

Csapó Benő¹ – Csikos Csaba² – Korom Erzsébet³

¹ MTA-SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport

² Szegedi Tudományegyetem Pedagógiai Értékelés és Tervezés Tanszék

³ Szegedi Tudományegyetem Oktatásmélt Tanszék

Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban: a SAILS projekt

A természettudomány tanításának megújítását célzó négyéves SAILS (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science – Értékelési stratégiák a természettudományok kutatásalapú tanulásához) projekt 2015 végén zárult. Ez a tanulmány a 12 ország kutatóinak összefogásával kivitelezett projekt előzményeit, tágabb tudományos kereteit, általános céljait és tevékenységrendszerét mutatja be. Felidézi a fontosabb eredményeket, és felvázolja, miképpen illeszkednek azok a természettudomány tanításának fejlesztését szolgáló más törekvésekhez.

A természettudományok tanítása a világ számos fejlett országában súlyos gondokkal küzd. A tanulók alig érdeklődnek a természettudományok iránt, az iskolában elsajátított tudás nem kielégítő, az általános teljesítmények romlanak, kevés a kiemelkedő szint elérésére képes tanuló, és így kevesen választják a természettudományos pályát.

Ezek a problémák a magyar természettudomány-tanítást is érintik, azonban a gondok nálunk súlyosabbak, mint amit más fejlett országokban látunk. A magyar természettudományi eredményekre ugyanis hosszabb távon is a negatív változások a jellemzőek. Három-négy évtizeddel ezelőtt még a világ élvonalában voltak (B. Németh, Korom és Nagy, 2012), ma pedig már csak a fejlett országok középmezonyében vannak a teljesítmények (OECD, 2013), és az utóbbi években jelentős a visszaesés (Csapó, 2015). Romlanak továbbá a természettudomány tanulásához elengedhetetlen két másik terület, a matematika és a szövegértés eredményei is.

A természettudomány tanításának problémáira az egyik legnépszerűbb válasz világszerte a kutatásalapú természettudomány-tanítás (Inquiry-Based Science Education, IBSE) elterjesztése. Nagy nemzetközi szervezetek állították a természettudomány tanításának megújítására irányuló tevékenységeik középpontjába, például a világ tudományos akadémiáit tömörítő szervezet (Global Network of Science Academies, IAP) az egyik fő programja (Science Education Programme, SEP) keretében számos konferenciát szervezett és kiadványt jelentetett meg e témakörben (Harlen, 2013). Az Európai Unió jelentős összegeket fordított kutatásalapú természettudományi programok kidolgozására és elterjesztésére, ezek közül a SAILS már a második, a Szegedi Tudományegyetem kutatóinak részvételével lebonyolított projekt.

Elméleti keretek: a kutatásalapú tanulás jelentősége a természettudomány tanításának fejlesztésében

A tanulók aktív munkájára épülő oktatási módszerek elterjesztésének szándéka hosszú múltra nyúlik vissza. Ezek a módszerek főleg a középkori hagyományokat követő memorizáló, az elsajátított tananyag változatlan formában való reprodukálására törekvő, tanárközpontú, frontális tanítás módszereivel szemben kínáltak hatékonyabb alternatívákat. E törekvések egyik első teoretikusa John Dewey volt, aki a projektmódszert állította a középpontba, ami lényegében egy átfogó problémakör alaposabb, többszemponútú tanulmányozása életszerű, természetes feltételek között (Dewey, 1938). A projektmódszernek számos modern változata terjedt el a természettudomány tanításában is, és mind egyéni, mind pedig csoportos formában jól alkalmazható (Polman, 2000; Krajcik és Blumenfeld, 2006), elsősorban az iskolában tanultak és a hétköznapi életben megismert jelenségek összekapcsolására.

Hasonló elvekre épül a problémaalapú tanulás (Problem-Based Learning, PBL), ami, szakítva a hagyományos diszciplínákra bontott tananyag leckéről leckére bontott szemléletével, komplex jelenségekhez kapcsolódó problémákból kiindulva építi fel a tanulási folyamatot. A PBL jól alkalmazható a természettudomány tanításában (Akinoglu és Ozkardes-Tandogan, 2007), és széles életkori sávban bizonyult eredményesnek, például a felsőoktatásban is (ld. pl. Dochy, Segers, Van den Bossche és Gijbels, 2003). Amíg a PBL elsősorban a tudás integrálásának eszközévé vált, a felfedező tanulás (Discovery Learning) a természetes kíváncsiságra alapozva inkább a fiatalabb korosztályokat célozta meg. A természettudomány jellegéből fakadóan alkalmas terepet jelentett a felfedező tanulás számára, és nagyon sok oktatási kísérlet vizsgálta hatékonyságát (Klahr és Nigam, 2004). Hasonló elvekre épültek azok a módszerek, amelyek a vizsgálódás, a kutatás aspektusaira helyezték a hangsúlyt (Inquiry-Based Learning, IBL; Nagy, 2010).

A tanulók természetes fejlődési folyamatainak támogatása érdekében elkerülhetetlen a személyes tapasztalatszerzésre, tevékenységre építő oktatási módszerek alkalmazása. Az említett progresszív oktatási módszerek összhangban vannak Piaget fejlődéseméletével, mely szerint a tudás elsődleges forrása a tevékenység, a környezettel való interakció (Inhelder és Piaget, 1967), illetve a kognitív konstruktivizmus arra épülő modelljeivel. Ezek azt hangsúlyozzák, hogy a tanulás öntörvényű folyamat, melynek során a tanuló maga építi fel, konstruálja meg saját tudását. E konstruktív folyamat legfontosabb eszköze a tanuló már meglévő (előzetes) tudása.

A tanulók önálló tevékenysége, a felfedező tanulás azonban önmagában nem vezet el a természet (és társadalom) bonyolult jelenségeinek értelmezéséhez, megértéséhez. Piaget alapvető kísérleteiben a műveleti gondolkodás kialakulása során egyszerű fizikai kísérleti eszközöket használt (inga, golyók ütközése, kétkarú emelő; ld. Inhelder és Piaget, 1967). Ezekben a kísérletekben azonban a gyerekek többnyire csak két változó közötti összefüggést tanulmányoztak, ezekre vonatkozóan fogalmaztak meg hipotéziseket, és vontak le megfigyeléseikből következtetéseket. A közvetlen tapasztalatokból (irányítás és a modern tudomány eredményeinek megismerése nélkül) a gyermekek többnyire csak egyszerű modelleket építenek fel, amelyek nincsenek, vagy csak részben vannak összhangban a tudományos ismeretekkel (ld. Korom, 2005). Ezért a tanulók tevékenységének fejlesztő hatását meghatározza az, hogy arra milyen kontextusban kerül sor.

Ez a probléma a felfedező tanulás iskolai alkalmazásának kezdeti korszakában különböző ellentmondásokhoz vezetett, különösen a természettudomány tanítását teljes mértékben a tanulók munkájára alapozó, az ilyen módszerekkel kapcsolatban illuzórikus elvárásokat támasztó kísérletek nyomán. Kiderült, hogy a tisztán felfedező, irányítás nélküli (‘pure discovery, unguided’) tanulás önmagában nem vezet jobb eredményre, mint a direkt tanítás (Mayer, 2004; Kirschner, Sweller és Clark, 2006). Sem a konstruktivista

megközelítés, sem a tanulók önálló tevékenységére építő tanulás nem zárja ki, nem teszi szükségtelessé az aktív tanári munkát. A tanári irányítás, az irányított felfedező tanulás ('guided discovery learning'), a tanulói munka közvetlen tanári támogatása eredményezhet csak olyan tanulást, amelyik végigvezeti a tanulókat a természettudomány megismerési folyamatain (*Klahr és Nigam, 2004; Hmelo-Silver, Duncan és Chinn, 2007*). Ez a megoldás összhangban van egy másik konstruktivista oktatási modellel, Vigotszkij (1967) szociál-konstruktivizmus elméletével is, mely szerint a tudás létrehozásában részt vesznek a közvetlen tapasztalatok értelmezésében közreműködő nagyobb tudású társak, felnőttek, iskolai kontextusban a pedagógusok.

A tanulók önálló tevékenységére építő törekvések sorába illeszkedik a kutatásalapú természettudomány-tanítás módszereinek elterjesztése is. Az előzőleg bemutatott általános sajátosságok mellett azonban a természettudomány tanítása, tanulása rendelkezik néhány sajátossággal is. Mindenekelőtt a természettudomány kiemelkedik az iskolai tantárgyak közül abban, hogy az emberi kultúra által felhalmozott tudást a legszervezettebb, legjobban formalizált módon foglalja össze. A természettudomány kutatási módszerei, hipotézisalkotási-hipotézistesztelési módszerei szélesebb körben is alkalmazható modellként szolgálhatnak, és a természettudomány tanulása egyedülálló lehetőségeket támaszt a megismerési képességek, a gondolkodás fejlesztésére is. Az IBSE sajátossága az is, hogy a kifejezésben természettudományi kontextusról lévén szó, az 'inquiry' szó határozottan kutatást, a tudományos kutatómunkával analóg tanulói tevékenységet jelent. (Ennek megfelelően használjuk a magyar megnevezésre a 'kutatásalapú' kifejezést, amely egyébként angolra visszafordítva általános értelemben 'research-based' lenne.)

A természettudomány tanításának tevékenységközpontú modernizálási törekvései az említett konstruktivista modellektől függetlenül is hosszabb múltra tekintenek vissza. Az 1990-es évek közepéig inkább a hétköznapi tudomány ('everyday science') címszava alapján próbálták minden tanulóhoz közelebb vinni a természettudományt ('science for all'), elérhető, megfogható eszközök alkalmazásával ('hands on science') népszerűbbé tenni az iskolai munkát. Később mindinkább előtérbe kerültek a kutatásalapú megközelítések, azonban az e téren végzett oktatási kísérletek nagyon változatosak voltak a célokat, az önálló tanulói munka természetének értelmezését és az oktatási folyamaton belüli arányát tekintve egyaránt. Az eredmények áttekintésére és értékelésére számos összefoglaló munka vállalkozott (*Anderson, 2002; Shymansky, Hedges és Woodworth, 1990; Schroeder, Scott, Tolson, Huang és Lee, 2007; Minner, Levy és Century, 2010*). Az egyik legutóbbi, kvantitatív elemzést tartalmazó, 37 pontosan kontrollált (kontrollcsoportos kísérleti módszert alkalmazó) vizsgálat eredményeit összegző metaelemzés (*Furtak, Seidel, Iverson és Briggs, 2012*) jelentős (átlagosan mintegy félszázrésznyi) különbséget mutatott ki a kutatásalapú módszerek javára, ugyanakkor felhívta a figyelmet a tanári irányító tevékenység fontosságára is.

A SAILS előzményei és forrásai

A kutatásalapú módszerek és a természettudomány-tanítás céljainak újraértelmezése

A kutatásalapú projektek iránti érdeklődést a korábban már említett válságjelenségeken túl több más szempont is motiválta. A kutatásalapú oktatási módszerek ugyanis hatékonyan támogathatják azoknak a céloknak a megvalósítását, amelyek a természettudomány tanításával kapcsolatban az utóbbi időben előtérbe kerültek. A természettudomány-tanítás céljainak kiterjesztett értelmezése nem új jelenség, azonban az ezredforduló körüli

években folyó viták ismét felhívták a figyelmet a természettudomány tanulásának szélesebb körű hatásaira. Három ilyen tendenciát érdemes kiemelni.

1. A természettudomány oktatásának egyik fő célja a fiatal generáció felkészítése a természettudományos hivatásokra, ennek érdekében a tudomány értékrendje szerint kiválasztott és elrendezett tudás közvetítése. Hagyományosan ez a cél állt a természettudomány tanításának középpontjában, a tantervek az egyes diszciplínák logikáját követték, az adott szakterület szempontjából lényeges elemeket emeltek be a tananyagba. E célokat azonban a természettudományok tanítása csak részben valósította meg. A legtöbb fejlett országban alacsony a természettudományi felméréseken kiemelkedő szinten teljesítők aránya (*OECD*, 2013), és a magas absztrakciós szintű tananyagok elidegenítik a fiatalokat a természettudományoktól (pl. Magyarországon a fizika és a kémia a legkevésbé kedvelt iskolai tantárgyak; ld. *Csapó*, 2000). A kutatásalapú módszerek elterjesztésének egyik célja, hogy ezen változtasson. Ezt elsősorban a tudományos ismeretszerzés logikájának, módszereinek alaposabb megismerése, kutatási készségek kialakítása, egyes jelenségek mélyebb megértése révén valósíthatja meg. Ugyanakkor a kutatásalapú tanulás alkalmas lehet a természettudományok iránti pozitív attitűdök formálására, a természettudományos pályák iránti érdeklődés javítására.
2. A modern társadalmakban a hétköznapi életben is egyre több természettudományi tudásra van szükség. A mindenki számára szükséges természettudományos műveltségre a PISA vizsgálatok is felhívták a figyelmet, mivel a természettudományi tudást annak gyakorlati helyzetekben való alkalmazásain keresztül mérték fel. A kutatásalapú tanulás a gyakorlati helyzetekhez kapcsolódó, a hétköznapi életben hozzáférhető eszközöket felhasználó kísérletekkel segítheti a természettudományi tudás és annak hétköznapi alkalmazása közötti kapcsolatok kiépítését. A SAILS projekt tanulási egységeiben ('learning units') számos ilyen kísérlet szerepelt, például a reakciósebesség tanulmányozása pezsgőtablettával (*Németh és Orosz*, 2016), a szabadon eső tojás ütközésének, a vízben lebegő narancsnak (*Somogyi*, 2016) és az élelmiszereknek (*Kissné Gera*, 2016) vizsgálata.
3. A természettudomány tanítása (a matematika mellett) a gondolkodás fejlesztésének legalkalmasabb iskolai eszköze. Ezt számos korábbi projekt is kihasználta már, például a CASE (Cognitive Acceleration through Science Education) projekt az értelmi képességek fejlődésének stimulálására (*Adey*, 1999; *Adey, Shayer és Yates*, 2001). Az utóbbi években azonban, főleg a modern társadalmak gyors változásai (mindezekelőtt az új kommunikációs technológiák elterjedése, a tanulás és a munkavégzés megváltozott feltételei) nyomán számos újabb elvárás is megjelent a képességek fejlesztésével kapcsolatban. A készségeknek és képességeknek ezt a lazán definiált halmazát összefoglalóan gyakran nevezik 21. századi készségeknek. Értelmezési kereteik kialakításával, mérésükkel, fejlesztésükkel számos nagyszabású projekt foglalkozott (*Ananiadou és Claro*, 2009; *Mayrath*, 2012; *Griffin, McGaw és Care*, 2012). Ezeknek a készségeknek a többségéről természetesen könnyen be lehet bizonyítani, hogy egyáltalán nem újak, nem a 21. század „felfedezettjei”, de az kétségtelen, hogy a fejlett posztindusztriális társadalmakban mind több embernek kell ezeket birtokolnia. A leggyakrabban említett 21. századi készségek, melyek a SAILS feladatainak kijelölésében (*McLoughlin, Finlayson és van Kampen*, 2012) is szerepelnek, a kreativitás, az innovációs készségek, a kritikus gondolkodás, a problémamegoldás, a kommunikációs készségek, az együttműködési készségek, a szociális készségek, a digitális kompetencia, a vezetői készségek és a tanulás elsajátítása. Ezek többsége a projekt során kidolgozott tanulási egységekben konkrétan

értékelhető fejlesztési célként is megjelenik (ld. *Veres*, 2016), miként sok, korábban is értelmezett egyszerű gondolkodási készség (pl. az arányossági gondolkodás, ld. *Kissné Gera*, 2016).

Az említett három fő tendencia általában is befolyásolja az oktatás céljairól való gondolkodást (l. erről bővebben: *Csapó*, 2010), és megjelenik például a TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Studies) tartalmi kereteiben is (ott a 'content' – tartalom, 'application' – alkalmazás és 'reasoning' – gondolkodás kategóriák szerint felosztva a tesztfeladatokat; *Mullis és Martin*, 2013). Az általános iskola első hat évfolyamára kialakított diagnosztikus értékelési rendszer e koncepció jegyében egy háromdimenziós modellre épül, melyben a természettudományos gondolkodás, a természettudományos műveltség és a diszciplináris tudás önálló fejlődési skálákat alkotnak (*Csapó és Szabó*, 2012). Ezekből az alapelvekből indult ki a SAILS projektben az értékelés tartalmainak és módszereinek előkészítése is az értékelés tartalmi kereteinek ('assessment frameworks') kidolgozása során, az előzőekben leírt dimenziókat kibővítve egy negyedikkel, a kutatási készségekkel (*Csapó és mtsai*, 2012, 2013; *Csíkos, Korom és Csapó*, 2016).

A SAILS projekt előzményei: természettudomány-tanítási projektek az Európai Unióban

A természettudományi, matematikai és műszaki pályák iránti érdeklődés hanyatlása az ezredforduló körüli években Európában már olyan mértékűt ért el, hogy az, a különböző gazdasági elemzések szerint, már Európa nemzetközi versenyképességét veszélyeztette. Az összefoglalóan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) területnek nevezett hivatások, illetve az azokat támogató oktatás fejlesztése érdekében uniós szinten is átfogó programok indultak. Többek között a természettudományi-műszaki területeken szerzett diplomák számának növelése volt az EU 2010-re kitűzött céljainak egyike.

