikkfeldolgozási díjait támogató pénzalapok.

Az open access kötelezettségek jól működtek egyes intézményekben, ahol a szabályozás és annak érvényesítése jól sikerült, mint például a Liège-i Egyetemen. A kutatástámogatói oldalon sikeres volt a National Institutes of Health gyakorlata az Egyesült Államokban. Mindazonáltal a mandátumok nem szaporodnak elég dinamikusan.

Az open access publikálási alapok az arany megoldásokat segítik elő. Megtámasztási lehetőségeik korlátozottak, egyes esetekben árfelhajtó hatásuk is lehet.

A publikálási alapok pusztán lehetőségeket teremtenek a szerzőknek az átmeneti időszakban megnövekedett kiadások fedezésére, nem adnak biztosítékot a finanszírozási rendszer átalakítására. (Bár segítik az új típusú kiadók, mint a PLOS megerősödését, és azok az alapok, amelyek a hibrid modellt nem vagy csak részfinanszírozásban támogatják, illetve maximálják a kiadható támogatásokat, kétségtelenül nyomást jelentenek a kiadókra.)

Egyesült Királyság

A 2012-ben kiadott Finch-jelentés állásfoglalása az arany út mellett heves vitákat váltott ki. Elemzések szerint hatással lehetett az APC-k összegének emelkedésére is. Mindenesetre az Egyesült Királyság végül nem egyértelműen az arany utat választotta – mind a Higher Education Funding Council of England, mind a Research Excellence Framework szabályozása a zöld utat támogatta (Poynder, 2019; URL3, URL4).

A német és az osztrák kutatási alap közlési díj támogatása

A német kutatásfinanszírozó, a Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) csak a teljesen nyílt hozzáférésű folyóiratokban közölt cikkek közlési díját (Article Publishing Charge, APC) fizeti, amennyiben az nem haladja meg a 2000 eurót (ennél magasabb közlési díjknál a DFG-támogatást nem lehet felhasználni akkor sem, ha más forrásból egészítik ki azt). Az osztrák Fonds Zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) APC-támogatást biztosít hibrid folyóiratokban megjelent cikkekre is, de míg a tiszta OA-folyóiratoknál a támogatási határ 2500 euró, ez a hibrid lapoknál csupán 1500 euró.

Az eddig ismertetett támogatások hátránya, hogy az üzleti alapú kiadói modellre épülnek, és nem segítenek a kis, független OA-folyóiratok helyzetén, amelyek gyakorta nem számítanak fel közlési díjakat.

Magyarország

A ROARMAP-adatbázis szerint itthon a Magyar Tudományos Akadémiának, a Debreceni Egyetemnek és az OTKA-nak van nyílt hozzáférési mandátuma, valamint a PhD-dolgozatok közzétételét írja elő törvény. Nyílt hozzáférést támogató alappal rendelkezik az MTA, a Szegedi Egyetem, a Debreceni Egyetem, valamint a Semmelweis Egyetem.

A Magyar Tudományos Akadémián elnöki határozat kötelez a közlemények hozzáférhetővé tételére, és (nem nagy összegű) támogatási alapot működtet az APC-díjak finanszírozására. Az elnöki határozat mind a repozitóriumi elhelyezést, mind a kiadói open accesst elfogadja, a támogatási alaptól pedig a teljesen

OA-folyóiratokban 100%-ban, a hibrid folyóiratokban 50%-ban fedezi a közlési díjat. Az MTA ugyanakkor részt vesz a SCOAP3-programban. Mindezen intézkedések hatására a közlemények több mint felének sikerült szabad hozzáférést biztosítani. MTMT- (Magyar Tudományos Művek Tára) adatok alapján 2014–2016 között az MTA-s szerzők nyílt hozzáférésű, teljes tudományos közleményeinek aránya 60% volt, 2017-re ez 50%-ra csökkent (valószínűsíthetően csak az amúgy nyílt hozzáférésű közlemények jelölése maradt el).

*Európai Bizottság – mandátum,
APC-támogatás és OA-folyóiratok támogatása*

Az Európai Bizottság által támogatott projektekben kötelező az open access biztosítása repozitóriumi elhelyezéssel. A mandátumhoz kapcsolódó támogató infrastruktúrát (monitorozás, publikálási támogatás, repozitóriumok) az OpenAIRE biztosítja.

Az OpenAIRE arany publikálási mintaprojektje egyik céljául éppen azt tűzte ki, hogy a kis, APC-t nem felszámító OA-folyóiratok is segítséget kaphassanak.

VEGYES MEGOLDÁSOK – GYAKORLAT A CSILLAGÁSZAT TERÜLETÉN

A csillagászok többnyire maguk szedik ki kézirataikat LaTeX-ben, elterjedt az arXiv használata, valamint a nyílt hozzáférésnek hagyományai vannak. Rendelkezésre áll egy ingyenes, átfogó szakterületi bibliográfia: a NASA/Smithsonian Astrophysical Observatory Astrophysics Data System. Az open access gyakorlat viszont eltérő a részecskefizikusok későbbiekben ismertetett megoldásától. A legnagyobb folyóiratok egy év után szabadítják fel a hozzáférést a közlemények kiadói változatához, emellett rögtön engedélyezik a repozitóriumi archiválást (ami a gyakorlatban többnyire az arXiv-ban valósul meg). Ennek a hibrid megoldásnak a következtében a cikkek nyílt hozzáférése a közlemények jelentős részében megoldott a publikálás időpontjától – vagy már annál korábban is!

A FEJLŐDŐ ORSZÁGOK – A DÉL-AMERIKAI PÉLDA

Dél-Amerika és Latin-Amerika országaiban számottevő a kutatási és felsőoktatási szektor, ám a forráshiány mind a kiadói *big deal* csomagok megrendelését, mind a magas APC-díjak kifizetését lehetetlenné teszi. Ezért helyi OA-folyóiratok és repozitóriumok hálózatát üzemeltetik a SciELO-, a Redalyc- és a La Referencia-kezdemenyezések keretében. Kontinensnyi léptékben találtak megoldást a nyílt hozzáférésre, mivel források hiányában a nagy, üzleti alapon működő kiadókat érintő

megoldások szóba sem jöhettek, illetve a spanyol és portugál nyelv használata országhatárokon átvelő megoldásokat tett lehetővé (Babini et al., 2015).

A nyílt hozzáférés terjed, de az elmúlt évtized tapasztalatai alapján a teljes megvalósulás még beláthatatlan távolságra van. Az eddigi eredmények egyfelől megalapozzák, másfelől szükségessé teszik egy határozottabb stratégia kialakítását. Ott kell beavatkozni, ahol a tudományos kommunikáció területén a legnagyobb pénzüsszegek mozognak, azon a területen, amelyet az eddigi próbálkozások nem érintettek: a tudományos folyóiratok előfizetése terén.