A természettudományok tanításának fejlesztésével kapcsolatos stratégia kidolgozására az Európai Bizottság egy szakértői csoportot kért fel, melynek vezetője Michel Rocard, az Európai Parlament tagja, Franciaország korábbi miniszterelnöke lett. A bizottság jelentése (*Rocard és mtsai*, 2007; magyarul: *Rocard és mtsai*, 2010) részletesen feltárta a természettudomány oktatásában jelentkező problémákat, és ezek orvoslására különböző ajánlásokat fogalmazott meg. Megállapításai között vezető helyen szerepel, hogy az Európában fő szerepet játszó deduktív jellegű természettudomány-tanítást fel kell váltania a kutatásalapú tanításnak, amely alkalmasabb a tanulók érdeklődésének felkeltésére, problémamegoldó képességük, kritikai gondolkodásuk fejlesztésére.

A *Rocard-jelentés* nyomán, az ajánlásoknak megfelelően az Európai Unió jelentős kutatási-fejlesztési forrásokat biztosított a természettudomány oktatásának fejlesztésére. Ezek elosztása pályázati rendszerben a 7. számú kutatási keretprogram (Framework Program 7, FP7) feltételrendszere között valósult meg. Az egyes projektek tipikusan négyéves periódussal, több ország kutatóinak összefogásával zajlottak le. A programok középpontjában az ajánlásoknak megfelelően a kutatásalapú módszerek fejlesztése és – főleg a tanárképzés és továbbképzés lehetőségeit felhasználva – elterjesztése állt. Az értékelési programok előtt 20 ilyen FP7 finanszírozású programra került sor, ezeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat. Az Európai Unió által 2008–2014 között támogatott természettudomány-tanítási projektek

CarboSchools+	European Network of Regional Projects for School Partnerships on Climate Change Research
CoReflect	Digital Support for Inquiry, Collaboration, and Reflection on Socio-Scientific Debates
ECB	European Coordinating Body in Maths, Science and Technology Education
ESTABLISH	European Science and Technology in Action Building Links with Industry, Schools and Home
EUCUNET	European Children's Universities Network
FIBONACCI	Large Scale Dissemination of Inquiry Based Science and Mathematics Education
HIPST	History and Philosophy in Science Teaching
INQUIRE	Inquiry-Based Teacher Training for a Sustainable Future
kidsINNscience	Innovation in Science Education – Turning Kids on to Science
Mind the Gap	Learning, Teaching, Research and Policy in Inquiry-Based Science Education
MOTIVATION	Promoting Positive Images of SET in Young People
PATHWAY	The Pathway to Inquiry Based Science Teaching
PRIMAS	Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education Across Europe
PRI-SCI-NET	Networking Primary Science Educators as a Means to Provide Training and Professional Development in Inquiry-Based Teaching
PROFILES	Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science
SECURE	Science Education Curriculum Research
SED	Science Education for Diversity
S-TEAM	Science-Teacher Education Advanced Methods
TRACES	Transformative Research Activities. Cultural diversities and Education in Science
YOSCIWEB	Young People and the Images of Science on Websites

A táblázatban bemutatott projektek megvalósításában a SAILS több kutatócsoportja is részt vett. A SAILS konzorciumot vezető Dublin City University kutatói az ESTABLISH-t is irányították. A Szegedi Tudományegyetem munkatársai korábban a PRIMAS programban vettek részt (*B. Németh*, 2010; *Csikos*, 2010a, 2010b; *Korom*, 2010; *Nagy*, 2010; *Veres*, 2010). E korábbi programok egyes eredményei, elkészült produktumai forrásul szolgáltak a SAILS értékelési eszközeinek kidolgozásához is.

Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanításban

Az oktatási módszerek fejlesztéséhez szervesen hozzátartozik az értékelés, ami a kutatásalapú tanuláshoz kapcsolódóan kétféle módon, szummatív és formatív értékelésként is szerepet kaphat. Egyrészt a kutatásalapú módszerek összehasonlító hatásvizsgálata során mérni kell az eredményeket, például kontrollcsoportos kísérleti elrendezésben azt, hogy egy adott időszak után a kísérleti vagy a kontrollcsoport tanulói értek el jobb eredményeket. Ilyen összehasonlításokhoz objektív, nagyobb időszak teljesítményeit átfogó szummatív tesztekre van szükség, de nem feltétlenül kell új, kifejezetten a kutatásközpontú tanulás sajátosságaihoz alkalmazkodó mérőeszközöket készíteni; az összehasonlítás természetétől függően sokféle teszt számításba jöhet. Lehet mérni a tananyag elsajátításának mértékét hagyományos tudásszintmérő tesztekkel, meg lehet vizsgálni valamilyen képességteszttel azt, hogy melyik módszer miképpen befolyásolja a tanulók gondolko-

dását, kérdőívekkel elemezni lehet az érdeklődésre, motivációra gyakorolt hatásokat. A korábban említett hatásvizsgálatok többnyire ilyen külső viszonyítási pontokként kész mérőeszközöket alkalmaztak.

A tevékenységközpontú oktatási módszerek sajátosságaihoz igazodó, nem feltétlenül az összehasonlítást, hanem inkább a tanárok munkáját segítő értékelési módszerek is viszonylag korán megjelentek, ezek lehetnek szummatív és formatív értékelések egyaránt. Az újszerűnek számító kísérletező, eszközöket használó ('hands-on science') oktatási módszerek alkalmazása során az értékelés is változott, súlypontja eltolódott a teljesítménymérésről a tanulók tevékenységének, a kísérletező folyamatnak a megfigyelésére (Baxter, Shavelson, Goldman és Pine, 1992; Brown és Shavelson, 1996; Stohr-Hunt, 1996).

Az 1990-es évek végén, részben az angolszász országokban elterjedt, túl gyakran alkalmazott tudásszintmérés alternatívájaként (esetleg annak ellenzéseként) előtérbe került a tanítást-tanulást közvetlenül segítő formatív, a tanulás érdekében való ('assessment for learning'), a tanítási folyamatba beágyazott ('embedded assessment') értékelés. A formatív értékelésnek nincs tétje, és akkor lehet eredményes, ha gyakori, közvetlen visszacsatolást nyújt (Black és Wiliam, 1998; Black, Harrison, Lee, Marshall és Wiliam, 2003; Ayala és misai, 2008). Mivel a tanulók tevékenysége közvetlenül is megfigyelhető, a kutatásalapú tanulás különösen jó lehetőségeket teremt a formatív értékelésre (Harlen, 2013).

A 7. keretprogramban megvalósított természettudomány-tanítási projektek az első időszakban nem fordítottak kiemelt figyelmet az értékelés problémáira. Felismerve az értékelés jelentőségét, az FP7 utolsó ciklusában a kutatásalapú természettudomány-tanításhoz kapcsolódóan a mérési-értékelési tevékenységek kidolgozására és a tanárképzésbe való beépítésére jelent meg pályázati kiírás. Ebben a ciklusban két pályázat nyert támogatást, a SAILS-en kívül az ASSIST-ME (Assess Inquiry in Science, Technology and Mathematics Education) projekt.

Az ASSIST-ME célja a kutatásalapú oktatáshoz kapcsolódó értékelő tevékenységek széles körű megalapozása volt, beleértve a formatív és szummatív módszereket egyaránt. A SAILS-hez hasonlóan hét munkacsomagból épült fel, továbbá szintén kutatók és gyakorló tanárok együttműködésében készültek az értékelő eszközök. A hasonlóságok mellett számos különbség is volt a két projekt között, például míg a SAILS a tanulási folyamathoz kötődő közvetlen értékelésre koncentrált, az ASSIST-ME programjában megjelentek a mérések és a technológia-alapú eszközök is. Továbbá az ASSIST-ME tevékenysége kiterjedt a matematika és a technológia oktatására is, míg a SAILS kifejezetten a természettudományra koncentrált (Bernholt, Rönnebeck, Ropohl, Köller és Parchmann, 2013; Hughes, Green és Greene, 2014).

A SAILS projekt

A projekt céljai és résztvevői

A SAILS projekt megvalósítására 2012 januárja és 2015 decembere között került sor. A célcsoportot a diákoknak az a korosztálya képezte, amelyik már magasabb óraszámban tanulja a természettudományi tantárgyakat, és így az iskolai munkájukba beilleszthető a kísérletezés (12–18 évesek). A magyar rendszerben ez az általános iskola utolsó éveit, illetve a középiskolát jelenti. Bár a projekt nem bontotta a természettudományt további diszciplínákra, tartalmát tekintve a biológiát, kémiát és fizikát fogta át.

A projekt alapvető célja az volt, hogy Európa-szerte segítse a pedagógusokat a kutatásalapú természettudomány-tanítás módszereinek megismerésében és a tanulók kutató-

munkájának irányításában. Ezt a célt elsősorban az értékelés, mindenekelőtt a tanulási folyamatba beépített formatív értékelés révén valósította meg. Mivel a formatív értékelés részletes és konkrétan kapcsolódik az oktatás tartalmához, alkalmas arra, hogy azon keresztül a pedagógusok megismerjék a tanulási folyamathoz kapcsolódó visszajelző feladatokat.

A projekt megvalósítói felhasználták a korábbi európai munkák során kidolgozott eszközöket, tananyagokat is, azokhoz hozzákapcsolták a projekt keretében kidolgozott értékelési eszközöket. Az így továbbfejlesztett oktatási anyagokat kipróbálták, majd a tanárképzés és a tanártovábbképzés csatornáin keresztül bevitték saját iskolarendszerük oktatási gyakorlatába. A projekt keretében sor került a szakirodalom feltárásától az elméleti elemző tevékenységen át az osztálytermi munkáig terjedő teljes innovációs folyamat megvalósítására.

A SAILS projektben 12 országból 13 intézmény, többségében egyetem vett részt (2. táblázat). A programot koordináló szervezet a Dublin City University volt. A partnerek mindegyike egy nagyobb munkacsoporttal vett részt a projekt feladatainak megoldásában. A résztvevők együttesen sokféle szakértelmet hoztak a projektbe, különböző természettudomány-tanítási kísérletekben vettek rész, eltérő pedagógiai kultúrákkal rendelkező iskolarendszerekben szereztek fejlesztési tapasztalatokat.

2. táblázat. A SAILS projekt megvalósításában részt vevő intézmények

Audiovisual Technologies, Informatics & Telecommunication	Belgium
Dublin City University	Írország
Gottfried Wilhelm Leibniz University, Hannover	Németország
Hacettepe University	Törökország
Institute of Education University of Lisbon	Portugália
INTEL Performance Learning Solutions Limited	Írország
Jagiellonian University, Kraków	Lengyelország
King's College London	Nagy-Britannia
Malmö University	Svédország
University of Szeged	Magyarország
University of Piraeus Research Centre	Görögország
University of Southern Denmark	Dánia
Pavol Jozef Šafárik University in Košice	Szlovákia

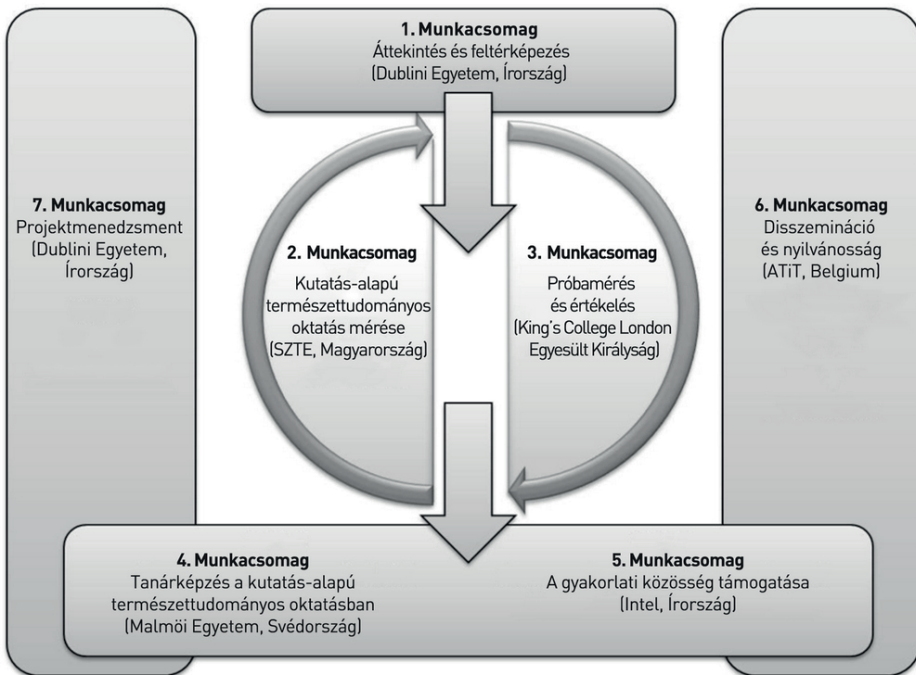
A projekt tevékenységrendszer alapvetően az értékelés, a tanári értékelő munka köré szerveződött. Ez a megoldás összhangban volt a korábbi tevékenységközpontú, felfedező tanulást előtérbe helyező oktatási kísérleteknek azzal a tapasztalatával, mely szerint a tanári segítséget, támogatást, magyarázatot nem lehet az oktatásból kiküszöbölni.

A projekt tevékenységrendszer alapvetően az értékelés, a tanári értékelő munka köré szerveződött. Ez a megoldás összhangban volt a korábbi tevékenységközpontú, felfedező tanulást előtérbe helyező oktatási kísérleteknek azzal a tapasztalatával, mely szerint a tanári segítséget, támogatást, magyarázatot nem lehet az oktatásból kiküszöbölni. Ahhoz, hogy a tanulók tapasztalataikból a tudományos állásponttal összhangban álló fogalmi rendszereket, modelleket építsenek fel, szükség van a tanár irányító tevékenységére. Ebben az esetben az oktatás az egyébként saját törvényszerűségeikkel rendelkező felfedező, kísérletező, kutató

tanulási folyamat irányítása. A formatív értékelés hozzájárul a tanulók önálló munkája és a tanári irányítás közötti optimális összhang megteremtéséhez. A tanár az irányító tevékenységet ebben a folyamatban a tanulók kutatómunkájához kapcsolódó visszajelzésekkel láthatja el. A SAILS projekt alapvető célja e visszajelző tevékenység konkrét módszereinek kidolgozása és a módszerek elterjesztése volt.

A SAILS projekt munkacsomagjai, feladatai és fő eredményei

A SAILS projekt tevékenységrendszerét hét munkacsomagba szerveződött, ezek kapcsolatait az egyes munkacsomagokat vezető partnereket az 1. ábra mutatja be. A 7. munkacsomag a projekt szervezésének és irányításának feladatait foglalta össze, melyeket a fő pályázó, a Dublin City University látott el. Ugyancsak technikai feladatokat tartalmazott a kommunikációs tevékenységek köré szerveződő 6. munkacsomag. Ennek vezetését egy főleg oktatási és tudományos kommunikációval foglalkozó vállalat látta el, beleértve a projekt honlapjának, információs hálózatának elkészítését, a kiadványok szerkesztését, megjelentetését, a projekthez kapcsolódó videofelvétel elkészítését.



1. ábra. A SAILS munkacsomagjainak kapcsolatrendszere (forrás: SAILS projekt)

A projekt tartalmi feladatait az 1–5. munkacsomagok valósították meg. Mindegyik munkájában részt vett az összes partner egy adott kutatócsoport szakmai irányításával. Az első munkacsomag, szintén a fő pályázó Dublin City University vezetésével, a korábbi kutatásalapú projektek eredményeinek áttekintésére, összegzésére és a SAILS szempontjából lényeges új kihívások feltérképezésére vállalkozott (McLoughlin, Finlayson és van

Kampen, 2012), továbbá megvizsgálta, hogy az IBSE módszerei miképpen jelennek meg a partnerországok tanterveiben és értékelési rendszereiben (McLoughlin, Finlayson, van Kampen és McCabe, 2013).

A 2. munkacsomag, melyet a Szegedi Tudományegyetem Oktatáseméleti Kutatócsoportja vezetett, az értékelés tartalmi kereteinek kidolgozásért volt felelős, annak meghatározásáért, hogy mit és hogyan lehet a kutatásalapú tanulás során értékelni. Ez a csoport elemezte, hogy miképpen adaptálhatók a pedagógiai értékelés eszközei és módszerei a tevékenységközpontú természettudományi tanórák kereteihez. Áttekintette az értékelési lehetőségek teljes spektrumát, ennek alapján kidolgozta a kutatásalapú kontextusban alkalmazható értékelés stratégiáit (Csapó és mtsai, 2012), majd azonosította annak lehetséges eszközeit és módszereit (Csapó és mtsai, 2013; Csíkos és mtsai, 2014).

A 3. munkacsomag – melyet a King's College London vezetett – feladata volt, hogy a 2. eredményeit átültesse az osztálytermi gyakorlatba, és kidogozza a közvetlen iskolai alkalmazás munkaformáit. Ennek alapvető módszere olyan tanulási egységek elkészítése volt, melyeknek az alapjait – részben a korábbi kutatásalapú projektek eredményeinek felhasználásával – a partner kutatócsoportok gyűjtötték össze, majd ezekhez a szegedi és a londoni kutatócsoportok irányításával hozzákapcsolták a formatív értékelés eszközeit. Ezeket próbálták ki tanárok egy szűkebb csoportjával a 3. munkacsomag keretében (Harrison és mtsai, 2014). A tanulási egységek kipróbálására más országokban is sor került (Harrison és mtsai, 2015), majd a tapasztalatok alapján a 2. munkacsomag keretében történt meg a tanulási egységek végső kidolgozása (Csíkos és mtsai, 2015).

A tanulási egységek kidolgozása lehetőséget teremtett a kutatási feladatok megoldása során alkalmazott gondolkodási feladatok feltárására, azok viselkedési megnyilvánulásainak azonosítására, így a tanulás-tanítási folyamatok részletes megismertetésére is (bővebben ld. Csíkos, Korom és Csapó, 2016). A projekt keretében készült tanulási egységek (az ezekből megjelent válogatást ld. Finlayson, McLoughlin, Coyle, McCabe, Lovatt és van Kampen, 2015) a hozzájuk fűzött elemzésekkel és ajánlásokkal alkalmasak arra, hogy azokat más tanárok is felhasználják, illetve a tapasztalatok alapján hasonló tanulási egységeket készítsenek. (A magyarországi kipróbálásról ld. Kissné Gera, 2016; Szélpál és Kopasz, 2016; Nagy és Nagy, 2016; Németh és Orosz, 2016; Radnóti és Adorján, 2016; Somogyi, 2016; Veres, 2016).

A 4. munkacsomag, melyet a Malmö University kutatói irányítottak, az informatikai háttérrel biztosító írországi INTEL Performance Learning Solutions Limited (az 5. munkacsomag vezetői) közreműködésével koordinálta azokat a tevékenységeket, amelyek révén a projekt során kidolgozott módszerek bekerültek a pedagógusképzésbe, illetve az iskolai gyakorlatba. Ennek többféle formája volt, beleértve a tanárképzés és a tanár-továbbképzés lehetőségeit, továbbá a pedagógusok olyan együttműködő hálózatának létrehozását, amelyben a projekt időtartamán túl is lehetőség nyílik további eszközök kidolgozására és a tapasztalatok kicserélésére (részletesebben ld. Korom, Csíkos és Csapó, 2016).

Összegzés és további kutatási-fejlesztési feladatok

A természettudományok tanításával világszerte gondok vannak, és amint azt a nemzetközi és hazai vizsgálatok is jelzik, a magyarországi problémák különösen súlyosak. Az eredményesség javításához sokirányú erőfeszítésre van szükség, és a SAILS projekt a problémák megoldásának több irányát is megmutatta.

A SAILS projektben dolgozó kutatók továbbfejlesztették a kutatásalapú természettudomány-tanítás módszereit, a tanulók és tanárok tevékenységéhez hozzákapcsolták a formatív értékelés eszköztrendszerét. A többdimenziós tartalmi keretek kidolgozásával felhívták a figyelmet a kutatásalapú módszerek alkalmazásának további lehetőségeire,

konkretizálták, miképpen lehet a tanulók kutatómunkáját a gondolkodás fejlesztésének és a megszerzett tudás alkalmazhatóságának javítása érdekében alkalmazni. Felhívták a figyelmet a tanulásban szerepet játszó pszichológiai folyamatokra és a pontos, azonnali, gyakori tanári visszajelzés (formatív tanórai értékelés) fontosságára. Azonosították a tanulói tevékenységek konkrétan megfigyelhető, értékelhető mozzanatait, és mindezt konkrét példák, természettudományi tanulási egységek sokaságán mutatták be és tették hozzáférhetővé a gyakorló pedagógusok számára.

A felfedező tanulás iskolai alkalmazásának egyik legnagyobb kihívása, hogy miképpen lehet a diákok tevékenységét tudományos keretek között tartani, kutatómunkájukat célirányossá tenni. A SAILS projekt a formatív értékelés eszközeinek felhasználásával teremtette meg az összhangot a felfedező tanulás, a tanulók önálló kutatómunkája és a tanár irányító tevékenysége között, megvalósítva az irányított felfedezés alapelveit ('guided discovery'). A kidolgozott módszerek hozzájárultak a tanárok osztálytermi munkájának tudatosabbá, célirányosabbá tételéhez is.

A projekt közben végzett elemzések és az eszközrendszer kipróbálása egyben felhívta a figyelmet az alkalmazás során felmerülő nehézségekre és az implementálás lehetséges hiányosságaira is. Ilyenek például a kutatásalapú tanulással szemben időnként megfogalmazott túlzó elvárások, a gyenge, következtelen implementáció, és az idő- és eszköz-igény alultervezése.

A projekt keretében kidolgozott eszközrendszer alkalmazása során figyelembe kell venni a tanári megítélésen alapuló formatív értékelés általános korlátjait is. Amint arra Bennett (2011) már egy korábbi tanulmányában rámutatott, a formatív értékelésének ez a módja tanárfüggő, hiányzik belőle az objektivitás. Ezért a kutatásalapú természet-tudomány-tanulás további fejlesztése során szükség lesz specifikusan a módszer igényeihez adaptált objektív értékelő eszközök, tesztek kidolgozására is. Ennek lehetőségeit a SAILS keretében kidolgozott értékelési stratégiák számításba vették, azonban ennek az irányznak a megvalósítására a projekt során nem került sor.

További kutatási-fejlesztési feladat a kidolgozott értékelési rendszerek hatékonyságának felmérése, más módszerekkel való összehasonlítása, a költségek és eredmények arányának mérlegelése. Az oktatási innovációk elterjesztése során ma már alapvető normának számít a bizonyítékokra alapozott ('evidence-based') döntéshozatal. Ezeknek a feladatoknak az elvégzéséhez is objektív mérőeszközökre lesz szükség, amelyekhez hasznos forrást jelentenek a projekt keretében kidolgozott értékelési stratégiák és tartalmi keretek.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány elkészítését az Európai Unió Hetedik Keretprogramja támogatta a 289085 azonosítószámú SAILS projekt részeként.

Irodalomjegyzék

Adey, P. (1999): Gondolkodtató természettudomány. A természettudomány, az általános gondolkodási képesség kapuja, *Iskolakultúra*, 9. 10. sz. 33–45.

Adey, P., Shayer, M. és Yates, C. (2001): *Thinking Science: The curriculum materials of the CASE project*. 3. kiadás. Nelson Thornes, London.

Ananiadou, K. és Claro, M. (2009): 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. *OECD Education Working*

Papers, No. 41. OECD Publishing, Paris. DOI: [10.1787/218525261154](https://doi.org/10.1787/218525261154)

Anderson, R. D. (2002): Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13. 1. sz. 1–12.

Akinoglu, O. és Ozkardes-Tandogan, R. (2007): The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathe-*

- matics, Science & Technology Education*, **3**. 1. sz. 71–81.
- Ayala, C. C., Shavelson, R. J., Araceli Ruiz-Primo, M., Brandon, P. R., Yin, Y., Furtak, E. M., Young, D. B. és Tomita, M. K. (2008): From formal embedded assessments to reflective lessons: The development of formative assessment studies. *Applied Measurement in Education*, **21**. 4. sz. 315–334. DOI: [10.1080/08957340802347787](https://doi.org/10.1080/08957340802347787)
- B. Németh Mária (2010): A természettudományi tudás/műveltség értelmezései nemzeti standardokban. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 92–99.
- B. Németh Mária, Korom Erzsébet és Nagy Lászlóné (2012): A természettudományos tudás nemzetközi és hazai vizsgálata. In: Csapó Benő (szerk.): *Mérlegen a magyar iskola*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 131–190.
- Baxter, G. P., Shavelson, R. J., Goldman, S. R. és Pine, J. (1992): Evaluation of procedure-based scoring for hands-on science assessment. *Journal of Educational Measurement*, **29**. 1. sz. 1–17. DOI: [10.1111/j.1745-3984.1992.tb00364.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1992.tb00364.x)
- Bennett, R. E. (2011): Formative assessment: A critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, **18**. 1. sz. 5–25. DOI: [10.1080/0969594x.2010.513678](https://doi.org/10.1080/0969594x.2010.513678)
- Bernholt, S., Rönnebeck, S., Ropohl, M., Köller, O. és Parchmann, I. (2013): *Report on current state of the art in formative and summative assessment in IBE in STM-Part 1*. Department of Science Education, University of Copenhagen, Copenhagen.
- Black, P. és Wiliam, D. (1998): Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, **5**. 1. sz. 7–74. DOI: [10.1080/0969595980050102](https://doi.org/10.1080/0969595980050102)
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. és Wiliam, D. (2003): *Assessment for learning. Putting it into practice*. Open University Press, Berkshire.
- Brown, J. H. és Shavelson, R. J. (1996): *Assessing hands-on science: A teacher's guide to performance assessment*. Corwin Press, Thousand Oaks.
- Csapó Benő (2000): A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. *Magyar Pedagógia*, **100**. 3. sz. 343–366.
- Csapó, B. (2010): Goals of learning and the organization of knowledge. In: Klieme, E., Leutner, D. és Kenk, M. (szerk.): *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes*. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, Beltz, Weinheim u.a. 12–27.
- Csapó Benő (2015): A magyar közoktatás problémái az adatok tükrében. *Iskolakultúra*, **25**. 7–8. sz. 4–17. DOI: [10.17543/iskkult.2015.7-8.4](https://doi.org/10.17543/iskkult.2015.7-8.4)
- Csapó, B., Csíkos, Cs., Korom, E., B. Németh, M., Black, P., Harrison, C., van Kampen, P. és Finlayson, O. (2012): *Report on the strategy for the assessment of skills and competencies suitable for IBSE*. SAILS project. <http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d2.1.pdf>
- Csapó, B., Csíkos, Cs., Korom, E., Harrison, C., Black, P., Finlayson, O., van Kampen, P. McLoughlin, E. és McCabe, D. (2013): *Report on the assessment frameworks and instruments for IBSE skills – Part A*. SAILS project. <http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d2.2.pdf>
- Csapó Benő és Szabó Gábor (2012, szerk.): *Tartalmi keretek a természettudományi diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csíkos Csaba (2010a): A PRIMAS-projekt. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 4–12.
- Csíkos Csaba (2010b): Problémaalapú tanulás és matematikai nevelés. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 52–60.
- Csíkos Cs., Csapó, B., Veres, G., Adorján, F. és Radnóti, K. (2014): *Report on the assessment frameworks and instruments for IBSE skills – Part B*. SAILS project. http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d2.3_report_on_the_assessment_frameworks_and_instruments_0.pdf
- Csíkos, Cs., Csapó, B., Veres, G., Adorján, F. és Radnóti, K. (2015): *Final report on the assessment frameworks and instruments for IBSE skills*. SAILS project.
- Csíkos Csaba, Korom Erzsébet és Csapó Benő (2016): Tartalmi keretek a kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékeléséhez a természettudományokban. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 17–29.
- Dewey, J. (1938): *Education and Experience*. Touchstone, New York.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P. és Gijbels, D. (2003): Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, **13**. 5. sz. 533–568. DOI: [10.1016/s0959-4752\(02\)00025-7](https://doi.org/10.1016/s0959-4752(02)00025-7)
- Finlayson, O., McLoughlin, E., Coyle, E., McCabe, D., Lovatt, J. és van Kampen, P. (2015): *SAILS inquiry and assessment units. Volume 1–2*. Dublin City University, Dublin.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. és Briggs, D. C. (2012): Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, **82**. 3. sz. 300–329. DOI: [10.3102/0034654312457206](https://doi.org/10.3102/0034654312457206)
- Harlen, W. (2013): *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme, Trieste.
- Harrison, C., Black, P., Csapó, B., Csíkos, Cs., Korom, E., van Kampen, P., Finlayson, O., McLoughlin, E. és McCabe, D. (2014): *Report from evaluation of implementation with pilot teachers – Part A*. SAILS projekt. <http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d3.1.pdf>

- Harrison, C., Finlayson, O., McLoughlin, E., van Kampen, P., Lovatt, J., Friege, G., Barth, M. és McCabe, D. (2015): *Report from evaluation of implementation with pilot teachers – Part B*. SAILS projekt. http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d3.2_report_from_evaluation_of_implementation_with_pilot_teachers-partb.pdf
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. és Chinn, C. A. (2007): Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, **42**. sz. 99–107. DOI: [10.1080/00461520701263368](https://doi.org/10.1080/00461520701263368)
- Hughes, S., Green, C. és Greene, V. (2014): *Report on current state of the art in formative and summative assessment in IBE in STM-Part 2*. Department of Science Education, University of Copenhagen, Copenhagen.
- Griffin, P., McGaw, B. és Care, E. (2012): *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer, New York. DOI: [10.1007/978-94-007-2324-5](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5)
- Inhelder, B. és Piaget, J. (1967): *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kirschner, P., Sweller, J. és Clark, R. E. (2006): Why unguided learning does not work: An analysis of the failure of discovery learning, problem-based learning, experiential learning and inquiry-based learning. *Educational Psychologist*, **41**. 2. sz. 75–86.
- Kissné Gera Ágnes (2016): Élmények és értékek a kutatásalapú tanulás kipróbálása során. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 89–100.
- Klahr, D. és Nigam, M. (2004): The equivalence of learning paths in early science instruction effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, **15**. 10. sz. 661–667. DOI: [10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x](https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x)
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Korom Erzsébet (2010): A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 78–91.
- Korom Erzsébet, Csikos Csaba és Csapó Benő (2016): A kutatásalapú tanulás megvalósításának feltételei a természettudományok tanításában. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 30–42.
- Krajcik, J. S. és Blumenfeld, P. C. (2006): Project-based learning. In: Sawyer, R. K. (szerk.): *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press. DOI: [10.1017/cbo9780511816833](https://doi.org/10.1017/cbo9780511816833)
- Mayer, R. E. (2004): Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, **59**. 1. sz. 14–19. DOI: [10.1037/0003-066x.59.1.14](https://doi.org/10.1037/0003-066x.59.1.14)
- Mayrath, M. C. (2012): *Technology-based assessments for 21st century skills: Theoretical and practical implications from modern research*. Information Age Publishing, Charlotte.
- McLoughlin, E., Finlayson, O. és van Kampen, P. (2012): *Report on mapping the development of key skills and competencies onto skills developed in IBSE*. SAILS Project. <http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d1.1.pdf>
- McLoughlin, E., Finlayson, O., van Kampen, P. és McCabe, D. (2013): *Report on how IBSE is involved in national curricula and assessment in the participating countries*. SAILS Project. <http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d1.2.pdf>
- Minner, D. D., Levy, A. J. és 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**. 4. sz. 474–496. DOI: [10.1002/tea.20347](https://doi.org/10.1002/tea.20347)
- Mullis, I. V. S. és Martin, M. O. (2013, szerk.): *TIMSS 2015 Assessment frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 31–51.
- Nagy Lászlóné és Nagy Mórió Tibor (2016): Kutatásalapú tanítás-tanulás a biológiaoktatásban és biológiantanár-képzésben. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 57–69.
- Németh Veronika és Orosz Gábor (2016): A reakciósebesség című SAILS tanulási egység kipróbálásának tapasztalatai. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 81–88.
- OECD (2013): *PISA 2012 results (Volume I). What students know and can do: Student performance in mathematics, reading and science*. OECD, Paris. DOI: [10.1787/9789264201118-sum-en](https://doi.org/10.1787/9789264201118-sum-en)
- Polman, J. L. (2000): *Designing project-based science: Connecting learners through guided inquiry*. Teachers College Press, New York.
- Radnóti Katalin és Adorján Ferencné (2016): A kutatásalapú tanulás/tanítás/tanárképzés lehetőségei a fizika oktatásában. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 70–80.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. és Hemmo, V. (2007): *Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission, Brussels.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. és Hemmo, V. (2010): Természettudományos nevelés ma: megújult pedagógia Európa jövőjéért. *Iskolakultúra*, **20**. 2. sz. 13–30.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y. és Lee, Y.-H. (2007): A metaanalysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, **44**. 1436–1460. DOI: [10.1002/tea.20212](https://doi.org/10.1002/tea.20212)
- Shymansky, J. A., Hedges, L. V. és Woodworth, G. (1990): A reassessment of the effects of inquiry-based science curricula of the 60's on student performance.

Journal of Research in Science Teaching, **27**. 127–144. DOI: [10.1002/tea.3660270205](https://doi.org/10.1002/tea.3660270205)

Somogyi Ágota (2016): A SAILS projekt tapasztalatai a pedagógus szemszögéből: a kutatásalapú tanulás szervezésének és értékelésének hatása a pedagógus attitűdjére. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 101–108.

Stohr-Hunt, P. M. (1996): An analysis of frequency of hands-on experience and science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, **33**. 1. sz. 101–109. DOI: [10.1002/\(sici\)1098-2736\(199601\)33:1<101::aid-tea6>3.0.co;2-z](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199601)33:1<101::aid-tea6>3.0.co;2-z)

Szélpál Szilveszter és Kopasz Katalin (2016): A kutatásalapú tanulás alkalmazása a tehetség gondozásban. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 109–116.

Trilling, B. és Fadel, C. (2009): *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons, New York.

Veres Gábor (2010): Kutatásalapú tanulás – a feladatok tükrében. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 61–77.

Veres Gábor (2016): Gondolkodás- és képességfejlesztés: Kihívások és megoldások a SAILS projektben. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 43–56.

Vigotszkij, L. Sz. (1967): *Gondolkodás és beszéd*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Csikos Csaba¹ – Korom Erzsébet² – Csapó Benő³¹ Szegedi Tudományegyetem Pedagógiai Értékelés és Tervezés Tanszék² Szegedi Tudományegyetem Oktatásmélt Tanszék³ MTA-SZTE Képességfejltés Kutatócsoport

Tartalmi keretek a kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékeléséhez a természettudományokban

A SAILS projekt második munkacsomagjának dokumentumai a természettudományi tudás különböző elemeinek értékeléséhez kapcsolódtak. Elsőként egy elméleti összefoglalás született arról, hogy mit és milyen eszközökkel lehet és szükséges értékelni a természettudományos nevelésben. A tartalmi keretek mint műfaj alapvetően erre a két kérdésre adott válaszokból születik meg. A további dokumentumokban a gyakorlatban kipróbált tanulási egységek tapasztalatait építettük be, és végül egy olyan írásmű született, amely továbbra is fő feladatként az értékelés mikéntjére és hogyanjára reflektál, de a projekt során kifejlesztett és több országban kipróbált tanulási egységekben megjelenő értékelési praktikák és eszközök hozzáfűzésével. A jelen tanulmány a tartalmi keretek kidolgozása terén elért eredményeket mutatja be, fölvázolva a megszületett dokumentum elméleti és gyakorlati szempontból fontos vonásait.