TRANSZFORMATÍV VAGY ÁTMENETI SZERZŐDÉSEK A KIADÓKKAL

A transzformatív szerződések az MPDL-tanulmányban megmutatott lehetőséget: az előfizetési díjak közlési díjjakká való átalakítását próbálják meg egy átmeneti időszak során a gyakorlatba átültetni.

Az alább ismertetett példák mind az arany út használatára épülnek, így annak bizonyos előnyeit és hátrányait magukkal hordozzák. Előnyös, hogy ezek a stratégiák azonnali hozzáférést adnak a végleges változathoz, és kevésbé terhelik a szerzőket. Hátrányos, hogy csak a szerződések által lefedett esetekre vonatkoznak (bár törekvés a mind nagyobb lefedettség). Hátrányos az is, hogy – egyelőre legalábbis – nem járnak látványos költségsökkenéssel.

SCOAP3

A CERN bábáskodásával indult 2014-ben a Sponsoring Consortium for Open Access Publishing in Particle Physics (SCOAP3) program. A nagyenergiájú fizika területén a következő tényezők teszik lehetővé az Open Access átfogó (bár nem 100%-os) megvalósítását:

- a közlemények túlnyomó része mintegy tucatnyi folyóiratban jelenik meg;
- elterjedt az arXiv használata, és rendelkezésre áll egy szakmai bibliográfiai adatbázis, az inSpires;
- létezik egy óriási európai/nemzetközi tudományos kutatóközpont (a CERN), amely támogatja a kezdeményezést.

A SCOAP3 összegyűjti a szakterületen működő intézmények könyvtárai által korábban a részecskefizikai folyóiratokra költött előfizetési díjait, és a kiadóknak ezt az elért megegyezések szerint kifizeti. A SCOAP3 olyan mechanizmusokat is tartalmaz, amelyek visszafogják az előfizetési díjak kiadói növelését, sőt, valamilyen költségsökkenést is biztosítottak. Mindazonáltal a program csak a CERN befizetéseivel együtt működőképes, mert jelentős országok (Oroszország, India, Brazília) hiányoznak a befizetők közül, miközben élvezik a nyílt hozzáférés előnyeit.

A program sikerét jelzi, hogy az első fázisokból kimaradt Amerikai Fizikai Társaság folyóiratainak növekedése megállt, és ezt felismerve ők is csatlakoztak a programhoz. Másfelől nézve viszont a program nem hozott számottevő költségcsökkenést. Elmondható az is, hogy a program gyakorlata – a szakterület fentebb bemutatott specialitásai miatt – nem könnyen vihető át más területekre.

A holland modell

A holland egyetemek előfizetői konzorciuma 2015-től *read and publish* szerződéseket kötött a jelentősebb kiadókkal. Az új típusú megállapodások lényege az volt, hogy a korábbi költségszint lényeges emelése nélkül a következő években a holland szerzők műveinek évente 10%-kal növekvő hányadát külön közlési díj felszámítása nélkül nyílt hozzáféréssel teszik közzé.

Látható, hogy ez az elképzelés tízéves átmenetet céloz az összes tudományos folyóirat open access átállására (bár a megkötött szerződések csak néhány évre vonatkoznak). Ha a szerződéseket megfelelően tudják hosszabbítani, a 2020-as évek közepére a holland kutatók cikkei szabadon olvashatóvá válnak a nagyobb kiadók folyóirataiban (jelenleg tizennégy nagy kiadóval vagy kiadói csoporttal van szerződés) (URL5). Amennyiben minden ország így járna el, a nagy kereskedelmi kiadónál publikált folyóiratcikkekre megvalósulna a nyílt hozzáférés. Egy ilyen megoldáshoz jó érdekérvényesítő képességre van szükség, és egységes fellépésre. Ez a modell sem foglalkozik a független folyóiratokkal, de lehet úgy érvelni, hogy ha a tudományos kibocsátás jelentős része átáll, a maradék idővel követi majd.

EISZ

2018-ban az Elektronikus Információszolgáltatás Nemzeti Program (EISZ) programtanácsa határozatot hozott a nemzeti licenc keretében kötött átmeneti, a nyílt hozzáférésű publikálást is lehetővé tevő átmeneti szerződések követelményeiről (URL6).

Az első évben meg is születtek az első, ilyen típusú szerződések a Taylor & Francis, a De Gruyter Kiadókkal, majd később a Springer Nature-rel, valamint a Royal Society of Chemistryvel. Az Elsevierrel 2018-ban a tárgyalások megszakadtak, csak a következő évben sikerült megegyezést elérni.

A korlátokat az jelenti, hogy az open access publikálási lehetőségek csak az ilyen szerződésekkel lefedett körre vonatkoznak: a szerződött kiadókra és azokra a kutatókra, akiknek az intézménye előfizet a kiadó megfelelő csomagjára, illetve esetenként a szerződésben meghatározott éves közleményszámra. A nyílt hozzáféréssel publikálható cikkek száma természetesen folyamatosan bővül majd a törekvések szerint.

PLAN S

A 2018 szeptemberében elindított kezdeményezés azt tűzi ki célul, hogy 2020-tól a nemzeti és európai kutatástámogatók által finanszírozott kutatások csak a kívánalmaknak megfelelő nyílt hozzáférésű folyóiratokban vagy platformokon jelenhessenek meg. A kezdeményezést támogató tudományfinanszírozók a cOAlition S csoportban tömörültek (URL7). Mind kutatói, mind repozitóriumi oldalról érték kritikák a Plan S első változatát, s a kritikák nyomán a követelményeket valamelyest finomították, és a céldátumot egy évvel eltolták.

A radikális váltás lehetőségét a Max Planck Digital Library (MDPL) által közölt tanulmány alapozta meg (Schimmer et al., 2015). A tanulmány megállapítja, hogy a tudományos kommunikáció jelenlegi rendszere elég forrást tartalmaz a teljes open accessre, sőt, jelentős megtakarítást is lehetővé tesz. A lehetséges megtakarítás mértékére számos becslés született az elmúlt évtizedekben. Az MPDL-tanulmány számaiból minimum 47%-os megtakarítás következik, egy egy évtizeddel korábbi cikk alapján 28% kalkulálható (Mayor, 2004).

A Plan S a nyílt hozzáférés elérésével kapcsolatos frusztráció eredménye. Az Open Access mozgalom sokat elért, az áhított cél azonban – a jelenlegi ütemben haladva – még beláthatatlan távolságban van. Lehet építeni az elért eredményekre, azonban határozottabb előrelépésre van szükség.