A kutatásalapú tanulás értékelésének alapelvei a természettudományokban

A kutatásalapú természettudományos nevelés egy olyan megközelítésmód, amelyben az angol nyelven 'inquiry' névvel illetett folyamat van középpontban. Számos folyamat és jellemző társítható a kutatásalapú tanuláshoz (Kahn és O'Rourke, 2005):

- A vizsgált probléma bizonyos mértékben nyílt végű (a probléma nyitottságát illetően ld. Walker, 2007), azaz a megoldás elérhető a tanulócsoporthoz számára, de nincs közvetlen algoritmus vagy recept a megtalálására.
- A tanulók egymással párbeszédet folytatnak az alkalmazott módszerekről.
- A tanulók elemzik a bizonyítékokat, következtetéseket vonnak le, és bemutatják eredményeiket.

A kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékelése elsősorban a tanulási folyamat során fejlődő és fejleszthető tudáselemekre vonatkozik. Ugyanakkor érdemes a folyamat mellett a kutatásalapú tanulás termékeként, eredményeként előálló tudáselemek értékelésére is kitérni.

Vannak-e olyan tudáselemek, amelyek nagy tétellel bíró ('high-stake') értékelési rendszerekben is értékelésre kerülnek, és amelyek fejlesztése elsősorban a kutatásalapú tanulási megközelítésmódtól várható? Csikos (2015) a PISA 2006-os felmérésében szereplő *Savas eső* feladat segítségével mutatta meg, hogy egyrészt vannak ilyen tudáselemek, másrészt pedig az ominózus feladatrész ugyan nehéznek bizonyult általánosságban az OECD-országok tanulói számára, de a magyarországi tanulók eredménye még az OECD-átlagnál is gyengébb volt. Ez a speciális tudáselem a természettudományi kísérleteknél szükséges kontrollmintáról szólt, de nem pusztán verbális, akár szó szerint megtanulható ismeret szintjén, hanem valódi, a tudásalkalmazás szempontjából realizisztikusnak nevezett (*B. Németh és Korom, 2012*) feladathelyzetben.

A kutatásalapú tanulás által megteremtett légkörben a tanulók tanulási folyamatai kerülnek a középpontba. Azoknak a tanulóknak, akik megfigyeléseket végeznek, adatokat gyűjtenek, szintetizálják az információt és következtetéseket vonnak le, fejlődnek a problémamegoldó készségeik. Mindeközben a tanulótársak együttműködnek, megismerik társaik megközelítésmódjait. Az élethosszig tartó tanuláshoz szükséges készségek mind jól fejleszthetők a kutatásalapú természettudományos neveléssel, hozzávéve az előbb felsoroltakhoz a logikus, következetes és kritikai gondolkodás kívánalmát, amely alapvető, mikor a kísérletezés során következtetéseket vonunk le.

A kutatásalapú tanulás során fejlődő tudáselemek értékelésének tartalmi kereteit természetesen a természettudományi tudás értékelésének általánosabb kereteit felhasználva határozzuk meg. A tartalmi keretek mint műfaj és a mérések tartalmát leíró dokumentum a nemzetközi tudásszintmérő vizsgálatok révén terjedt el világszerte. A TIMSS és a PISA minden egyes mérési ciklusát megelőzi a tartalmi keretek kidolgozása, amelyeket a felméréseket végző szervezetek meg is jelentetnek. A TIMSS vizsgálatok legutóbbi tartalmi kereteiben a tesztfeladatokat három fő kategóriába sorolják, ezek: a diszciplináris tudás tartalma ('content'), az alkalmazás ('application') és a gondolkodás ('reasoning') területei (*Mullis és Martin, 2013*). A PISA alapvetően három fő területet: a szövegértést, a matematikát és a természettudományt méri fel háromévenkénti rendszerességgel. E mérési területek tartalmi keretei egy olyan tudáskonceptióra épülnek, amely a modern társadalmakban szükséges, felhasználható, alkalmazható tudást állítja középpontba. A PISA az iskolában elsajátított tudást lényegében annak alkalmazásán (alkalmazhatóságán) keresztül méri fel, így a TIMSS-ben megjelenő három dimenzió közül egyet kiemelten kezel (*OECD, 2013*). Ugyanakkor a PISA vizsgálatokban is megjelenik a harmadik, a pszichológiai dimenzió, mégpedig a negyedik, minden mérési ciklusban más innovatív mérési területen. Ennek tartalma az első PISA felmérésben a tanulási készségek és stratégiák vizsgálata (*OECD, 2003*) volt, majd a 2003-as és 2012-es ciklusokban a problémamegoldás felmérésére került sor (*OECD, 2005, 2014*).

Összefoglalásul megemlítjük, hogy a természettudományi tudás diagnosztikus értékelését szintén egy háromdimenziós modellt alkalmazva építettük föl (*Csapó és Szabó, 2012*). Az ott kidolgozott modellt alkotta azt az elméleti bázist, amelyről indulva a SAILS projekten belül is igyekeztünk leírni az értékelés célváltozóit és módszereit. Ez az elméleti modell a kognitív tudományok eredményein és a rendszerszintű felmérések tartalmi keretein alapszik (ld. *Csapó, 2004, 2007, 2010*), továbbá fölhasználtuk korábban a matematikai tudás (*Csikos és Csapó, 2011*) és a természettudományi tudás (*Korom, B. Németh, Nagyné és Csapó, 2012*) értékelési kereteinek kidolgozásában szerzett tapasztalatainkat.

Adey és Csapó (2012) a természettudományi gondolkodási képességek rendszerét határozták meg. Számos olyan gondolkodási képesség van, amely különböző tartalmakon működőképes, és ezek között a természettudományi tartalmak kitüntetett jelentőségűek akár történeti okokból, akár a fejleszthetőség szempontjából. Például az egyenes arányosság fogalma és az arányossági gondolkodás számtalan tudásterületen megjelenik

az iskolában, és ezek között a természettudományos tantárgyak tartalmi kiemelt jelentőségűek. A természettudományok esetében, bár maguk természetszerűleg az élő és élettelen természeti környezet jelenségeiből veszik tartalmi bázisukat, szintén meghatározható a tudásnak az a dimenziója, amely arról szól, a tantárgyi tartalmak rendszerén kívül hogyan tudja a tanuló fölhasználni ismereteit és készségeit, képességeit (B. Németh és Korom, 2012). Harmadik tudásdimenzióként a magukban a tantárgyakban meghatározott (diszciplináris) tudásrendszerek szerepelnek (Korom és Szabó, 2012).

Az egyik klasszikus fizikai tudáselem példáján, az Ohm-törvényen keresztül érzékeltetve a három tudásdimenzió mibenlétét, a következőket érdemes megfontolni. Az Ohm-törvény jelenleg a B típusú kerettantervben kilenc helyen fordul elő, jelezve ezáltal a tantervkészítőknek azt a meggyőződését, hogy ez a törvényszerűség a fizika tanulmányának folyamatában nagy jelentőségű. A szaktárgyi tudás fölépítésében játszott szerep ebben az esetben a harmadik, diszciplináris dimenzióhoz köthető. Amikor valaki egy áruházi katalógusban kétféle indítókábel között árbeli különbséget lát, a képen pedig a kábelek vastagságának különbségei is nyilvánvalóak, lehetősége nyílik arra, hogy az iskolában tanult szaktárgyi tudást életszerű helyzetben, az áramerősség, feszültség és ellenállás fogalmaihoz kapcsolva alkalmazza. Harmadikként pedig figyelemre méltó, hogy az $U=R \cdot I$ és hasonló képletek értelmezése az egyenes és fordított arányosság fogalmához, tágabb értelemben a tartalomtól független gondolkodási képességként is megjelenő arányossági gondolkodáshoz kapcsolható.

A kutatásalapú tanulás értékelésének tartalmi kereteit kidolgozva egyrészt az általános értelemben vett természettudományi tudás dimenzióinak alkalmazását valósíthatjuk meg, másrészt megfigyelhetjük és beépíthetjük a nemzetközi együttműködésből származó tapasztalatcserét. A tartalmi keretek fejlesztésében az első tényező hatásaként a hazai modellünkben használt dimenziók (gondolkodási képességek, természettudományos műveltség, szaktárgyi-tantervi tudáselemek) mellett a kutatás folyamatához kapcsolható tudáselemeknek egy készségrendszerét definiáltuk. A második tényező – nem függetlenül az elsőtől – azt eredményezte, hogy a diagnosztikus értékelési rendszer szempontjai helyett az osztálytermi folyamatokban megvalósuló visszacsatolás formatív értékelési szempontjai kaptak főszerepet.

A SAILS projektben kidolgozott tartalmi keretekben tehát négy szerkezeti egység alakult ki. Ebben a négy egységben ott található a Csapó (2010) elméleti modelljében meghatározott három dimenzió, és ezek közé negyedikként a kutatási készségek rendszere épült be. A tudásdimenziók sorrendje eltér a korábban általunk használttól: elsőként, és meglehetősen tömören, a tantárgyi/tantervi tudáselemeket és azok értékelését tekintettük át. A tesztelméletnek és az oktatási gyakorlatnak évtizedes, kiforrott szabályai és technikái vannak az ismeret jellegű tudás mérésére. És bár vitathatatlan, hogy a természettudományi szaktárgyi tudáselemek egy jelentős mennyiségének elsajátítása szükséges a többi tudásdimenzióban tárgyalt gondolkodási folyamatok megfelelő fejlesztéséhez, az értékelés elmélete is a tudás minőségi kategóriáinak mérése és értékelése felé fordult.

A tartalmi keret második szerkezeti pillérét azok a gondolkodási folyamatok jelentik, amelyeket összefoglalóan kutatási készségeknek neveztünk el. Ezek a készségek (a készség kifejezés szokásos szakirodalmi használatával összhangban) olyan, többé-kevésbé automatizálódott gondolkodási folyamatokat jelentenek, amelyek az osztálytermi kutatási folyamat különböző fázisaihoz köthetők. Természetszerűleg ezeknek a készségeknek a működéséhez elengedhetetlen a szaktárgyi tudás, a természettudományos fogalmak egy jelentős mennyiségének ismerete, és az is nyilvánvaló, hogy a másik két tudásdimenzióval, a természettudományos gondolkodással és műveltséggel is átfedésük van.

A természettudományos gondolkodás készségeinek és képességeinek mint jórészt tartalomtól független gondolkodási formáknak az értékelése képezte a harmadik szerkezeti egységet. Overton (1990) értelmezését használtuk a szakirodalom szerteágazó

terminológiai csokrainak rendezéséhez. Overton szerint a gondolkodás ('thinking') általános megismerési forma, míg a következtetési gondolkodás ('reasoning') ennek része. A természettudományos gondolkodás szöösszetételeiben a következtetési gondolkodás szerepel általában, és ezt konkrét képességekre és azok készségeire alkalmazva nagyon gyakran a deduktív és induktív gondolkodáshoz jutunk. Ezek hazai szakirodalma bőséges (ld. pl. *Csapó*, 2001; *Vidákovich*, 2008).

Negyedik tudásdimenzióként a természettudományos műveltség értékelésével foglalkoztunk. Kevésbé vitatott alapelv, hogy bármilyen elsajátított tudáselem értékét meghatározza, hogy az felhasználható-e különböző kontextusokban. A PISA-felmérések különféle szituációkat, kontextusokat definiálnak, amelyekben az iskolában elsajátított tudás elvileg alkalmazható. Amikor például egy természettudományi feladatban hivatalos dokumentumok vagy hirdetések szerepelnek, akkor a feladat az úgynevezett nyilvános kontextusban került kitűzésre. Széleskörűen dokumentált, hogy egy adott kontextusban elsajátított tudás átvitele, transzfere egy másik kontextusba korántsem könnyű vagy magától értetődő. A műveltséget ('literacy') tehát úgy értelmezhetjük, hogy az a tudás alkalmazhatósága különböző kontextusokban (*Csikos* és *Verschaffel*, 2011; *B. Németh* és *Korom*, 2012).

Tantervi szaktárgyi tudáselemek

Természetes igény tantervi és értékelési oldalról is, hogy a kutatásalapú természettudományos nevelésnek is megfelelően fejlesztenie kell a tanulók természettudományos szaktárgyi tudását. A SAILS projektben részt vevő országok eléggé különböző tantervekkel rendelkeznek, így a tartalmi keretekben csupán néhány alapfogalom szerepel példaként, amelyeknek megfelelő megértése elősegíthető és értékelhető a kutatásalapú tanulás osztálytermében. Azok a változások, amelyek az oktatás gyakorlatában a 20. század során végbementek, azt eredményezték, hogy a tanárközpontú, a tudást annak birtokosaként továbbadó, megsokszorozó szemléletmód helyébe a tanulóközpontú tevékenységgel történő fogalomtanulás lépett (*Korom*, 2005). A fogalomtanulásnak egyik ilyen megközelítésmódja szerint két fázist érdemes a tanórán elkülöníteni. Először feltárjuk a szükséges előismeretek meglétét, a nem tudományos értelemben használt fogalmakat (*Korom*, 2001). Ebben a fázisban olyan légkörre van szükség, amely nemhogy engedi, hanem kifejezetten értéknek tekinti a különböző fogalomhasználati módokat és azok ütköztetését. Az olyan, igen gyakran használt természettudományos fogalmaknak is, mint például a sebesség, hő, lendület, élet, gazdag szemantikus hálózat feleltethető meg a tanulók gondolkodásában a korábbi tapasztalataik és tanulmányaik függvényében. A második fázisban a tapasztalatok segítségével maguk a tanulók érezhetik úgy, hogy pontosítani szükséges meglévő fogalmaikat.

Kutatási készségek

A SAILS projektben Linn és Davis (2004) meghatározását követtük az osztálytermi kutatási tevékenység leírásában.

„A kutatás szándékos folyamat, amelyben felismerünk problémákat, kísérleteket elemzünk, feltételezéseket és lehetőségeket vizsgálunk meg, információt keresünk, tanulóársakkal megvitátjuk mindezeket és levonjuk a következtetéseinket.”

Ennek a meghatározásnak a *genus proximuma* a „szándékos folyamat”, a *differentia specificák* pedig a kutatási készségek. A szándékos tudatos, stratégiai szintű folyamatokra utal, amelyek ebből adódóan különféle tartalmakon és kontextusokban is hasonlóan értelmezendők. A készség kifejezés jól mutatja azt, hogy sokkal többről van szó, mint ismerni a kutatás fázisait és tudni róluk, hogy milyen sorrendben és hogyan követik egymást. Számos szerző (pl. Fradd, Lee, Sutman és Saxton, 2001; Lee és mtsai, 2001; Sutman és Saxton, 2001; Wenning, 2007) alkotott a kutatási készségek leírására listákat, osztályozásokat. Ismertté vált Bybee (2009) 5E-modellje, amely öt angol E-betűs szóra utal, melyeket ugyanakkor elég erőltetetten lehet magyarra fordítani egy kutatási ciklus öt fázisaként. Leghasznosabbnak számunkra a Fradd- és Wenning-modellek tűntek, és elkészítettük ezek összehasonlító táblázatát, amelyben az osztálytermi kutatási fázisok szerinti sorrendben igyekszünk szerepeltetni a készségeket.

1. táblázat. A kutatási készségek két nevezékτανának összehasonlítása

Wenning rendszere	Fradd és mtsai rendszere
A vizsgálandó probléma beazonosítása	Kérdés
Hipotézis megalkotása	-
Kísérlet tervezése a hipotézis ellenőrzésére	Tervezés
Tudományos kísérlet végzése	Implementáció
Adatgyűjtés, adatok rendszerezése és precíz elemzése	Következtetés
Számolás és statisztikai módszerek alkalmazása az adatokon, hogy következtetésre jussunk, és azt alátámasszuk.	Beszámoló
	Alkalmazás

Linn és Davis definíciója és az 1. táblázatban összevetett két nevezékταν alapján a kutatási készségeknek olyan rendszerét választottuk ki, amelyre a projekt tanulási egységei összpontosítottak. Négy ilyen kutatási készséget választott a konzorcium értékelési munkacsoportja 2014 elején: vizsgálatok tervezése, hipotézisek megfogalmazása, együttműködés a tanulótársakkal, következetes érvelés. Az úgynevezett racionális kutatási készségek, a tervezés és a hipotézisalkotás gyakran szerepel a tantervekben is célkitűzésként, ám az is világos a kritikákból, hogy a kutatás sokkal több, mint pusztán logikai jellegű folyamat (Baumfeld, 2006; Krajcik, Blumenfeld, Marx és Soloway, 2000), és szükséges belefoglalni olyan készségeket is, mint az együttműködés, a kommunikáció és a kritikai gondolkodás.

A SAILS projektben megvalósított egyik fő, innovatív eszme a kutatási készségek értékelési stratégiáinak és eszközeinek kidolgozása és leírása volt. Lévén a készségek értékelése és különösen formatív értékelése az osztálytermi tanítás-tanulás folyamatában valósítható meg, ennek módszereit kellett kidolgoznunk konkrét, több részt vevő országban is kipróbálható tanulási egységek keretében. Maguk a tanulási egységek is, és azoknak a különböző országokban megvalósult implementációi igen különbözőek abból a szempontból, hogy mely kutatási készség kerülhet a középpontba egyikben vagy másikban. Készült egy olyan mátrix, amelyben a tanulási egységeknek a különböző tudásdimenziókhoz kapcsolódását térképszerűen jelenítettük meg. Egyes tanulási egységek tág teret adnak a kísérlet megtervezése készségének, aminek szükséges feltétele, hogy az irányított kutatástól eltérjen az óra menete a korlátozottan irányított vagy a teljesen nyílt kutatási formák felé. Ezeket a fokozatokat Wenning (2007) alapján értelmeztük. Az irányított ('guided') kutatás során az egyes tevékenységeket lényegében előírja a tanár. A tanulóknak ezért kicsiny ráhatásuk van a folyamatra, így valószínűtlen, hogy például a kutatások tervezése révén készségük fejleszhető és értékelhető. Ugyanakkor természetesen az együttműködési és érvelési készségeik megnyilvánulhatnak és értékelhetők.