A Plan S a tudományfinanszírozókat célozza meg. A kezdeményezéshez csatlakozóknak vállalniuk kell, hogy 2021-től a támogatott kutatásokból születő közlemények a megjelenés pillanatától szabadon elérhetőek legyenek. A nyílt hozzáférés megvalósulhat teljesen open access folyóiratokban vagy repozitóriumban. A Plan S nem engedi a hibrid lapok támogatását – csak akkor, ha a lap teljes átalakulása biztosított (átmeneti szerződések által). A terv célul tűzi továbbá open access publikációs lehetőségek megteremtését azokon a területeken, ahol ez jelenleg nem áll rendelkezésre. Bizonyos esetekre – mint például a monográfiák nyílt hozzáféréseinek megteremtése – későbbi határidő vonatkozik. Az alapvető követelmények tíz pontban jelennek meg, de a terv részletesebb kibontása is olvasható az interneten (URL8). A cOAlition S tagjai között szerepel az ERC (European Research Council), a nemzeti kutatási alapok között pedig az FWF (Fonds Zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung) és az NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek).

A tervezetben szereplő határidők szorosak – kíváncsian figyelhetjük, sikerül-e az átalakulást megvalósítani 2021–2024 között. Csatlakoznak-e tudományfinanszírozók vagy kormányok elegendő számban, követik-e a gazdagabb európai országokat a szegényebbek, az Európán kívüliek? Sikerül-e a terv által megcélzott kiegészítő lépéseket és hatásvizsgálatot kivitelezni? Mi lesz a nagy, multinacionális kiadók válasza? Mi leginkább a publikációs és repozitóriumi világ legkisebb szereplőit aggódunk: az indie (kis tanszéki, társasági) folyóiratokért és

a szerény anyagi finanszírozású repozitóriumokért, amelyek a nyílt hozzáférés úttörői között voltak, de most sújthatja őket a szigorú kívánalmak alkalmazásának kényszere.

*

Mint láthattuk, a különböző lehetséges stratégiáknak megvannak az előnyei és hátrányai. Elmondható, hogy általában több szereplő együttes cselekvésére van szükség a megvalósításhoz. A kiadók ereje, az open access által megtakarítható (az üzleti alapon működő kiadók szempontjából elveszithető) összegek nagysága miatt több stratégia párhuzamos vagy egymást követő megvalósulására van szükség a sikerhez. A transzformatív megállapodások viszonylag új keletűek, de esély se lenne ilyen változtatások kivitelezésére, ha a repozitóriumok, az önarchiválás nem terjedt volna el az elmúlt két évtizedben, és nem jelentene folytonos kockázatot a kiadók számára, nem alapozta volna meg a nyílt hozzáférés elfogadottságát a kutatói társadalomban, és nem adna megoldási lehetőséget azokra a területekre, amelyeket a szerződések nem (vagy még nem) tudnak lefedni.

A kívánt cél – a tudományos szakirodalom korlátlan elérhetőségének megteremtése – csak a különböző hozzáférési módok együttes alkalmazásával, hibrid stratégiák mentén érhető el. A legnagyobb hatást a transzformatív szerződések érhetik el, de mind lefedettség, mind a kiadókra gyakorolt nyomás, mind a fejlődő országok támogatása, mind a regionális, nemzeti tudományok terén való publikálás tekintetében a különböző zöld stratégiákkal és a független open access könyv és folyóirat-kiadás, valamint a repozitóriumok anyagi támogatásával kombinálva vezethet csak sikerre. Olyan nagy a tét – évi négymilliárd euró –, hogy a multinacionális kiadókat változtatásra kényszeríteni csak a kutatók, kutatásirányítók, kutatástámogatók, politikusok és nem utolsósorban a nyílt hozzáférés híveinek egészsége lehet képes!

IRODALOM

- Archambault, E. et al. (2013): *Proportion of Open Access Peer-Reviewed Papers at the European and World Levels—2004–2011*. August 2013. Science-Metrix Inc. http://www.science-metrix.com/pdf/SM_EC_OA_Availability_2004-2011.pdf
- Babini, D. – Machin-Mastromatteo, J. D. (2015): Latin American Science Is Meant to Be Open Access: Initiatives And Current Challenges. *Information Development*, 31, 5, 477–481. DOI: 10.1177/0266666915601420, <https://bit.ly/2qZpsgp>
- European Commission (2019): *Trends for open access publications*. https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/goals-research-and-innovation-policy/open-science/open-science-monitor/trends-open-access-publications_en
- Gadd, E. A. – Fry, J. – Creaser, C. (2018): The Influence of Journal Publisher Characteristics on Open Access Policy Trends. *Scientometrics*, 115, 3, 1371–1393. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-018-2716-8>

- Gargouri, et al. (2012): *Green and Gold Open Access Percentages and Growth, by Discipline*. arXiv preprint, <https://arxiv.org/abs/1206.3664>
- Harnad, S. (2014): *The Only Way to Make Inflated Journal Subscriptions Unsustainable: Mandate Green Open Access*. LSE Impact Blog. <https://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2014/04/28/inflated-subscriptions-unsustainable-harnad/>
- Mayor, S. (2004): Open Access Could Reduce Cost of Scientific Publishing. *BMJ*, 328, 7448: 1094. DOI: 10.1136/bmj.328.7448.1094-d, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC406350/>
- Poynder, R. (2019): *Open Access and the Research Excellence Framework: Strange Bedfellows Yoked Together by HEFCE*. *The Winnower*, <https://thewinnower.com/papers/open-access-and-the-research-excellence-framework-strange-bedfellows-yoked-together-by-hefce>
- Schimmer, R. – Geschuhn, K. K. – Vogler, A. (2015): Disrupting the Subscription Journals' Business Model for the Necessary Large-scale Transformation to Open Access. *MPG PuRE*, DOI: 10.17617/1.3, https://pure.mpg.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_2148961

URL1: Színcódok: <http://blogs.openbookpublishers.com/green-gold-diamond-black-what-does-it-all-mean/>

URL2: További színcódok: <http://www.sherpa.ac.uk/documents/sherpaplusdocs/Nottingham-colour-guide.pdf>

URL3: A Finch-jelentés: <https://www.acu.ac.uk/research-information-network/finch-report-final>

URL4: A Finch-jelentés hatásai: <https://scholarlycommunications.jiscinvolve.org/wp/2018/10/22/open-access-briefing-paper-considering-the-implications-of-the-finch-report/>

URL5: Holland kiadói szerződés: <https://www.openaccess.nl/en/in-the-netherlands/publisher-deals>

URL6: EISZ-követelmények: http://eisz.mtak.hu/images/PT_dok/nyilvanos/20181214_oa_szerzodesek_kovetelmenyei.pdf

URL7: <https://openscience.hu/2018/09/05/plan-s-az-eu-es-a-nemzeti-finanszirozok-uj-terve-az-open-accessert/>

URL8: Plan S: https://www.coalition-s.org/wp-content/uploads/PlanS_Principles_and_Implementation_310519.pdf

URL9: cOAlition S aláírók: <https://www.coalition-s.org/funders/>

Könyvszemle

SIPOS JÚLIA GONDOZÁSÁBAN

MOSZKVAI SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL. ILLETÉKTELEN KOMMENTÁR HARGITAI MAGDOLNA ÉS HARGITAI ISTVÁN KÖNYVÉHEZ

Amikor 1962 augusztusában megkezdtem tanulmányaimat a Lomonoszov Egyetem történelemkarán, még javában dúlt a „fizikusok-lírikusok” vita, amelyet Borisz Szluckij nevezetes költeménye indított el.