A nyitott ('open') kutatás során a tanulók megfogalmazhatják saját kutatási kérdéseiket, és annak megválaszolására kísérletet tervezhetnek és kivitelezhetnek. A korlátozottan irányított ('bounded') kutatás a kettő között van: jellemzően a tanár fogalmazza meg a kutatási kérdést, de a kísérletet és a kivitelezést a tanulóra bízhatja. A határok a különféle irányítottágú osztálytermi órák között nem élesek, és gyakran a tanár személyes preferenciái nyilvánulnak meg a választásban. Általánosságban az jelenthető ki, hogy a nyitott kutatásnál nő meg annak esélye, hogy a tervezés és a hipotézisalkotás készségeit értékelni és fejleszteni lehessen.

1. Hipotézisek megfogalmazása

Elvileg a hipotézisek megfogalmazásának fázisa megelőzheti a kísérletek megtervezésének szakaszát. Fradd és munkatársai (2001) modelljében a kérdezés mint kutatási készség szerepel elsőként, és beleérti a kérdés megfogalmazását, valamint a hipotézis megfogalmazását egyaránt. Wenning (2007) arra hívja föl figyelmünket, hogy két, egymást kiegészítő gondolkodási képesség kap szerepet ebben a fázisban: az induktív gondolkodást használjuk a hipotézisek megfogalmazására, a deduktív gondolkodást pedig a hipotézisekből következtethető jóslatok megalkotására.

A kutatási kérdések megfogalmazása gyakran implicit módon magában foglalja a hipotézisek megalkotását is. A hipotézisalkotás során az előzetes tudásunkhoz kapcsoljuk előrejelzésünket, miközben arra máris magyarázatot, indoklást keresünk. A hipotézis tulajdonsága, hogy tesztelhető. A tanulók, akár egyénileg, akár csoportban dolgoznak, megtanulnak kutatási kérdéseket megfogalmazni, amelyek két változó közötti összehasonlításról vagy összefüggésről szólnak. Mindkét típusú kutatási kérdésnek helye van az osztálytermi kutatási tevékenységekben. Nincs szükség arra, hogy a középiskolában különbséget tegyünk a tudományos és a statisztikai jellegű hipotézisek között, hiszen a kevés számú megfigyelésből nyerhető leíró statisztikai elemzések kielégítőek. Ha azonban felmerül, hogy hány ismétlésre, megfigyelésre vagy mérésre van szükség, a tanárnak felkészültnek kell lennie arra, hogy a sablonos „egy mérés nem mérés” választ meghaladó, az életkornak megfelelő választ adjon.

2. Tervezés és a kísérletek implementációja

Ez a készség, amelyet Wenning (2007) kísérleti eljárások tervezése készségének nevez, arra a szándékolt gondolkodási folyamatra utal, mely a kísérlet megkezdése előtt szükséges. A kísérletek tervezése a következőket foglalhatja magában:

- (a) egy kezdeti kutatási kérdés finomításával speciálisabb kérdésekhez jutni;
- (b) eldönteni, mit akarunk tenni azért, hogy megkapjuk a választ, beleértve ebbe a változók beazonosítását és az úgynevezett „fair testing”¹ alapelvet;
- (c) eldönteni, milyen anyagokra, eszközökre van szüksége a csoportnak;
- (d) eldönteni, hogyan rögzítjük az adatainkat;
- (e) módosítani a kutatási kérdést, ha valami új ötlet fölmerül a kutatás során;
- (f) a végső jelentés fényében reflektálni arra, hogy mit tanultunk a kutatás során.

A hat lépés nem lineárisan követi egymást, hanem a konkrét kutatás függvényében merülnek föl. Ez a kutatási készség és értékelése különösen érzékeny arra, hogy mennyire nyitott az osztálytermi kutatás. Fradd és munkatársai (2001) szerint a kutatási kérdés megfogalmazását ritkán hagyjuk a tanulóra, a tanuló általában a tanár által feltett kérdésre reagál, így a kutatás tervezésének készsége mint időrendben első, értékelhető tanu-

ló kutatási készség kap szerepet. A valódi tudományos kutatásban a hipotézisek megfogalmazása megelőzi a kísérleti elrendezés megtervezését (ld. Kirk, 1995). Természetes, hogy ennek a kutatási készségnek a megléte is megfelelő szintű gondolkodási képességeket feltételez, hiszen például a kísérlet során változtatandó és változatlanul maradó tényezők lehetséges áttekintése a kombinatív gondolkodási képesség működését feltételezi.

3. Együtműködés

A tanulók közötti együtműködés készségének megfigyelése mai napig a neveléstudományi kutatások egyik kihívása. Az osztálytermi környezetben a tanár azonban megbízhatóan tudja értékelni az együtműködési készség színvonalát. Az együtműködési készség magas szintjén a tanulók megosztják egymással ötleteiket, és így egymást információforrásként használják. A készség hatékony működése feltételezi, hogy a tanulók egyre inkább tudnak figyelni egymásra, egyre magasabb szinten tudják ötleteiket szavakba önteni és a társas környezetben, másokra figyelve elmondani. Az együtműködés folyamatában fontossá válhat a nem és a társadalmi réteghez tartozás, valamint az akár kulturális különbségekből is fakadó egyéni, személyiségbeli különbségek. Az együtműködés készsége lassan fejlődik, és konstruktív tanári útmutatásra lehet szükség a megfelelő időpontban. Ennek során explicitte tehetők azok a törvényszerűségek, amelyek a csoportmunkát kísérik, így például tudatosíthatjuk a tanulóknak, hogy milyen jellemzői vannak, ha valaki vezetői vagy titkári szerepet tölt be a csoportmunka során.

4. Koherens érvelés

A koherens érvelés a természettudományos gondolkodás készségeire és képességeire épül. Az érvelés a következtetési gondolkodás eszköztárának alkalmazását jelenti, a koherencia pedig arra a kívánalomra utal, miszerint valamennyi rendelkezésre álló

A tanulók közötti együtműködés készségének megfigyelése mai napig a neveléstudományi kutatások egyik kihívása. Az osztálytermi környezetben a tanár azonban megbízhatóan tudja értékelni az együtműködési készség színvonalát. Az együtműködési készség magas szintjén a tanulók megosztják egymással ötleteiket, és így egymást információforrásként használják. A készség hatékony működése feltételezi, hogy a tanulók egyre inkább tudnak figyelni egymásra, egyre magasabb szinten tudják ötleteiket szavakba önteni és a társas környezetben, másokra figyelve elmondani. Az együtműködés folyamatában fontossá válhat a nem és a társadalmi réteghez tartozás, valamint az akár kulturális különbségekből is fakadó egyéni, személyiségbeli különbségek. Az együtműködés készsége lassan fejlődik, és konstruktív tanári útmutatásra lehet szükség a megfelelő időpontban. Ennek során explicitte tehetők azok a törvényszerűségek, amelyek a csoportmunkát kísérik, így például tudatosíthatjuk a tanulóknak, hogy milyen jellemzői vannak, ha valaki vezetői vagy titkári szerepet tölt be a csoportmunka során.

adatot, bizonyítékot figyelembe véve történik az érvelés (például a szélsőségesen eltérő egyedi értékekre is magyarázatot kapunk). A készségnek eleme még az is, hogy az előzetes tudást elkülönítsük az eredményektől.

A készség fejlesztése és értékelése minden kutatási fázishoz hozzákapcsolható. Mégis érdemes külön is definiálnunk és középpontba helyeznünk ezt a készséget. Egyrészt az érvelés minősége alapvetően tartalomhoz kötött, tehát nem várható, hogy tetszőleges szaktárgyi tartalom hasonló szinten működjön (ld. erről *Perkins és Salomon, 1992*). Másrészt ez a készség is alkalmas arra, hogy osztálytermi helyzetben, a kutatási folyamat több fázisában a tanár megbízhatóan értékelje, és a visszajelzés által fejlessze. Az előző, együttműködési készséghez hasonlóan itt is fontos a visszajelzés során a jelenségek explicit magyarázata, azaz például jelezni, hogy egy következtetési séma miért nem megfelelő.

Az érvelés készségének fontos eleme még, hogy a tanulók képesek legyenek eldönteni, mely bizonyítékok támogatják és melyek cáfolják hipotéziseiket. Az igazoló, falszifikáló és semleges bizonyítékok közötti különbségtétel a kritikai gondolkodás megfelelő szintjét feltételezi (*Norris és Ennis, 1989; Ennis, 1995; Aktamış és Yenice, 2010; Eklöf, 2013*).

Természettudományos gondolkodási készségek és képességek

A természettudományos gondolkodást gyakran az emberi gondolkodás csúcának tartják. Ide tartoznak azok a – természettudományi tartalmakon is, de más területeken is működő – képességek, mint a deduktív (nyelvi-logikai) képesség, az induktív gondolkodás, a kombinatív és a valószínűségi gondolkodás. A természettudományos gondolkodás absztrakciókat, szimbólumokat használ, és változók, dimenziók segítségével fejezi ki ezek viszonyait.

A természettudományos gondolkodás megjelenését elsősorban a tudományos párbeszéd teszi lehetővé, amikor a tanuló a saját gondolatait kifejezi az érvelés eszközeivel. Az érvelés során adatokat, bizonyítékokat, ábrákat, táblázatokat használunk, és igyekszünk másokat meggyőzni következtetéseink helyességéről.

Osztálytermi helyzetekben elsősorban a következtetési gondolkodás hibái azok, amelyek könnyen megfigyelhetők és kezelhetők. Például amikor egy kísérlet tervezése során egy változót konstansnak tekintünk, míg a többi módosítani szeretnénk, a kombinatív gondolkodás fejlettsége derül ki. Ha két változónk van, és bármelyiket hagyhatjuk változatlanul vagy módosíthatjuk, kombinatorikailag legalább négy esetet kell gondolatban áttekintenünk, és esetleg rajzban is megjelenítenünk. Akkor is, ha a tanulók korábban matematikaórán oldottak már meg hasonló vagy nehezebb kombinatorikai feladatokat, a konkrét természettudományi kísérlet változóin végrehajtva a műveleteket könnyen előfordulhatnak gondolkodási hibák.

Természettudományos műveltség

A műveltség fogalmát hétköznapi helyzetekben gyakran használjuk mint a jól szervezett, sokoldalúan előhívható tudásrendszert leíró kifejezést. A természettudományos műveltség is hasonló értelemben használatos: jól szervezett tudásrendszer, amelyben kulturális értékek is helyet kapnak (*Roberts, 2007*). A természettudományos műveltséget olyan értelemben használjuk, ahogyan az a PISA-felmérésekben kialakult: a jól szervezett tudásrendszer előhívható és felhasználható számos kontextusban (*OECD, 2013*). A természettudományos műveltség definíciója magában foglalja a tudás egyéni és társadalmi hasznosságát. Bár a meghatározásban az egyéni és társadalmi hasznosság, valamint a

sokoldalú, különböző kontextusokon átnyúló alkalmazhatóság is szerepel, az értékelés gyakorlatában a társadalmi és egyéni dimenzió leegyszerűsödik a kontextusok kategóriáira. A természettudományos műveltséget fejlesztő feladatok általában viszonylag hosszú szövegekre épülnek, amelyekben a tanulóknak különbséget kell tenniük fontos és irreleváns adatok között, miközben előzetes tudásukat aktivizálják, és gondolkodási képességeiket működtetik. Az osztálytermi gyakorlatban akkor válik főszereplővé ez a tudásdimenzió, amikor megoldandó problémákat, megválaszolandó kérdéseket keresünk a gyakorlati tapasztalatokból kiindulva, és amikor a kísérlet eredményeinek hasznosíthatóságát vitatjuk meg.

Az értékelés gyakorlata a SAILS projektben

A pedagógiai értékelés egy jól definiált kutatási terület, amely a tanulásra vonatkozó adatok gyűjtésével, elemzésével és felhasználásával foglalkozik (Black, 2000). Az értékelés gyakorlatát a formatív és szummatív értékelés kettőssége jellemzi (Harlen, 2005). Azok az adatok, amelyeket a tanárok a SAILS projektben kifejlesztett tanulási egységek órai használata során gyűjtenek, egyaránt felhasználhatók formatív és szummatív célokra. A formatív értékelés ez esetben a tanulási folyamat közvetlen irányítását és a tanításra vonatkozó döntéseket valósítja meg, a szummatív értékelés pedig arra vonatkozóan szolgáltat információt, hogy az egyes tudáselemek fejlettségi szintje milyen.

A kutatásalapú tanulás során a formatív értékeléshez figyelembe kell venni, hogy aktív tanulói tevékenységek megítéléséről van szó, azaz viszonylag rövid ideig tartó fázisokról kell visszajelzést adni. Ebből következően a visszacsatolás hatással van a következő tanulási fázisra. Az együttműködés és érvelés készségeinél a visszacsatolás hatása ugyanakkor hosszabb távon érvényesül. Az alábbiakban egy-egy példát mutatunk arra, hogy a különböző tudásdimenziók értékelés során milyen eszközöket használtak a projekt résztvevői.

Szaktárgyi tudáselemek

Több tanulási egység szervesen, relevánsan kapcsolódott az adott ország tantervében előírt ismeretanyaghoz. A *Sebesség*, *Elektromosság* és *Ételcímkek* tanulási egységekben a korrekett fogalomhasználat érdekében a tanórák elején brainstorming vagy más technikával megtörtént az előzetes tudás feltárása.

Más esetekben olyan kísérletet tartalmazott a SAILS projekt tanulási egysége, amely nem illeszkedett konkrét tantervi előíráshoz, ugyanakkor a tanulók előzetes hétköznapi tapasztalatainak aktiválása mellett a természettudományos kísérletezés logikájának megismertetéséhez (amely részben szintén tantervi anyagként van számon tartva) kiválóan alkalmasnak bizonyult. Jellegzetes példa a *Pinceászkák* tanulási egység.

Kutatási készségek

1. Hipotézisek megfogalmazása

A *Pinceászkák* tanulási egységben a tanár négyfokú rangskálán (rubrikák) értékelte a hipotézisalgoritmus készségének fejlettségét. A négy szint neve jellemzően közös volt különféle tanulási egységekhez és készségekhez használt rangskálák esetén (2. táblázat).

2. táblázat. A pinceásvák tanulási egység értékelése

<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
Valamilyen jóslattal előáll a tanuló.	Kutatási kérdéshez kapcsolódó, tesztelhető jóslattal áll elő.	Kutatási kérdéshez kapcsolódó, tesztelhető jóslattal áll elő, amely előrevetíti a kapcsolódást a kísérlet eredményeihez.	Kutatási kérdéshez kapcsolódó, tesztelhető jóslattal áll elő, amely előrevetíti a kapcsolódást a kísérlet eredményeihez, és amely természettudományos gondolkodáson alapszik.

2. Tervezés és a kísérletek implementációja

Ennél a készségnél gyakran megjelentek a háromfokú rangskálák, amelyek a helytelen, részben helyes és helyes analógiáját fejtették ki különböző tartalmakon. A hazai fejlesztésű *A puding próbája* tanulási egységben (ld. Veres, 2016) is ez valósult meg. A részben helyes megoldások jellemzője, hogy a kísérleti változók és azok kapcsolatainak említése rendben van, ám nincs tisztázva, hogy mely változókat változtatjuk a kísérlet során, és melyek maradnak rögzítve. A 3. táblázat a *Növények táplálkozása* tanulási egységhez készített, az előző készség példáján már bemutatott négyfokú skálát mutat be, a konkrét tanulási egység fogalmihoz kötötten.

3. táblázat. A puding próbája tanulási egység értékelése

<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
Precíz eljárás, de kicsi távolság a minták között.	Jelzi a kiválasztott módszert és érvel gyorsasága mellett.	Jelzi a kiválasztott módszert és érvel pontossága mellett.	Jelzi a választott módszert, és a gyorsaság és a pontosság mellett is érvel.

3. Együtműködés

A *Polimerek* tanulási egységben a 4. táblázatban bemutatott önértékelési kérdőívet töltötték ki a tanulók. A négy fokozat a gyakoriság fokozatait jelzi: 1=szinte soha; 2=ritkán; 3=néha; 4=gyakran.

4. táblázat. A csoportmunka önértékelése (részlet)

<i>Csoportmunka értékelése</i>		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Részt vettem a megbeszélésben.				
2.	Figyelmesen hallgattam arra, amit mások mondtak.				
3.	Megoldási javaslattal éltem, és a csoport tagjai azt elfogadták.				
11.	Egyetértettem azzal, amit a barátaim javasoltak.				

A tanári, külső értékelés példaként ismét a már ismert négyfokú skálát mutatjuk példaként (5. táblázat).

5. táblázat. A csoportmunka külső, tanári értékelése

<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
Részt vesz a csoportmunkában, de megszakításokkal. A rábízott feladatot elvégzi, de önként nem jelentkezik feladatvégzésre. Általában passzív megfigyelőként vesz részt a munkában.	Megszakítás nélkül részt vesz a csoportmunkában, de változó intenzitással. Néha önként jelentkezik feladatvégzésre. A vitában kifejezi véleményét, de nem látszik koherensnek és meggyőzőnek.	Aktívan, megszakítás nélkül részt vesz a csoportmunkában. Gyakran vállal önként feladatot a csapat tagjaként. Aktívan részt vesz a vitában és érvekkel alátámasztva támogat véleményeket.	Vezető szerepet játszik a csoportban, aki hatékonyan szervezi a csoportmunkát és segíti társait. Meggyőző érveket hoz a vitákban, de el tudja fogadni mások álláspontját is, ha ők megfelelő érvekkel meggyőzik.

4. Koherens érvelés

Az értékelésnek egy olyan skáláját alkották meg a *Globális felmelegedés* tanulási egység kipróbálói, amely csak számokkal és azokhoz tartozó technikai jelzőkkel értékeli az érvelés minőségét, koherenciáját. Ebben a tanulási egységben a tanulók maguk ítélték meg e feladatban szereplő, kitalált személyek érvelésének minőségét, így ez a skála áttételesen mutatja a tanulók érvelési készségének szintjét (6. táblázat).

6. táblázat. Az érvelési készségek értékelése

<i>Szempont</i>	<i>Kiváló (4)</i>	<i>Jó (3)</i>	<i>Fejlesztendő (2)</i>	<i>Átgondolandó (1)</i>	<i>Pontszám</i>
Meggyőzően érvelnek-e?					
Teljeskörű-e az érvelésük?					
Helyesnek tűnik az érvelésük?					
Helyesnek tűnik a válaszuk?					
				Összes:	

Összegzés

A SAILS projekt neve (Értékelési stratégiák a természettudományok kutatásalapú tanulásához) utal arra az innovatív feladatra, amelyet felvállaltunk: azoknak a tudáselemeknek az értékelésére alakítottunk ki tartalmi kereteket, amelyek értékelése és ezzel együtt fejlesztése a kutatásalapú tanulás megközelítésmódjához kapcsolható. Felhasználva a korábbi TÁMOP projektünkben megalkotott értékelési tartalmi kereteket, kiegészítve azokat a nemzetközi együttműködés során napvilágra került és fontosnak ítélt tényezőkkel, a kutatásalapú tanulás értékelésének négy dimenzióját írtuk le. A természettudományos gondolkodás, a természettudományos műveltség és a szaktárgyi tudáselemek mellett a kutatási folyamatban főszerpet játszó négy kutatási készség értékelésére térünk ki. Ezeknek a készségeknek az értékelésére jellemzően négyfokozatú rangskálás

visszacsatolás bizonyult működőképesnek az osztálytermi gyakorlatban. Ahhoz, hogy a tanulási egységenként és készségenként eltérően definiált értékelési fokozatok a tudományos igényű fejlesztőmunka számára is használhatók legyenek, további vizsgálatokban érdemes kutatni, hogy az értékelés eszközei hogyan és milyen mértékben függenek a konkrét tanulási egységtől, a kutatási készségtől és magától az osztálytermi kultúrától, amelyben azt a tanulás fejlesztésére fölhasználhatjuk.

Jegyzet

¹ A fair testing lényege a természettudományban, körülményt változtatlanul hagyunk, és ezt ellenőriz-
hogy a vizsgálni kívánt hatástól eltekintve minden zük is a kísérlet során.

Irodalom

- Adey, Philip és Csapó Benő (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 17–58.
- Aktamış, H. és Yenice, N. (2010): Determination of the science process skills and critical thinking skill levels. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2. sz. 3282–3288. DOI: [10.1016/j.sbspro.2010.03.502](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.502)
- B. Németh Mária és Korom Erzsébet (2012): A természettudományos műveltség és az alkalmazható tudás értékelése. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 59–92.
- Baumfield, V. (2006): Tools for pedagogical inquiry: the impact of teaching thinking skills on teachers. *Oxford Review of Education*, 32. 2. sz. 185–196. DOI: [10.1080/03054980600645362](https://doi.org/10.1080/03054980600645362)
- Black, P. (2000): Research and the development of educational assessment. *Oxford Review of Education*, 26. 3–4. sz. 407–419. DOI: [10.1080/713688540](https://doi.org/10.1080/713688540)
- Bybee, R. W. (2009): *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. A commissioned paper prepared for a workshop on exploring the intersection of science education and the development of 21st century skills. http://itsisu.concord.org/share/Bybee_21st_Century_Paper.pdf
- Csapó Benő (2001): Az induktív gondolkodás fejlődésének elemzése országos reprezentatív felmérés alapján. *Magyar Pedagógia*, 101. 3. sz. 373–391.
- Csapó Benő (2004): Knowledge and competencies. In: Letschert, J. (szerk.): *The integrated person. How curriculum development relates to new competencies*. CIDREE, Enschede. 35–49.
- Csapó Benő (2008): A tanulás dimenziói és a tudás szerveződése. *Educatio*, 17. 2. sz. 207–217.
- Csapó, B. (2010): Goals of learning and the organization of knowledge. In: Klieme, E., Leutner, D. és Kenk, M. (szerk.): *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes*. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik. Beltz, Weinheim, Germany. 12–27.
- Csapó, B. (2012). Developing a framework for diagnostic assessment of early science. In: S Bernholt, S., Neumann, K. és Nentwig, P. (szerk.): *Making it tangible – Learning outcomes in science education*. Waxmann, Münster. 55–78.
- Csapó Benő és Szabó Gábor (2012, szerk.). *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csíkos Csaba (2015): A kutatásalapú tanulás: tan-
könyvszerzői és -felhasználói szemmel. OFI, Buda-
pest.
- Csíkos Csaba és Csapó Benő (2011): A diagnosztikus matematika felmérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti alapok és gyakorlati kérdések. In: Csapó Benő és Szendrei Mária (szerk.): *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 141–168.
- Csíkos Csaba és Verschaffel, L. (2011): A matematikai műveltség és a matematikatudás alkalmazása. In: Csapó Benő és Szendrei Mária (szerk.): *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 59–97.
- Eklöf, A. (2013): A long and winding path: Requirements for critical thinking in project work. *Culture and Social Interaction*, 2. 2. sz. 61–74. DOI: [10.1016/j.lcsi.2012.11.001](https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2012.11.001)
- Ennis, R. H. (1995): *Critical thinking*. Prentice Hall, New York.
- Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X. és Saxton, M. K. (2001): Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25. 4. sz. 417–439. DOI: [10.1080/15235882.2001.11074464](https://doi.org/10.1080/15235882.2001.11074464)
- Harlen, W. (2005): *Teaching, learning and assessing science 5–12*. Sage Publications, London.

- Korom Erzsébet, B. Németh Mária, Nagy Lászlóné és Csapó Benő (2012): A diagnosztikus természettudomány-felmérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti alapok és gyakorlati kérdések. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 151–177.
- Kirk, R. E. (1995): *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. Harmadik kiadás. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA.
- Korom Erzsébet (2001): A fogalmi fejlődés és a fogalmak hatékony tanulása. In: Csapó Benő és Vidákovich Tibor (szerk.): *Neveléstudomány az ezredfordulón*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 106–116.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Korom Erzsébet és Szabó Gábor (2012). A természettudomány tanításának és felmérésének diszciplináris és tantervi szempontjai. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 93–150.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R. és Soloway, E. (2000): Instructional, Curricular, and Technological Supports for Inquiry in Science Classrooms. In: Minstrell, J. és van Zee, E. H. (szerk.): *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. American Association for the Advancement of Science, Washington. 283–315.
- Mullis, I. V. S. és Martin, M. O. (2013, szerk.): *TIMSS 2015 assessment frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill, MA.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás (inquiry-based learning/teaching, IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 31–51.
- Norris, S. P. és Ennis, R. H. (1989): *Evaluating critical thinking*. Midwest Publications Critical Thinking Press, Pacific Grove, CA.
- OECD (2003): *Learners for life: Student approaches to learning. Results from PISA 2000*. OECD, Paris. DOI: [10.1787/9789264103917-en](https://doi.org/10.1787/9789264103917-en)
- OECD (2005): *Problem solving for tomorrow's World. First measures of cross-curricular competencies from PISA 2003*. OECD, Paris. DOI: [10.1787/9789264006430-en](https://doi.org/10.1787/9789264006430-en)
- OECD (2014): *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' skills in tackling real-life problems (Volume V)*. OECD, Paris. DOI: [10.1787/9789264208070-en](https://doi.org/10.1787/9789264208070-en)
- OECD (2013): *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD Publishing. DOI: [10.1787/9789264190511-en](https://doi.org/10.1787/9789264190511-en)
- Overton, W. F. (1990, szerk.): *Reasoning, necessity, and logic: Developmental perspectives*. Psychology Press. DOI: [10.4324/9780203771198](https://doi.org/10.4324/9780203771198)
- Perkins, D. N. és Salomon, G. (1989): Are cognitive skills context-bound? *Educational Researcher*, **18**. 1. sz. 16–25. DOI: [10.3102/0013189x018001016](https://doi.org/10.3102/0013189x018001016)
- Veres Gábor (2016): Gondolkodás- és képességfejlesztés: Kihívások és megoldások a SAILS projektben. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 43–56.
- Vidákovich Tibor (2008): A tapasztalati következtetés fejlődése az óvodától a középiskoláig. *Magyar Pedagógia*, **108**. 3. sz. 199–224.
- Walker, M. (2007): *Teaching inquiry based science*. Lightning Source, LaVergne, TN.
- Wenning, C. J. (2007): Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, **4**. 2. sz. 21–24.

Korom Erzsébet¹ – Csikos Csaba² – Csapó Benő³¹ Szegedi Tudományegyetem Oktatásmélt Tanszék² Szegedi Tudományegyetem Pedagógiai Értékelés és Tervezés Tanszék³ MTA-SZTE Képességfejltés Kutatócsoport

A kutatásalapú tanulás megvalósításának feltételei a természettudományok tanításában

A kutatásalapú tanulás oktatási gyakorlatban való elterjedésének számos feltétele van. A módszertani fejlesztésekhez elengedhetetlen, hogy empirikus bizonyítékokkal rendelkezünk arról, hogyan hat a kutatásalapú tanulás a tanulók természettudományos tudására, gondolkodására, tanulási motivációjára, milyen pedagógiai tudás szükséges a hatékony alkalmazásához. A feltételek közé tartozik, hogy a természettudományi tantervek támogassák az aktív tanulást, a kutatási készségek fejlesztését, rendelkezésre álljanak módszertani segédanyagok, taneszközök, fejlődjön a tanárképzés és a tanár-továbbképzés, a tapasztalatok megosztására jöjjenek létre szakmai közösségek, és a módszer ismertté, elfogadottá váljon a tanárok, a diákok és a szülők körében egyaránt. A tanulmányban a feltételek közül azokat emeljük ki, amelyekben a SAILS projekt révén hazai viszonylatban jelentős előrelépés történt. Részletesebben bemutatjuk a tananyagfejlesztés, a tanárképzési és tanár-továbbképzési programok kidolgozása, a szakmai közösség formálása terén végzett munkát, továbbá a szélesebb közönséget is megszólító szakmai rendezvényeket.

A kutatásalapú tanulás megjelenése a hazai tantervekben

ASAILS projekt kezdetén minden részt vevő ország áttekintette oktatási rendszerének szabályozó dokumentumait a kutatásalapú tanulás szempontjából. Ennek részeként mi is megvizsgáltuk a hazai természettudományos tanterveket, érettségi vizsgakövetelményeket, valamint az érettségi vizsgán szereplő feladattípusokat.

A 2012-ben elfogadott *Nemzeti alaptanterv*ben a kutatásalapú tanulás kifejezés nem szerepel, de más, e tanulási megközelítéshez kapcsolódó kifejezések (pl. problémamegoldás, kísérletezés, kísérlet, kutatás, információgyűjtés és információkezelés, modellalkotás, kritikai gondolkodás, aktív tanulás, önszabályozó tanulás) megtalálhatók a tanterv szövegében, és megfogalmazódnak olyan célok, feladatok is, amelyek megvalósítását elősegítheti a kutatásalapú tanulás.

Fontos feladatként határozza meg a *Nemzeti alaptanterv* a kísérletezés, a megfigyelés, a természettudományos gondolkodás differenciált fejlesztését és alkalmazását, valamint a műszaki ismeretek hétköznapi életben is használható elemeinek gyakorlati elsajátítását.

Az *Ember és természet* műveltségterület céljai között szerepel, hogy „a tanulókat meg kell ismertetni a tervszerű megfigyeléssel és kísérletezéssel, az eredmények ábrázolásával, a sejtett összefüggések matematikai formába öntésével, ellenőrzésének, igazolásának vagy cáfolatának módjaival, a tudományos tényeken alapuló érveléssel és a modellalkotás lényegével.” (Nat, 2012, 10725. o.). A gondolkodási képességek fejlesztésének fontosságára is találunk utalást: a természettudományok tanulása révén olyan általános gondolkodási képességek fejlődhetnek, mint például az elvonatkoztatás, a következtetés, az adatok értékelése, a valószínűségi gondolkodás, a változók vizsgálata, az adatok, tények és a magyarázatok megkülönböztetése. A természettudományos műveltség megszerzése során fejlődhetnek a természettudományos gondolkodáshoz szükséges készségek, képességek, például a kommunikáció, egyszerűsítés, strukturálás, osztályozás, fogalom-meghatározás, rendszerszerű megfigyelés, kísérletezés, mérés, adatgyűjtés, adatfeldolgozás, következtetés, előrejelzés, bizonyítás és cáfolás.

A *Tudomány, technika, kultúra* tudásterület fejlesztési feladatai részletezik azokat a tudáselemeket, amelyek a kutatásalapú tanulóhoz leginkább köthetők. Az 5–12. évfolyamon a tudományos megismerés, a tudományos vizsgálódás, gondolkodás jellemzőinek, módszereinek (problémák tudatos azonosítása, feltevések megvizsgálása, kísérletek tervezése problémák megoldására, kísérletelemzés, alternatívák megkülönböztetése) ismeretét és alkalmazását; a 7–12. évfolyamon a természettudományos megismeréshez szükséges történeti szemlélet kialakítását.

A Nat a természettudományos nevelés kapcsán kiemeli a különböző aktív tanulási formákat, technikákat támogató tanulási környezet kialakításának fontosságát. Az aktív tanulási módszerek közül példaként a problémaalapú tanulást és a kooperatív munkát említi.

A kerettantervekben a tudományos vizsgálódásra, a tudomány természetére vonatkozó tudáselemek elsősorban a középiskolai szinten és főként az emelt óraszámú természettudományos tanulmányokban jelennek meg. Az alsóbb szinteken is jelen lévő kísérletezés, projektek végzése itt mérési, laboratóriumi gyakorlattal is kiegészül. Az 5–8. évfolyamon a Természettudományi gyakorlatok szabadon választható tantárgy biztosít lehetőséget a közvetlen tapasztalatszerzésre, az elmélyültebb vizsgálódásra, kísérletezésre, modellalkotásra.

A természettudományi tudás rendszerszintű értékelése hazánkban nem megoldott, mivel a természettudomány nem szerepel az Országos kompetenciamérés területei között, és az érettségi vizsgán sem feltétlenül szükséges természettudományos tantárgyat vagy tantárgyakat választani. Az érettségi vizsgakövetelményekben közép- és emelt szinten is szerepelnek a kutatásalapú tanulóval kapcsolatba hozható tudáselemek. Minden természettudományos tantárgy esetében megjelenik az adott diszciplínára jellemző megismerési módszerek, vizsgálati és következtetési módszerek ismerete és alkalmazása, biológiából például az emelt szintű követelmények között szerepel a feltevés és az elmélet közötti különbség ismerete, kísérlet értelmezése, változók azonosítása, a modellalkotás lényegének ismerete. A természettudományos tantárgyak érettségi feladataiban azonban dominálnak a tartalmi tudást és a feladatmegoldó algoritmusok alkalmazását számon kérő feladatok. A feladatsorokban megjelenik a természettudományos gondolkodás bizonyos elemeinek (pl. kutatási eredmények értékelése, adatelemzés, következtetések megfogalmazása, analógiák felismerése) mérésére való törekvés is, de a megfigyelések, kísérletek elemzését igénylő feladatok többsége csak a kísérlet megértését, a tapasztalatok tudományos magyarázatát kéri. Emelt szinten is alig fordul elő olyan feladat, amely kutatási kérdés vagy probléma megfogalmazására, hipotézisalkotásra vagy kísérlet tervezésére vonatkozna.

Az elemzés felhívja a figyelmet arra, hogy a hazai közoktatás bemeneti és kimeneti szabályozó dokumentumaiban explicit módon nem szerepel a kutatási készségek mint

tudáselemek körülhatárolása és a kutatásalapú tanulásra alapozott természettudományos nevelés hangsúlyozása. A tudományos ismeretszerzésről, kutatásról való tudás és a természettudományos gondolkodáshoz, a tudás alkalmazásához szükséges készségek fejlesztésének szükségessége viszont megjelenik (elsősorban a *Nemzeti alaptanterv*ben, a kerettantervekben, vizsgakövetelményekben kevésbé), értékelésük viszont az érettségi vizsga feladataiban alulreprezentált. Problémát jelent, hogy a kerettantervekben meghatározott nagy mennyiségű tananyag elsajátítására szűkös időkeret áll rendelkezésre, ami nehezítheti az időigényesebb, a tanulói tevékenységekre építő oktatási módszerek elterjedését.

A hazai helyzet összhangban van azzal a megállapítással, amit a részt vevő országok oktatási rendszerét, dokumentumait áttekintő, a projekt 1. munkacsomagjában született összefoglaló is megfogalmaz (*McLoughlin, Finlayson és van Kampen*, 2012). Annak ellenére, hogy a kutatás, vizsgálódás és a hozzá kapcsolódó készségek és kompetenciák minden ország tantervében fontosak, a partnerországok többségének értékelési rendszerében nem jelennek meg. Ha a kutatási készségeket nem értékeljük, nehezen ismerik fel a tanárok és a diákok a kutatásalapú tanulásra alapozott módszerek fontosságát.