Előnyben a fizikusok,
hátrányban a lírikusok.
Nem a számok kedve-kénye
dönt itt – világunk törvénye.
Talán nem mi fedeztük fel,
amit nekünk kellett volna,
édes jambusunk se szárnyal,
pedig az lenne a dolga.
Előnyben a fizikusok,
hátrányban a lírikusok.
Mindez régen belátható,
még csak nem is vitatható.
Ne tekintsük sérelmesnek,
nézzük inkább érdekesnek,
mint apad le verseinkről
szappanhabként rím és ritmus,
míg a nagyság mérőfoka
mindinkább a logaritmus.

Szluckij verse 1958-ban keltezett, épp akkor, amikor Borisz Paszternak Nobel-díja világméretű politikai botrányt robbantott ki, olyannyira, hogy a költő a hatalom nyomására kénytelen volt visszautasítani a Svéd Akadémia kitüntetését. A Nobel-díjasok tiszteletére a stockholmi városházán megrendezett hagyományos bankett során a Paszternak név nem is hangzott el, miáltal a Szovjetunió nagykö-

vete arcvesztés nélkül tisztelhetette meg jelenlétével a rendezvényt, hogy illő társaságot szolgáltatasson három honfitársának, Pável Cserenkovnak, Igor Tammnak és Ilja Franknak, akik ugyanabban az esztendőben osztoztak a fizikai Nobel-díjon.

Jóllehet, pályám akkortájt éppen a történelemség felé irányított, magamat elsősorban költőnek fogtam fel, vagyis a Szluckij-féle felosztásban a gyöngébb oldalra kerültem. Mindazonáltal mélységes áhítattal csüggttem a természettudomány és a technika sikerein, maga az irodalom is ez irányba terelt a sci-fitől a dürrenmatti *Fizikusokig*, nem is szólva kommunista meggyőződéséről, mely szerint a két rendszer békés versenyében – ezzel a jelszóval próbált Nyikita Hruscsov némileg sportszerű jelleget adni a hidegháborúnak –, szóval ebben a konfrontációban a tudománynak döntő szerepe lesz. Komolyan izgatott, hogy ki hódítja meg előbb a világot, kinek sikerül jobban – mekkora jelszó volt egészen Csernobilig! – „az atomenergia békés célokra történő felhasználása” és a végtelen szűzföldek termékeny tétele. Képzeletemben valóságos szocialista polisszá szépült a dubnai nukleáris kutatóközpont, az obnyinszki biológiai intézet, ám leginkább a Novoszibirszk peremére telepített „Akademgorodok” – közepében a „Café Integrall”.

Hargittai Pista két évfolyammal fölöttem járt az egyetemen, s ez a kétévnyi különbség azt jelentette, hogy hozzám képest felnőtt volt. Engem akkoriban irodalmi dicsőségemen és elhúzódó kamaszkorom szerelmi csalódásain kívül leginkább a világ megváltása foglalkoztatott, míg az ő univerzumában a molekulaszerkezet-kutatás foglalta el a legfőbb helyet, amelyről nekem természetesen a leghalványabb segédfogalmam sem lehetett. Ráaadásul vastag angol nyelvű szakkönyveket olvasott, amelyeket az ingyencék nyugati kiadványok lekopírozott lapjaiból kötöttek egybe, s terjesztették afféle tudományos szamizdatként. Legnagyobb vállalkozásának mégis azt tekintetem, hogy levelezésbe fogott Wigner Jenővel, az akkortájt Nobel-díjassá lett fizikussal, és történészként is fölöttébb imponált nekem, hogy az elsők között eredt nyomába a Gulágban eltűnt Bauer Ervin biofizikus (Balázs Béla író testvéröccse) tragikus sorsának. Ez a törekvése talán valamelyest megelőlegezte későbbi tudománytörténeti munkásságát.

Furcsa barátság kötődött közöttünk, én az ő témáihoz mit sem konyítottam, őt viszont minden érdekelte, ami akkoriban engem foglalkoztatott. Leginkább passzív és aktív humorérzékünk hozott közel egymáshoz bennünket, amelynek legfőbb tárgya a szovjet ideológia és valóság közötti diszkrépancia volt. S noha az egyetem elvégzése után végleg kettévált az utunk, minden újabb alkalmi találkozás visszahozott valamit a diákkor cinkosságából. Egy-két alkalommal abban a megtiszteltetésben részesítetett, hogy egy-egy angol vagy orosz versidézetet fordíthattam aktuális munkáihoz – s ilyenkor igyekeztem kitenni magamért, noha eredeti lírikusi mivoltból már csak a rím- és ritmuskészség maradt meg, amelyet Borisz Szluckij félig tréfásan, félig komolyan állít szembe a logaritmussal.

Most, hogy Hargittai István és Hargittai Magdolna budapesti és New York-i tudománytörténeti sétáját a harmadik – engem önéletrajzi okból legszemélyesebben

érintő – moszkvai kirándulása követi, ennek a dúsgazdagon adatolt és illusztrált műnek olvastán kissé visszamenőleg is resteltem magamat ifjúkori naivságomért, amely a fizikusok-lirikusok vita nyomán elhitette velem, hogy a reáltudományok és a technika valóban előnyösebb helyzetben volt a szépművészeti alkotásnál. Mert egyfelől tény ugyan, hogy a mindenkori hivatalos kultúrpolitika könnyebben találhatott fogást egy modernista versen, absztrakt festményen, dodekafon zeneművön, mint egy részecske felfedezésén, vegyelemzésen vagy számelméleti fejtegetésen, ám ezek a konkrét tudományok, mint a számtalan kőbe vésett emlékből kitűnik, ugyancsak megszenvedték a hozzá nem értő döntéshozók szüntelen beavatkozását. Itt nemcsak egyes tragikus sorsokra gondolunk – Nyikolaj Tyimofejev-Reszovszkij, Nyikolaj Vavilov, Szergej Koroljov vesszőfutására –, hanem egész tudományágak – genetika, kibernetika – évtizedekig tartó tabusítására, „burzsoa áltudományként” történt megbélyegzésére, ami nemcsak erkölcsi, hanem milliárdokban mérhető gazdasági károkat is okozott az országnak. Érthető, hogy a Sztálin halálát követő „olvasás” után a szovjet tudósok új nemzedéke előszeretettel fordult a kulturális életet megújító törekvések felé – a „fizikusok” szívesen olvasták a „lírikusok” új termését – Obnyinszkban, Dubnában és az Akadengorodokban szívesen látták a hivatalos kultúrából kirekesztett írókat és bárdokat. Az sem tekinthető véletlennek, hogy az emberi jogokért folyó küzdelem emblematisz alakja épp egy neves atomfizikus, Andrej Szaharov lett.

Fontosabb ennél, amit a moszkvai séták eredményéből megtudunk, és a képanyagból érzékelünk, a tudománynak az a több évszázadra visszanyúló, elpusztíthatatlan vitalitása, amely a legmostohább feltételek között is újratemeti magát, védelmezi intézményeit és teljesíti kettős rendeltetését: egyfelől tárgyának közvetlen gyakorlását és továbbadását, másfelől pedig akár a hivatalos tekintélyekkel dacolva is a szabad gondolat és innovatív cselekvés civilizációs küldetését.

(Hargittai István – Hargittai Magdolna: Moszkvai séták a tudomány körül. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2018, 364 o.)

Dalos György

történész

JUHOK, GAZDÁK, KÖNYVEK, ÚJSÁGOK ÉS TÁRSASÁGOK: A GENETIKA SZÜLETÉSÉRŐL, MÁSKÉPP

A kőszegi Felsőbbfokú Tanulmányok Intézetének új, *Beszélő Házak* című, Miszlivetz Ferenc-szerkesztette sorozata egy olyan kötetpárral debütált, amelynek egyike teljes egészében Festetics Imre gróf (1764–1847) és kortársai szerepét igyekszik közelebb hozni az olvasóhoz, amelyet a genetika tudományának kialakulásban játszottak. (A másik kötet, a *Kőszegi történetek* egyik fejezete pedig Söptei Imrének és Mátay Mónikának köszönhetően Festetics Imre kőszegi életének epizódjaiba enged betekintést, korabeli forrásanyag alapján.)

A „Festetics-rejtélyben” a szerző, Poczai Péter két kérdésre keresi a választ. Miképp hullhatott ki a genetika históriájából Festeticsnek és a helyi Mezőgazdasági Társaság szekciójaként működő Brünni Juhos Társaságnak az emlékezete, ami miatt a mai napig Gregor Mendellel kezdődnek a tudománytörténeti áttekintések, s miként lehetne egészen pontosan kijelölni Festetics és a társaság helyét a szellemi kölcsönhatások kronológiai labirintusában, megkönnyítve mindazok dolgát, akik a friss felfedezéseket a jövő immár kiegészített rendszerezéseibe kívánják beépíteni.

Azt mindenekelőtt kétségkívül érdekesnek és talán szokatlannak is kell minősítenünk, hogy mind Festetics, mind a ma már a biotechnológia atyjának tekintett Ereky Károly (1878–1952) jelentőségére is külföldi kutatók hívták fel a figyelmet a nyolcvanas években. (Festetics esetében Vítězslav Orel és Robert J. Wood, Erekynél Robert Bud.) Utána persze megélné a hazai figyelem, és ma már sokan tekintik feladatuknak, hogy újabb és újabb adalékokkal gazdagítsák a képet.

Poczai könyve több ponton is nagy előrelépésnek tekinthető a még mindig csak kibontakozófélben lévő diskurzusban. A Festetics-jelenséget a genetikatörténeti előzményekhez igazítva bontja ki, részletesen bemutatja annak a hálózatnak a tagjait (Christian Carl André, Salm gróf, Ehrenfels báró), akikkel szoros együttműködésben, állandó szakmai egyeztetések, viták, terminológiai és módszertani próbálkozások keretében fejlesztette és formulázta a nézeteit. Pontosán listázza, mi is az, amiben Festetics elsőse és jelentősége vitathatatlanul megnyilvánul, a genetika terminus első használatától a később mendeliként azonosított törvények némelyikének egészen pontos megfogalmazásáig. Jelentősen bővíti az elemzésekbe bevonható szöveganyagot Festetics magyarra elsőként lefordított vitacikke, levele, eddig nem ismert források és titkosszolgálati jelentések felhasználásával. Poczai összeállította a német nyelvű Festetics-cikkek bővítésre váró indulólistáját is, világossá téve, hogy még sok lappangó szöveg lehet, és komoly feladatok várnak a Festetics-filológiára. Ennek a programnak a létjogosult-

ságát mi sem bizonyítja jobban, mint hogy az eddigi legterjedelmesebb összegzésből mennyi mindent hiányolhatunk még.

Festetics gazdálkodói és gondolkodói gyökereinek forrásvidékén most csak a grófi család csodálatos keszthelyi könyvtára szerepel, amely a korabeli agrár-szakirodalom javát tartalmazta. De nem jelenik meg kellő súllyal például Kisszántói Pethe Ferenc (1763–1832), akinek rövid életű magyar nyelvű gazdasági lapja, a *Vizsgálódó Magyar Gazda* már címében is azt az igényt testesítette meg, hogy a gyakorló szakemberek közeledjenek a természetvizsgálókhoz, vétezzék fel magukat az empiria és az absztrakció fegyverével (amit majd a Brünni Juhos Társaság és testvérszervezete, a Természettudományos Társaság emel még magasabb szintre azzal, hogy a tudomány képviselőit igyekszik a „terepre” csábítani). Lapja csődje után Pethe öt évig (1797-től 1801-ig) a Georgikon egyik motorja. Szervez, tanít, és a tangazdaságot irányítja. S noha Festetics csak 1803-tól fog juhtenyésztésbe, kapcsolatuk bizonyára meghatározó jelentőségű – s talán nem véletlen, hogy 1815-ben Festetics Pethe új lapjában, a *Nemzeti Gazdában* tesz közzé felhívást hazai társaság létrehozására. A „Vasi Juhtenyésztő Társaságról” (1815–1820) megtudjuk, hogy a kontinens második állatnemesítő szervezete volt, épp annyit, hogy ennél sokkal részletesebb ismeretekre vágyunk most már a működéséről, tagjairól, hatásáról, megszűnése okairól. S hasonlóképpen a gazdálkodó Festetics juhok között töltött mindennapjairól, közvetlen munkatársairól, állománylistáiról, bundavastagság-mérő eszközének innovációtörténetéről, Chernel Dáviddal és másokkal való kapcsolatáról.