A kutatásalapú tanulást segítő foglalkozásterv, tanári segédanyagok

A kutatásalapú tanulás egy olyan megközelítési mód, amely nem feltétlenül igényli a tanítási módszerek gyökeres megváltoztatását. A megszokott, a tanárok által jól ismert feladatok, tanári és tanulói kísérletek is átalakíthatók úgy, hogy nagyobb teret kapjanak a tanulók a megoldás keresésében vagy a kísérlet megvalósításában. Ehhez azonban példákra, mintákra van szükség. A kutatásalapú tanulás módszerének kipróbálását segíti, ha rendelkezésre állnak könnyen használható, egyszerű feladatok és részletes tanári útmutatók, segédanyagok. Ilyenek kidolgozására több korábbi projektben is sor került. Például a PRIMAS projektben 4–9, 10–14 és 15–18 éves korosztály számára készültek természettudományos, illetve matematikai témájú feladatok, tananyagok (*Csikos*, 2010; *Maaß és Reitz-Koncebovski*, 2013). Ezekben a pedagógiai relevancia kiemelése és a feladat részletes leírása tanulói feladatlapokkal és a tanároknak szóló további információkkal egészül ki. A tanári útmutatók kiemelik a kutatásalapú tanulás megvalósításához szükséges tanári kompetenciákat (tanulóközpontú kutatás szervezése, strukturálatlan problémák használata, fogalmak fejlesztése, kérdezés, a tanórai interakciók elősegítése, az együttműködő tanulás támogatása, a tanulók értékelése), szervesen kapcsolódva a projektben kidolgozott tanár-továbbképzési modulokhoz (*Korom*, 2010).

A SAILS projektben született tanári segédanyagokban a kutatásalapú tanulás értékelési lehetőségei és a tanórai alkalmazás kérdései kapnak kiemelt szerepet. A SAILS unitok (tanulási egységek) az oktatás két szakaszára (6–10. évfolyam, 11–12. évfolyam) és három tantárgyi területére (biológia, fizika, kémia) készültek. Amellett, hogy bemutatják a kutatásalapú megközelítés tanórai adaptálásának előnyeit, példákkal illusztrálják, hogyan ágyazódnak be a tanórákba az értékelés különböző formái, és felvázolják azt is, milyen értékelési lehetőségek állnak a tanárok rendelkezésére. Bemutatják, hogy a tanulásnak milyen bizonyítékai lehetnek (pl. tanulói munkák, prezentációk) és milyen módszerekkel tudják azokat a tanárok értékelni (pl. osztálytermi megbeszélés, tanári megfigyelés, társértékelés, önértékelés, feladatlapok, rubrikák használata). Minden tanulási egység szerves részét képezik a tanárok beszámolója arról, hogyan adaptálták a tanulási egységet az adott tanulócsoporthoz, és milyen módon értékelték a tanulási folyamatot.

A tanulási egységek szerkezete azonos sémát követ. Az első részben található a tanulási egység kulcsfogalmai, legfontosabb tartalmi elemei. Itt szerepel az is, hogy a tanulási egység az oktatás milyen szintjén, milyen életkorban ajánlott. Ezt követi a fejlesztett

és értékelt készségek, kompetenciák köre, majd az értékelés módszereinek felsorolása. A második rész javaslatokat ad a tevékenységek tanórai megvalósításához és a kutatási készségek, kompetenciák értékeléséhez. A harmadik rész a kipróbálás során született esettanulmányok szintézisét tartalmazza. Összegezi, hogyan adaptálták a különböző országok tanárai az adott tanulási egységet és az ajánlott értékelési módszereket saját tanulócsoportjaikra.

A tanulási egységek kidolgozásába minden részt vevő ország bekapcsolódott. Több mint negyven tanulási egység készült egy hosszú kipróbálási és fejlesztési folyamat eredményeként. A nemzetközi kipróbáláshoz 19 tanulási egységet (közülük kettő, *A pudding próbája* és a *Tojások ütközése*, hazai fejlesztésű) választottak ki, mindegyiket legalább három másik országban kipróbálták, minden kipróbálásról esettanulmány született. Az esettanulmányokat a tanulási egységek szerzői összegezték, és egységes szempontok alapján elkészítették azok szintézisét. Az így kialakult tanulási egységek, foglalkozástervek a gyakorlati alkalmazás sokféle lehetőségére és esetleges korlátaira is felhívják a figyelmet (*Finlayson, McLoughlin, Coyle, McCabe, Lovatt és van Kampen*, 2015).

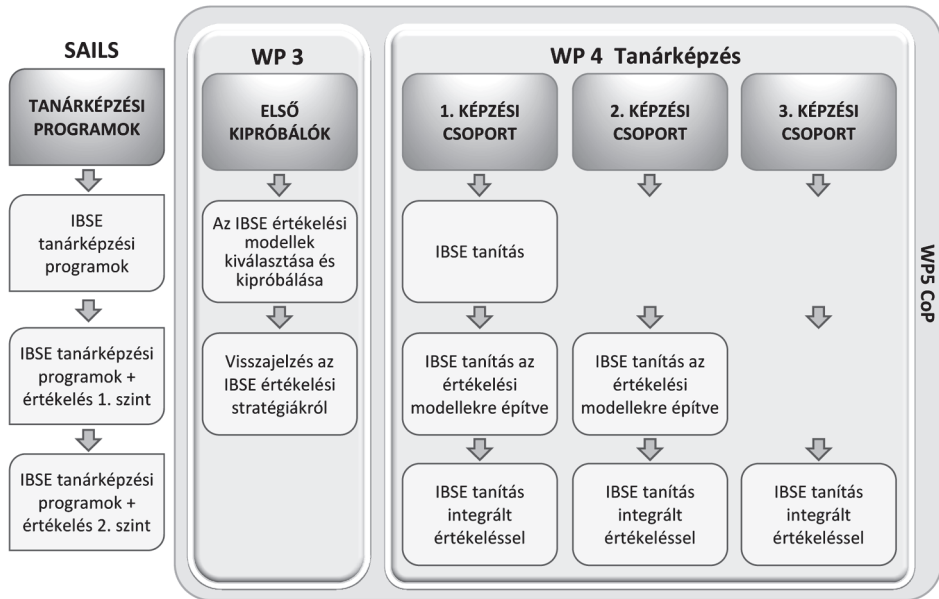
A projekt keretében 15 hazai fejlesztésű foglalkozásterv készült (*A pudding próbája, Él-e az élesztő?, Galvánelem készítése, Keményítő bontása a nyálban, Kémiai reakciók sebessége, Keverék szétválasztása, Halevő madarak zsákmányszerzése és a fénytörés, Mekkora egy vízcsepp?, Savas eső, Sebesség, Talaj víz- és humusztartalmának meghatározása, Tojás esése, Tojásfőzés, Tömeg és magasság, Változások sebessége*), melyeket összesen 34 alkalommal próbáltak ki gyakorló tanárok vagy tanárjelöltek. A kipróbálások eredményeiről több publikációban is beszámoltunk. A dublini SMEC (Science and Mathematics Education Conference) 2014 konferenciára készült kilenc poszterünk közül öt az esettanulmányok tapasztalatait dolgozta fel (*Kontai és Nagy*, 2014; *Oláhné Nádasdi, Barta és Korom*, 2014; *Radnóti, Nagy és B. Németh*, 2014; *Somogyi és Csikos*, 2014; *Véres és Korom*, 2014). Hazai neveléstudományi (CEA/PÉK 2014, 2015) és módszertani konferenciákon (Kutatótanárok konferenciája; Tudós tanárok konferenciája) ismertettük az eredményeket, az esettanulmányokra alapozva több tanulmány is megjelent (ld. *Nagy, Horváth és Radnóti*, 2013; *Nagy és Radnóti*, 2015; *Radnóti*, 2015; *Radnóti és Adorjánné Farkas*, 2015).

A hazai munkacsoport tagjai bekapcsolódtak a nemzetközi fejlesztésű unitok kipróbálásába is. Tanáraink nyolc tanulási egységet próbáltak ki (*Black tide – oil in the water, Electricity, Floating orange, Food and food labels, Natural selection, Plant nutrition, Reaction rates, Speed*) és 13 esettanulmányt készítettek (a kipróbálások tapasztalatairól ld. *Kissné Gera*, 2016; *Németh és Orosz*, 2016; *Radnóti és Adorjánné*, 2016; *Somogyi*, 2016; *Véres*, 2016). A tanulási egységek fejlesztésében, kipróbálásában részt vevő tanárok a tanárképzési programok kidolgozásának és megvalósításának is aktív szereplői voltak.

Tanárképzési és -továbbképzési programok

A SAILS projekt tanárképzési rendszere több egymásra épülő szintből állt. Mivel a kutatásalapú tanulásról, annak értékeléséről és a szükséges tanári készségekről való tudás az értékelés tartalmi kerete és a tanulási egységek kidolgozása, kipróbálása révén folyamatosan bővült a projekt során, a képzések tematikája is ennek megfelelően változott. A gyakorló tanárok és a tanár szakos hallgatók képzései is három szinten, három képzési csoportban valósultak meg (1. ábra). A kezdeti szinten a résztvevők a kutatásalapú tanulás módszerével ismerkedtek meg. Az első szinten a kutatásalapú tanulás értékelési lehetőségei mellett megismertek, megvitattak néhány SAILS tanulási egységet, és kipróbálhatták azokat saját diákjaik körében. Mindez a második szinten tovább bővült, és kiegészült azzal, hogy a résztvevők saját foglalkozástervet is készítettek. A tanárképzési

programok kidolgozását támogatták a 2. munkacsomagban készült értékelési stratégiák és tartalmi keretek ('framework'), választ adva arra, hogy mit, mikor és hogyan értékeljünk a kutatásalapú tanulásban (Csapó és mtsai, 2013; Csikos, Korom és Csapó, 2016). A tanulási egységek fejlesztése, kipróbálása és a képzésben részt vevő oktatók felkészítése a 3. munkacsomagban valósult meg. A 4. munkacsomag a tanárképzési programok kidolgozására és lebonyolítására koncentrált. A résztvevők közötti kommunikációt az 5. munkacsomagban létrehozott elektronikus felület tette lehetővé.



1. ábra. A tanárképzés és -továbbképzés rendszere (forrás: SAILS projekt)

A képzések tananyagát és formáját minden részt vevő ország maga alakította ki, építve a nemzeti előzményekre, korábbi projektekre és alkalmazkodva az adott ország oktatási rendszerének sajátosságaihoz. A képzések között előfordultak néhány órás workshopok, de több napos továbbképzési programok is.

Képzések gyakorló tanároknak

Hazánkban a tanár-továbbképzések három helyszínen, Szegeden, Budapesten és Hódmezővásárhelyen zajlottak több képzési szinten és csoportban. A képzéseket tartó kollégák már rendelkeztek tapasztalatokkal, hiszen trénerként mindannyian közreműködtek a PRIMAS projektben akkreditált 36 órás tanár-továbbképzésben (Korom, 2010). Az oktatók között neveléstudományi kutatók, szakmódszertanos kollégák és gyakorló tanárok egyaránt voltak, a foglalkozásokat 'team-teaching' formájában vezették.

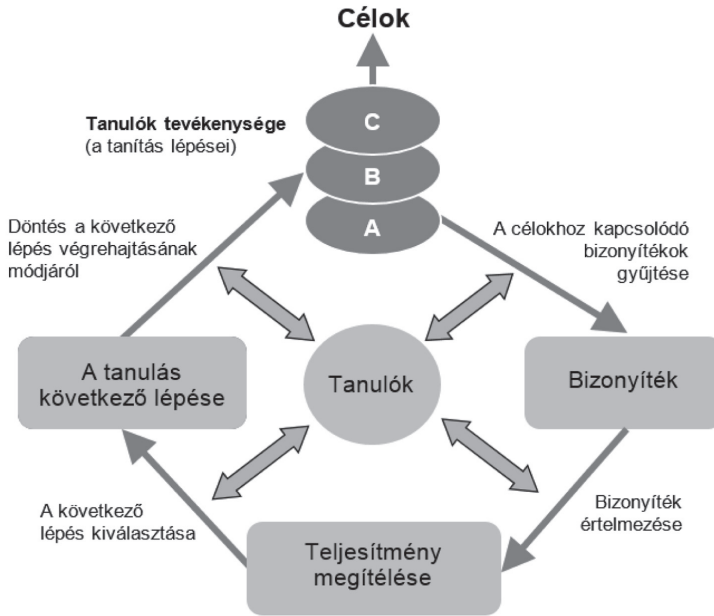
A gyakorlati jellegű foglalkozások nagymértékben építettek a résztvevők aktivitására, lehetőséget adtak arra, hogy a tanárok azonosítsák a kutatásalapú tanulás módszerének elemeit saját tanítási gyakorlatukban, megvitassák a módszer hasznát és korlátait. A továbbképzések résztvevői a 12–18 éves korosztálynak természetismeretet, biológiát, kémiát vagy fizikát tanító tanárok közül kerültek ki. Közülük néhányan már hallottak a kutatásalapú természettudományos nevelésről, a többség számára azonban a módszer ismeretlen volt. A foglalkozások hazánkban is fokozatosan építkeztek, a legátfogóbb, 2. szintű képzés tematikáját az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat. A tanár-továbbképzés hazai tematikája a SAILS képzés 2. szintjén

Foglalkozás	Tematika
1.	<ul style="list-style-type: none"> • A kutatásalapú természettudományos nevelés (Inquiry-Based Science Education, IBSE) koncepciója, elméleti háttere, a SAILS projekt bemutatása • Kutatási készségek, gondolkodási képességek fejlesztése a természettudományos tanórán • Strukturált, irányított és nyitott feladatok szerkesztése és alkalmazása • Biológia, fizika és kémia tartalmú SAILS tanulási egységek megismerése, elemzése • A kutatásalapú tanulás beépítése az oktatás gyakorlatába, saját IBL feladatok szerkesztése • Kapcsolattartás, diskurzus a hazai szakmai közösségben (Community of Practice, COP)
2.	<ul style="list-style-type: none"> • A kutatásalapú tanulást segítő tanári készségek (problémafelvetés, kérdezés, a fogalmi fejlődés elősegítése, a csoportmunka irányítása, a társ- és az önértékelés elősegítése) • A kutatási készségek tanórai értékelésének módszerei, lehetőségei • A formatív értékelés módszerei és eszközei • A SAILS projektben fejlesztett tanulási egységek megismerése, az egyéni kipróbálás előkészítése • A kutatási készségek formatív értékelésének, a tapasztalatok rögzítésének módszerei
3.	<ul style="list-style-type: none"> • A SAILS feladatok kipróbálásának eredményei, a tanárok egyéni beszámolóit és a tapasztalatok megvitatása • A kutatási készségek formatív értékelésének megvalósítása, a saját tapasztalatok megosztása

A tanár-továbbképzésen kiemelt szerepet kapott a tanárok szemléletformálása, saját tanítási gyakorlatuk átgondolása, a kutatásalapú tanulásban rejlő lehetőségek felismerése. Szó esett a módszer alkalmazásának nehézségeiről is. Ezek közül a hazai tanárok leggyakrabban a túlszűfolt tantervet, a feszített időkereteket, a kutatási készségek értékelésére alkalmas eszközök hiányát és a formatív értékelésről való csekély ismereteiket emelték ki. Az oktatók ezért igyekeztek minél több feladaton, tanulási szituáción keresztül bemutatni, hogyan lehet a gyakorlatban alkalmazni a formatív értékelés folyamatát (2. ábra), bizonyítékokat gyűjteni a tanulók munkájáról, értékelni készségeik fejlettségét, és segíteni őket, hogy eljussanak a következő szintre.

A továbbképzés utolsó foglalkozására a résztvevők saját foglalkozásterveket készítettek, amelyeket megosztottak a csoporttal és az oktatókkal a közös elektronikus felületen. Néhányan nemcsak tervet készítettek, hanem ki is próbálták diákjaikkal. A tanárok között voltak olyanok is, akik saját foglalkozásterv kidolgozása helyett azt választották, hogy a képzésen megismert tanulási egységek egyikét valósítják meg saját tanítványikkal. A tapasztalatok többségében pozitívak voltak, és mindannyian megfogalmazták, hogy egy-egy kutatásalapú foglalkozás kidolgozása és kivitelezése lényegesen több időt és energiát igényel a hagyományos módszerekhez képest.



2. ábra. A formatív értékelési ciklus (Harlen, 2013, 18. o. alapján)

Képzések tanárjelölteknek

A tanár szakos hallgatók képzése is több szinten, az egyetemi kurzusok tematikájába ágyazottan valósult meg. A kezdeti és az első képzési szinten a hallgatók a szakmódszertani kurzusok (*A biológia alapvető törvényszerűségei*, *A biológia tanítása 2.*, *Fizika szakmódszertan*) keretében hallottak először a kutatás jelentőségéről a tudományos megismerésben, megismerkedtek az aktív tanulási módszerekkel és azok szervezésének módszertani kérdéseivel. A 2. szinten a pedagógia-pszichológia tanárképzési modul részeként 30 órás, tréning jellegű kurzust indítottunk *Kutatási készségek fejlesztése a természettudományos tanórákon* címmel. Az egyik csoport az osztott tanárképzésben tanári mesterszakra tanult, a másik az új, osztatlan tanárképzésben. A foglalkozások az SZTE Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium SzeReTeD laborjában zajlottak négy tömbösített foglalkozás keretében, a 2. táblázatban látható tematika szerint.