Ami magát az elfeledettséget illeti, kevés megfejtésre váró mozzanat maradt. De azt is mondhatnánk, nem nagyon van itt „rejtély”, ami nyomozómunkát kíván. Hogyan is teremtődhetett volna magától reflektív folytonosság, ha a juhtenyésztők –Jean-Baptiste Lamarck és Charles Darwin előtt – nem lehettek tisztában azzal, hogy egy tudományág megszületésénél bábáskodnak, amely haláluk után sok évtizeddel szökken majd csak szárba – s miért akartak volna sok generációval később, az immár laboratóriumok zárt falai között folyó tudományos akadályverseny szereplői „ösatyákat” keresve a kutatástörténeti régmúltban tallóztatni, amikor számukra a közeljövő és a közelmúlt jelentette az igazi kihívást? Mindezekelőtt és elsősorban a tudományos presztízst és a szabadalmi joggal lefedett megtérülést biztosító elsőségi kérdések magukhoz vonzása.

Amikor pedig már tudománytörténeti kutatások feladata lett volna az előtörténet tisztázása, nagyjából a huszadik század hatvanas éveitől, akkor nem Trofim Lisenko áltudományos árnyéka, hanem alapvető szemléleti és infrastrukturális akadályok torlaszolták el az utat a juhtenyésztő gazdák jelentőségének felismeréséhez. Az 1884-ben elhunyt Mendel újrafelfedezése már a huszadik század legelején bekerült a kánonba, két évtized szenvedélyes vitái után, egyfajta kezdőpontként. Onnantól azonban miért is lett volna igény arra, hogy a brünni szerzetes előtti időkben kutakodjon valaki további előzményekért, amikor az uralkodó

történet szemléleti nézőpont épp nagy emberek, nagy hadvezérek, nagy lángelmék és nagy felfedezők kronológiai gyöngysorokra való felfűzésével operált, s Mendellel sikerült a panoptikum első darabját megnyugtatóan elhelyezni? Több mint érdekes, hogy Vannevar Bush, akinek 1945-ös esszéjét tekintik az internet megszületéséhez vezető gondolkodástörténeti alapkövetételnek, épp (a nála: osztrák szerzetesként említett) a Mendel 1865-ös közleményét követő harmincéves visszhangtalan csenddel illusztrálja egy későbbi írásában, miért is olyan fontos az, hogy a releváns szakmai információk könnyű és gyors elérése előtt álló akadályokat megszüntessük.

S végül: a molekuláris biológiai tudáscsere nemzetköziesedése is csak 1930-tól tűnik érdemesnek a tárgyalásba vonásra, miért ment volna vissza bárki még száz évet az időben, korábbi tudáscsereformákat és áramlásrendszereket vizslatva?

Amikorra pedig a „nagy emberek” nézőpontját felváltó hálózati szemlélet, a beágyazottságok és hatáskapcsolatok szociologizáló vizsgálatára épülő komplex megközelítések már igényelték volna a nagyobb felbontású történelmi rekonstrukciót, a nehézséget egy ideig még a forrásanyagokhoz való eljutás jelentette. A releváns információdarabok ugyanis úgy lappantak levéltárakban, kéziratokban, kis példányszámban megjelent értesítőkből, jegyzőkönyvekben, folyóiratokban, hogy még metaadatok sem segíthették a hozzájuk való eljutást: kevés esélyt kap a véletlen, ha a kutatók nem tudják, hogy mit keressenek és kereshetnek. A kulturális örökség digitalizálásának újabb és újabb hullámai azonban egyre kisebb gyűjtemények egyre kisebb jelentőségűnek vélt állományaihoz is elértek, így amikor az első, Mendel elé pillantó kutatási kérdés találkozni tudott az első releváns forrással, onnantól kezdve a diskurzus megteremtődött, s immár irányítottan lehetett folytatni, egyre kedvezőbb feltételek között az adatgyűjtést. Ennek az útnak egy fontos megállója a könyv, amelynek érdemei sorához illesszük még Szathmáry Eörs kiváló, további elmélyedésre inspiráló előszavát, az igényes és színvonalas kivitelezést és a borító szépségét.

Nem mehetünk azonban el szó nélkül amellet, hogy némi szerkesztői munka még ráfért volna a szövegre, hogy egységesebb, feszesebb, következetesebb rendben, kevesebb önismétléssel tárhassa elő a mondanivalóját.

(Pocza Péter: A Festetics-rejtély. A genetika története és Festetics Imre hagyatéka. Kőszeg: Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete, 2019, 159 o.)

Z. Karvalics László

Kitekintés

GIMES JÚLIA GONDOZÁSÁBAN

A BIZALOM TÖRETLEN

Az amerikaiak hisznek a tudósoknak – a kutatók a diplomás foglalkoztatottak közül évtizedek óta a legmagasabb bizalmi tőkével rendelkeznek. Többen bíznak bennük, mint az újságírókban, a jogászokban vagy akár a kongresszusi képviselőkben.

Az elmúlt negyven év közvélemény-kutatási eredményeit dolgozták most fel és jelentették meg a *Public Opinion Quarterly* című folyóiratban a University of Wisconsin–Madison munkatársai.

A közelmúlt belpolitikai eseményei nem hatottak a kutatók megítélésére; mind a republikánus, mind a demokrata szavazók még olyan átpolitizált és vitatott kérdésekben is bíznak bennük, mint a globális klímaváltozás, a nukleáris energia vagy a fenntartható fejlődés.

Német és brit kutatásokat idézve a cikk megállapítja, hogy noha attól függően, hogy éppen milyen témában kérdeznak rá a tudósok álláspontjának hitelességére, tapasztalható kis fluktuáció, de összességében az eredmények hasonlóak az amerikai válaszadók körében talált eredményekhez.

Krause, N. M. – Brossard, D. – Scheufele D. A. et al.: The Polls—Trends: Americans' Trust in Science and Scientists. *Public Opinion Quarterly*, nfv041, Published: 24 September 2019. DOI: 10.1093/poq/nfv041

RÉSZLETES TÉRKÉP A TITÁN KÜLÖNÖS VILÁGÁRÓL

A Cassini űrszonda mérési adatainak, felvételeinek elemzésével amerikai csillagászok (Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology) megkonstruálták a Szaturnusz Titán nevű holdjának a teljes geológiai térképét. A Cassini 2004-től 2017-ig keringett a Szaturnusz körül, és legalább százszor repült el a Titán mellett, tehát óriási mennyiségű kép és adat állt rendelkezésre.

A térkép szerint a hold felszínének majdnem kétharmadát síkságok alkotják, 17 százalékát pedig – ez elsősorban az egyenlítő térségére vonatkozik – a szél által kialakított homokos dűnék. Majdnem ugyanekkorra az a kutatók által dimbes-dombos kategóriába sorolt terület, ahol dombok és hegyek vannak. A Titán

felszínének másfél százalékát adja az ún. labirintus, így nevezték el azokat a vidékeket, amelyeken az eső, szél stb. okozta eróziós hatás völgyeket hozott létre. A felszínen megfigyelhető kráterek arra engednek következtetni, hogy a Titán felszíne viszonylag fiatal.

A Titán a Naprendszer egyik legnagyobb holdja. Mágneses tere meglepő módon nincs. Van viszont metántartalmú sűrű légköre, amely hasonló lehet ahhoz a földi légkörhöz, amely a bolygórendszer keletkezése idején a Földet is körülvehette.

A Titán légkörében a metán hasonlóan viselkedik, mint a víz a Föld esetében: folyékony és szilárd (jég) formában egyaránt jelen lehet. Elpárolog, felhőket alkot, a felhőkből kicsapódik a folyadék, és folyókat, folyóvölgyeket hoz létre. A felszíntől távolodva azonban a földi légkörben a hőmérséklet gyorsan csökken, a párává váló víz lecsapódik és visszahullik a Földre, tehát bolygónk nem veszíti el a vizet. Ezzel szemben a Titán légköréből a metán képes olyan magasra jutni, ahol a napsugárzás elbontja, és a metánból leszakadó hidrogénatomok metilcsoportokat hagynak maguk után. Ezekből hosszú szénláncú szénhidrogének keletkeznek, amelyek hóként visszahullanak a felszínre, és a szaharai homokhoz hasonlóan viselkednek. A Titán egyenlítője mentén található dűnemezőket belőlük alakítja ki a szél.

A NASA szakemberei azt tervezik, hogy a 2024-ben kezdődő Dragonfly program keretében egy, a Mars Roverhez hasonló méretű drónt küldenek a Titánra, amely 2034-es érkezése után a felszín közelében repülve látja el képekkel és adatokkal a kutatókat.

Lopes, R. M. C. – Malaska, M. J. – Schoenfeld, A. M. et al.: A global Geomorphologic Map of Saturn's Moon Titan. *Nature Astronomy*, 2019. 268, DOI:10.1038/s41550-019-0917-6

A MAJOMEMBRIÓK HÚSZ NAPIG BÍRTÁK

Makákóembriók fejlődését húsz napig sikerült szervezeten kívül biztosítani – számol be a *Science* folyóiratban két kínai kutatócsoport.

Mivel ezzel időben új rekordot állítottak fel, és mivel a kísérletek során az is kiderült, hogy az emberi embriók másként fejlődnek, mint a makákók, ismét fellángolhat a vita, hogy az emberi embriókat hány napos korukig lehet hasonló módon tanulmányozni.

2016-ban amerikai kutatók a megtermékenyítéstől számítva tizenhárom napig figyeltek meg emberi embriókat, de utána leállították a vizsgálatokat, mert az etikai okokból elfogadott nemzetközi szabályok szerint emberi embrióval tilos a 14. nap elteltével kísérletezni.

A majomembriók tanulmányozásától a kutatók természetesen azt várják, hogy közelebb jutnak az emberi embrionális fejlődés megértéséhez, ám növekedésüket mostanáig csak kilenc napig tudták szervezeten kívül biztosítani. Az új, húsznapos sikert egy olyan tenyésztési technikával érték el – a gélmátrix a fejlődő embrió számára képes biztosítani annyi oxigént, mint az anyaméh sejtjei –, amelyet még az egyik amerikai kutatócsoport dolgozott ki az emberi embriók kísérletekhez. A mesterséges megtermékenyítéssel létrehozott kétszáz majomembrióból negyvenhat élte meg a huszadik napot.

Ez idő alatt a kutatók megfigyelték az embriókban bekövetkező változásokat és azok időzítését, vizsgálták, hogy a sejtek fejlődésének különböző állomásaiban milyen fehérjék fejeződnek ki, és adataikat összehasonlították olyan embriók adataival, amelyek tizenhét napos korukig anyaméhben fejlődtek, akkor vették onnan ki őket. Különbségeket nem találtak.

A huszadik napon azonban a kísérleteket le kellett állítani, mert az embrionális struktúra ismeretlen okokból összeomlott.

A kutatók különbségeket találtak az emberi embriók eddig ismert fejlődési lépesei és a makákók között, ezért következtetésük az, hogy az emberi embrionális fejlődés megismerése szempontjából a majomkísérletek nem lesznek elegendőek.

Niu, Y. – Sun, N. – Li, C. et al.: Dissecting Primate Early Post-implantation Development Using Long-term in Vitro Embryo Culture. *Science*, 15 Nov 2019. 366, 6467, eaaw5754. DOI: 10.1126/science.aaw5754

Ma, H. – Zhai, J. – Wan, H. et al.: In Vitro Culture of Cynomolgus Monkey Embryos beyond Early Gastrulation. *Science*, 15 Nov 2019. 366, 6467, eaax7890. DOI: 10.1126/science.aax7890

ÚJ TECHNOLÓGIA AZ EGYIK LEGJELENTŐSEBB LÉGSZENNYEZŐ CSÖKKENTÉSÉRE

A nagyvárosok fotokémiai szmogjáért és a savas esők jelentős részéért felelős nitrogén-oxidok (nitrogén-monoxid és nitrogén-dioxid, illetve NO_x) füstgázokból való eltávolítására a jelenleginél hatékonyabb technológiát írtak le.

Nitrogén-oxidok a kőolajtermékek, a földgáz és a szén égésekor is keletkeznek. Az eltávolításukra használt technológiák közül az egyik legjelentősebb és leghatékonyabb a titán-dioxid hordozós vanádium-oxid katalizátoron ammóniával történő katalitikus redukció, amelynek eredményeként nitrogén és víz keletkezik. Hátránya ennek az eljárásnak, hogy viszonylag magas hőmérsékleten, 200 és 400 Celsius-fok között működik.

A Tokiói Metropolitan Egyetem munkatársainak a katalizátor változtatásával sikerült a működési hőmérsékletet 100 °C körülire csökkenteniük. A vál-

toztatás lényege, hogy hordozó nélküli vanádium-oxidot használnak, mégpedig olyat, amelyben a vanádium 5-ös és 4-es oxidációs állapota egyaránt előfordul. A publikált eredmények szerint ez a katalizátor 100 °C-on a káros nitrogén-oxidokat tízszer gyorsabban alakítja ártalmatlan nitrogénné, mint a hagyományos titán-dioxid hordozós.

Inomata, Y. – Hata, S. – Mino, M. et al.: Bulk Vanadium Oxide versus Conventional V2O5/TiO2: NH3–SCR Catalysts Working at a Low Temperature Below 150 °C. *ACS Catalysis*, 2019. 9, 10, 9327–9331. Publication Date: 26 August 2019. DOI: 10.1021/acscatal.9b02695

A KISEBBIK ROSSZ?

Az elektronikus cigaretta ártalmairól is jelennek meg a szakirodalomban cikkek, és a tiltás tekintetében legtöbb helyen nem tesznek különbséget a dohányzás és a „vaporizálás” között. A skóciai Dundee Egyetemen lezajlott kétéves vizsgálat eredményei szerint azonban a dohányosoknak jót tehet, ha átszoknak az e-cigaretára.

Az e-cigaretta, amellett, hogy külsőségeiben általában megpróbálja a hagyományos cigarettákat utánozni – például azzal, hogy úgy látszik, mintha füstölne, vagy egy kis led világít, mikor megszívják, és olyan érzetet kelt, mintha a parázs felizzana – lényegében nikotint párologtat el, és ezzel kielégítheti a dohányosok nikotínéhségét.

A most publikált kísérletsorozatban azt vizsgálták, hogyan változik a résztvevők keringési állapota, ha a hagyományosról áttérnek az e-cigaretára. Az eredmények szerint már négy hét alatt kimutatható pozitív hatása van a váltásnak; ennyi idő elteltével átlagosan 1,5 százalékpontos javulást regisztráltak. A statisztikai adatok szerint minden százalékpont javulás 13 százalékkal csökkenti a szív- és érrendszeri katasztrófák (például: szívinfarktus, stroke) esélyét. A vizsgálatban részt vevő nőknél a pozitív hatás jelentősebb volt, mint a férfiaknál.

A kísérletsorozat publikálói nyomatékosan hangsúlyozzák, hogy eredményeik nem jelentik azt, hogy az e-cigaretta ártalmatlan.

George, J. – Hussain, M. – Vadiveloo, T. et al.: Cardiovascular Effects of Switching from Tobacco Cigarettes to Electronic Cigarettes. *Journal of the American College of Cardiology*, Available online 15 November 2019. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.09.067, <http://www.onlinejacc.org/content/early/2019/11/12/j.jacc.2019.09.067>

A SZEX JAVÍTJA A NŐSTÉNY MUSLICÁK MEMÓRIÁJÁT

Francia kutatók az ecetmuslica ondójában olyan anyagot találtak, amely serkenti a nőstény hosszú távú memóriáját. A szexpeptidnek elnevezett molekula a párosodás után a nőstény ivarszerveiből eljut az agyba.

Már korábban is tudták, hogy párosodás után a nőstény viselkedése megváltozik. Például más táplálékokat preferál, és visszautasítja a párosodási „ajánlatokat”.

Thomas Preat és munkatársai nőstény muslicáknál bizonyos szagingereket áramütéssel kapcsoltak össze. Azok a nőstények, amelyek nem párosodtak, négy nap alatt elfelejtették, hogy a szaggal áramütés jár, amelyet jobb elkerülni. Ugyanakkor, ha a nőstények olyan genetikailag módosított hímekkel párosodtak, amelyek ondója nem tartalmazott szexpeptidet, a memóriefunkciók nem javultak. Ha viszont aktus nélkül, injekcióban megkapták a peptidet, akkor jobban teljesítettek, bizonyítván, hogy valóban ez az anyag javítja a memóriefunkciókat.

Scheunemann, L. – Lampin-Saint-Amaux, A. – Schor, J. et al.: A Sperm Peptide Enhances Long-term Memory in Female *Drosophila*. *Science Advances*, 20 Nov 2019. 5, 11, eaax3432. DOI: 10.1126/sciadv.aax3432

A következő szám tartalmából

- Nyelv és tudomány – határokon innen és túl
- Fenntarthatóság – fenntartásokkal
- Nyugdíjasok közösségintegrálása

2

0

2

0

Útmutató a cikkek megírásához:

www.magartudomany.hu/utmutato

A folyóiratra vonatkozó, szerzőknek szóló közlési elvek a fenti hivatkozásra kattintva találhatóak.



AKADÉMIAI KIADÓ

Tartalom

■ TEMATIKUS ÖSSZEÁLLÍTÁS:

Neveléstudományi kutatás és a közoktatási rendszer fejlődése

VENDÉGSZERKESZTŐ: Csapó Benő

Csapó Benő: Bevezetés: Neveléstudományi kutatás és a tudományos eredmények alkalmazása

Steklács János, Hódi Ágnes, Török Tímea: Az olvasás-szövegértés tanításának megújítása az elméleti keretek, az értékelés és a fejlesztőprogramok területén

Csíkos Csaba, Pásztor Attila, Rausch Attila, Szitányi Judit: A matematikai nevelés kutatásának aktuális irányzatai

Korom Erzsébet, Z. Orosz Gábor: A természettudományos nevelés fő kutatási irányzatai

Józsa Krisztián, D. Molnár Éva, Zsolnai Anikó: Az iskola affektív és szociális jelenségvilágának kutatása

Molnár Gyöngyvér, Turcsányi-Szabó Márta, Kárpáti Andrea: Digitális forradalom az oktatásban – perspektívák és dilemmák

Fejes József Balázs, Tóth Edit, Szabó Dóra Fanni: Az oktatási méltányosság és aktuális kérdései Magyarországon

Feith Helga Judit, Mészárosné Darvay Sarolta, Lukács J. Ágnes, Falus András: Hatékonyság és reflexió.

A kortársoktatás pedagógiai módszere az egészségfejlesztés területén

■ TANULMÁNYOK

Csaba László: A fejlődéstan apoteózisa (Közgazdasági Nobel-díj, 2019)

Mandl József: William Kaelin Jr., Sir Peter Ratcliffe és Gregg Semenza Nobel-díjat kapott a hipoxia jelpálya felfedezéséért (Fiziológiai és orvostudományi Nobel-díj, 2019)

Péter László: A 2019-es kémiai Nobel-díj háttéréről és a díjazottakról

Embey-Isztin Antal: Az érem másik oldala

■ TUDÓS FÓRUM

Bálint Bálint László, Scholtz Beáta: Bioinformatika-oktatás élettudományi hallgatók részére a Galaxy-platform segítségével

■ VÉLEMÉNY, VITA

Holl András: Milyen úton érjük el a tudományos közlemények nyílt hozzáférhetőségét?

■ KÖNYVSZEMLE

Sipos Júlia gondozásában

Moszkvai séták a tudomány körül. Illetéktelen kommentár Hargittai Magdolna és Hargittai István könyvéhez – *Dalos György*

Juhok, gazdák, könyvek, újságok és társaságok: a genetika születéséről, másképp – *Z. Karvalics László*

■ KITEKINTÉS

Gimes Júlia gondozásában

Ára: 980 Ft



2

0

2

0

MAGYAR TUDOMÁNY



181. évfolyam

1. szám

2020. január