2. táblázat. A tanárképzés hazai tematikája a SAILS képzés 2. szintjén

Foglalkozás	Tematika
1.	<ul style="list-style-type: none"> – A SAILS projekt bemutatása. Kapcsolattartás, diskurzus a hazai szakmai közösségben (Community of Practice, COP) – A kutatásalapú természettudományos nevelés (Inquiry-Based Science Education, IBSE) koncepciója, elméleti háttere <ul style="list-style-type: none"> – Gondolkodási képességek, kutatási készségek fejlesztése a tanórákon – A kutatásalapú tanulás jellemzői, tevékenységei – Strukturált, irányított és nyitott feladatok szerkesztése – Az <i>Él-e az élesztő?</i> és az <i>Élelmiszerek tanulási egységek</i> kipróbálása
2.	<ul style="list-style-type: none"> – A kutatásalapú tanítás szervezése, a megvalósításhoz szükséges tanári készségek és fejlesztésük <ul style="list-style-type: none"> – Az IBSE foglalkozások előkészítésével kapcsolatos tanári feladatok – A heterogén csoportok kialakításának gyakorlati lehetőségei, problémái – A differenciálás szempontjai, eszközei az IBSE tanórákon – A tanári kérdésekkel támogatott tanulás – A kutatási készségek tanórai értékelésének módszerei, lehetőségei <ul style="list-style-type: none"> – Az értékelés funkciói, típusai – A formatív értékelési ciklusa és kulcskomponensei – A formatív értékelés elemei (osztálytermi dialógusok elősegítése, kérdések alkalmazása, visszajelzések a tanulóknak, a tanulóktól kapott visszajelzések felhasználása a tanítás szervezéséhez, a tanulók ösztönzése, hogy részt vegyenek munkáik értékelésében) – Gyakorlati feladatok <ul style="list-style-type: none"> – <i>Enzimaktivitás vizsgálata</i> – <i>Mely tényezők befolyásolják a folyók munkavégző képességét?</i> – <i>Mechanikai kísérletek – a lendület vizsgálata</i>
3.	<ul style="list-style-type: none"> – A <i>Keverék szétválasztása</i> tanulási egység kipróbálása irányított és nyitott formában; a résztvevőként és megfigyelőként szerzett tapasztalatok elemzése – A <i>Galvánelemek és a Lebegő narancs</i> tanulási egységek kipróbálása, a tapasztalatok értékelése – Saját foglalkozástervek kidolgozásának előkészítése
4.	<ul style="list-style-type: none"> – A kutatásalapú tanulás beépítése az oktatás gyakorlatába, a hallgatók által fejlesztett kutatásalapú foglalkozástervek bemutatása, megvitatása – A kutatási készségek diagnosztikus értékelése, online mérése

Minden foglalkozást más-más oktatói csapat tartott, a kurzusok vezetésében összesen tizenkét kolléga vett részt. A képzők szakmai háttere, tapasztalatainak jellege befolyásolta a foglalkozások vezetését, de mindannyian arra törekedtek, hogy ne merev irányítással, hanem rugalmas alkalmazkodással tudják megosztani tudásukat és sok éves gyakorlati tapasztalataikat. Mivel mindannyian részt vettek a kutatásalapú tanulással kapcsolatos PRIMAS és SAILS projekteknél, volt előképünk a felmerülő kérdésekkel, problémákkal kapcsolatban, amelyek többnyire be is igazolódtak. Segítettek a tanárjelölteknek értelmezni a kutatásalapú tanulás foglalkozásainak sajátosságait, főleg a tanári irányításban megjelenő paradigmaváltás szükségességét megvilágítva. A foglalkozások alapvetően három egységből álltak: elméleti felvezetés, gyakorlati vizsgálatok, reflektálás és kérdések.

Az elméleti részben az oktatók igyekeztek formálni a tanári meggyőződéseket és a pedagógiai tudást, beillesztve az IBSE módszert a szélesebben értelmezett természettudományos nevelésbe. Szó esett a legfontosabb természettudományos gondolkodási és kutatási, valamint a nem tantárgyfüggő, 21. századi készségekről is. Az oktatók felhívták a figyelmet a készségfejlődés fokozatosságára, és arra, hogy a fokozatoknak az értékelési eszközökben is tükröződniük kell. Megbeszélték a bizonyítékokra, tényekre alapozott értékelés jelentőségét, és a SAILS esettanulmányok példáin bemutatták ennek néhány

megvalósítási lehetőségét. Mivel az IBSE foglalkozások általában csoportmunkában zajlanak, kitértek annak szervezési szempontjaira, feladataira is.

A képzés központi részét a gyakorlati feladatok jelentették, amelyek foglalkozásonként más-más dologra irányították rá a figyelmet. Az első foglalkozáson a kutatásalapú tanulás fokozatai kaptak kiemelt szerepet (*Kontai és Nagy, 2011*), és két biológiai témájú tanulási egység révén a tanulók maguk is megtapasztalhatták a strukturált, az irányított és a nyitott feladatokkal való munkát.

A második foglalkozáson a csoportot az oktatók háromfelé osztották és forgó rendszerben kb. 1–1 órás kísérleti munkákat végeztek a hallgatók. Az egyik képzésen a csoportokon belül is kétféle szerep volt, a tanulói szerepet játékosok tervezték és végezték a kísérleteket, a többiek megfigyelők, értékelők voltak. A szerepeket a három kísérlet során cserélgették, így mindenki mindegyikben részt vehetett. A csoportokat vezető tanárok igyekeztek példákkal szolgálni az IBSE módszerben adekvát, megfelelő tanári támogatásra, azaz kizárólag kérdésekkel irányították a résztvevőket, akik így nagyfokú önállóságot élveztek. A három kísérletben biológiai, földrajzi és fizikai problémákat vizsgáltak a hallgatók, mindegyik esetben más készséget állítva a megfigyelés és az értékelés központjába. A foglalkozás záró részében történt az értékelés és reflektálás. Mivel a résztvevők a csoportmunka során a feladatokra koncentráltak, itt tudták elmondani az átélt érzéseiket és a szerzett tapasztalataikat. Ezt nagyon nyíltan és őszintén meg is tették, a foglalkozást vezető pedig reagálhattak a felvetésekre. Szóba kerültek azok a bizonytalanságok, amelyek a klasszikus tanári szerep változásából eredhetnek, illetve azok a gondolkodást inspiráló, érdeklődést ébresztő helyzetek, amelyek a vizsgálatok során merültek fel. Az oktatók reflexiói a foglalkozással kapcsolatban:

- Azok a csoportok voltak sikeresebbek, ahol a kommunikáció és a feladatvállalás kiegyenlítettebb volt. Ahol domináns személyiség volt a csoportban, ott a többiek háttérbe szorulhattak.
- A csoportmunkában nem volt különbség a nemek szerint, inkább a vállalkozó szellem vagy a kommunikációs készség határozta meg az irányító szerephez kerülést.
- A foglalkozást vezető irányító szerepét nem minden esetben sikerült a csoportok igényeihez igazítani, esetenként a hallgatók túlzottnak érezték a beavatkozást. Ez a probléma tipikus lehet például az időhiány vagy a témára koncentrálni kényszere miatt.
- Általános tapasztalat, hogy ebben a gyakorlati munkaformában sokkal szívesebben vettek részt a hallgatók, mintha strukturált lett volna a feladat. Érdekes volt a megfigyelő szerep is, mert a tanulói gondolkodást felszínre hozó csoportkommunikációból sokat tanulhattak a tanárjelöltek.
- A résztvevők meglévő tudása döntő lehet egy csoport munkája szempontjából. Ezt mutatta a különféle természettudomány szakos tanárjelöltekből álló vegyes csoport, ahol például a fizikus hallgatók nagyobb mérési rutinja domináns volt.
- A bemutatott SAILS példák tanulságosak voltak, de látszott, hogy a résztvevőknek sem magukról az értékelt készségekről, sem azok fejlődési szintjeiről sincsenek megfelelő ismereteik. Ez a tanárképzés fejlesztése szempontjából tanulságos.

A harmadik foglalkozáson kémia és fizika témájú gyakorlati feladatok szerepeltek. A *Keverék szétválasztása* foglalkozás úgy valósult meg, hogy a hallgatók először csoportmunkában elvégezték az irányított típusú feladatot. Egy vasreszeléket, viaszt, kavicot, homokot és sóot tartalmazó keveréket kellett szétválasztaniuk komponensekre úgy, hogy nem érhetek kézzel hozzá az anyagokhoz. A szétválasztáshoz szükséges eszközöket megkapták, de a szétválasztás módszereit és a műveletek sorrendjét maguknak kellett megválasztani. A feladatot több-kevesebb sikerrel végrehajtották, de számos problémájuk akadt a szétválasztási műveletek megválasztásával, sorrendjük kialakításával, illetve

az eszközök megfelelő használatával. A vasreszelék szétválasztása ment a legkönnyebben mágnes segítségével, tipikus hiba volt például a viasz megolvasztása vagy a só túl sok vízben való feloldása, ami azt eredményezte, hogy a bepárlást nem sikerült befejezni a rendelkezésre álló idő alatt. A feladat elvégzését megbeszélés, értékelés követte, majd a hallgatók felkészültek egy más szerepkörre. A foglalkozásra ugyanis középiskolai diákok érkeztek, akik ugyanezt a feladatot végezték el két laboratóriumi teremben kétféle módon. Az egyik csoport a hallgatókhoz hasonlóan irányított kutatást végzett, megkapták a szükséges eszközöket. A másik csoport viszont nyitott kutatási feladatot kapott *Ha ezt Hamupipőke tudta volna!* címmel. Csak a keveréket kapták meg, és a szükséges eszközöket is a diákoknak kellett kitalálniuk és elkérniük a csoportok tevékenységét megfigyelő hallgatóktól. A tanárjelöltek ebben a részben megfigyelőként voltak jelen, direkt segítséget nem adhattak, és csak veszély esetén avatkozhattak be. A foglalkozás végén a hallgatók értékelték az általuk megfigyelt csoportok munkáját. Végül a tanárjelöltek az oktató irányításával beszámoltak a foglalkozáson kipróbálóként és megfigyelőként szerzett élményeikről, észrevételeikről. Fontos tapasztalat volt számukra, hogy maguk is bizonytalanok voltak a kutatásalapú tanulási helyzetben, ilyen jellegű foglalkozásokon diákként sem vettek részt. Megtapasztalták, hogy számos tényező befolyásolhatja egy kutatásalapú tanóra sikerét, és a sikerhez elengedhetetlen a gondos tervezés, előkészítés, a csoportok munkájának nyomon követése, értékelése.

A harmadik foglalkozás második felében fizikához kapcsolódó témák következtek. A fejlesztendő készségek a hipotézisalkotás, vizsgálat tervezése, adatok gyűjtése, rögzítése és értelmezése voltak. A 4–5 fős csoportok két feladatot végeztek el. Az egyikben különböző gyümölcsök és zöldségek úszási tulajdonságait vizsgálták, a másikban galvánelemeket készítettek gyümölcsök, zöldségek és fémdarabok felhasználásával. A csoportok jegyzőkönyvet vezettek a munka során, amely tartalmazta:

- a csoport által megfogalmazott kutatási kérdéseket;
- a feltett kérdések vizsgálatához megtervezett kísérletek leírását;
- az előzetes elképzeléseket, hipotéziseket;
- a változók közötti függvénykapcsolatok jellegének hipotézisként való megfogalmazását;
- a kísérletek során felmerülő problémákat, azok megoldásait;
- a kísérletek során tett megfigyeléseket, eredményeket, mérési adatokat;
- a mérési adatok felhasználásával készült grafikonokat és az azokhoz tartozó függvényillesztéseket, az előzetes hipotézisekkel való összevetést;
- az elhanyagolások, közelítések, hibalehetőségek megfontolásait;
- a következtetéseket.

A jegyzőkönyveket, a felmerülő tipikus problémákat, nehézségeket a foglalkozást vezető oktatók részletesen elemezték, értékelték és észrevételeiket megosztották a hallgatókkal.

A negyedik foglalkozáson a tanárjelöltek bemutatták saját ötleteiket arra, hogyan építenék be a kutatásalapú tanulást valamely természettudományos tantárgy adott témájának tanításába. A foglalkozásterveket a csoport megvitatta, és a pontosítás, továbbfejlesztés után a kurzus oktatói véleményezték, értékelték azokat. A hallgatói foglalkozástervek közül néhányat később kipróbáltak tanítási gyakorlat keretében (ld. Nagy és Nagy, 2016).

Az egyetemi kurzus a kutatási készségek diagnosztikus értékelési lehetőségeinek megismerésével zárult. A hallgatók megoldották a kutatási készségeket mérő online tesztet (Korom, Pásztor, Gyenes és B. Németh, 2016), véleményezték a feladatsort, és összevetették teljesítményüket a középiskolás mintán kapott eredményekkel.

A képzés sikerét bizonyítja, hogy a hallgatók a program értékelésekor kiemelték a változatos tantárgyi példákat, a gyakorlatvezetők felkészültségét, valamint a képzés gyakorlat-orientáltságát és az új nézőpont megismerésének lehetőségét.

Szakmai közösség formálása

A szakmai, módszertani fejlődés alapja, hogy a pedagógusok visszajelzést kapjanak munkájukról kollégáiktól, külső szakértőktől. A tanár-továbbképzések jó alkalmat teremtettek a tapasztalatcserére, az ötletek, módszertani újítások megosztására. A kapcsolat-tartást és a diskurzust nagymértékben segítette, hogy az 5. munkacsomag keretében létrejött a SAILS honlapjáról elérhető online felület, ahol minden partnerország a saját anyanyelvén szervezhette meg tanárai szakmai közösségét (Community of Practice, COP), de bárki beregisztrálhatott más országokéba is.

A hazai COP tagjainak száma meghaladja a százat, a képzéseinken részt vevő tanárok, tanárjelöltek és a projekt szakmai megvalósítói mellett bekapcsolódott néhány külföldi kolléga is. Az online platformon megtalálhatók a projektben fejlesztett hazai tanulási egységek és a képzéseken született foglalkozástervek, valamint több nemzetközi SAILS tanulási egység magyar nyelvű változata. Elérhetők továbbá az esettanulmányok, a képzések tananyagai és a témához kapcsolódó szakirodalmak. A COP felülete a tagok aktív kommunikációját is lehetővé teszi. Fontosnak tartjuk, hogy a SAILS projektben létrejött szakmai közösséget megtartsuk, lehetőség szerint tovább bővítsük.

Disszemináció

A SAILS projektben zajló munkáról számos szakmai fórumon beszámoltunk, előadásokat, műhelyfoglalkozásokat tartottunk tanároknak, mentortanároknak. A disszeminációs események beszámolóit megtalálhatók a projekt hazai honlapján. A rendezvények közül itt két nagyszabású, több száz érdeklődőt vonzó emelünk ki, amelyek a tanárokon kívül a szülőkkel, nagyszülőkkel is megismertették a kutatás, vizsgálódás érdekességét, népszerűsítve a természettudomány tanulását.

A *Kísérletek kavalkádja* elnevezésű természettudományos családi nap a szegedi Szent-Györgyi Albert Agóra Informatóriumában került megrendezésre. Közel kétszázan vettek részt az eseményen, kicsik és nagyok, szülők és pedagógusok egyaránt. A gyerekek élvezettel és határtalan érdeklődéssel próbálták ki a *Kristálygömbök, Itt repül a kistojás!*, *Az építő és romboló folyó*, valamint a *Készítsünk pörgettyűt!* fantázia-elnevezésű kutatásalapú kísérleteket, és gondolkodtak a kísérleteket irányító tanárok kérdésein.

A Kutatók Éjszakája elnevezésű programsorozathoz 2015-ben a SAILS projekt is csatlakozott. Az érdeklődők a Szent-Györgyi Albert Agora Informatóriumában két állomáson tekinthettek meg és próbálhattak ki természettudományos kísérleteket. Az *„Izgalmas felfedezések”* standon a Közgazdasági Politechnikum tanárai és tanárjelöltek várták az érdeklődőket, akik a *Rázós témák* kapcsán megtudhatták, hogyan lehet áramot facsarni egy citromból, és mire lehet azt használni; összeállíthattak és vizsgálhattak elektromágnessel, modellezhettek elektromotort, megfigyelhették az elektrolízist. A lebegő és áramló levegő témában modellezhették a léghajó felemelkedését, az *Ennivaló kémia* témakörben megmérhették, hogy melyik narancslé tartalmaz több C-vitamint, vagy vizsgálhatták a zöltségek, gyümölcsök színanyagait.

A *Játékos kísérletek* elnevezésű standon az érdeklődők *A látás titkait* deríthették ki biológia tanár szakos hallgatók és szakmódszertanos oktatójuk segítségével. Megtudták például, hogyan lehet lyukat varázsolni a tenyerükre, hogyan tudják megvizsgálni, hogy melyik a domináns szemük, vagy miként olvashatják el az apró betűkkel írt szöveget egy vízcsepp segítségével. A *Nyomozás a háztartásban* feladatban vöröskáposzta levéből készült indikátorral vizsgálhatták meg különböző italok és háztartási anyagok kémhatását. A rendezvényen közreműködő hallgatók mindannyian részt vettek a SAILS keretében szervezett kurzuson. Ezen a rendezvényen tanáraikkal együtt csinálhattak ked-

vet óvodás, iskolás gyerekeknek és szüleiknek a természet tanulmányozásához, a kérdéshez, vizsgálódáshoz.

Mindkét rendezvényt gondos felkészülés előzte meg, a kísérletek között voltak egyszerűbbek, amelyeket kisgyerekek is el tudtak végezni. Minden kísérlethez tartoztak könnyebb kérdések és elmélyültebb gondolkodást igénylő feladatok. A Kutatók éjszakáján tartott rendezvényünk népszerűségét mutatja, hogy több mint háromszáz főt regisztráltunk. A legkisebbektől a nagyszülőig, óvodásoktól, az általános- és középiskolásokon át az egyetemistákig, szülők és pedagógusok egyaránt nagy érdeklődéssel járták végig a kutatók ösvényét.

Összegzés

Ahhoz, hogy a kutatásalapú tanulás a hazai természettudomány-tanításban ismert és alkalmazott módszer legyen, a SAILS projektben végzett munka számos módon hozzájárul. A több országban kipróbált, továbbfejlesztett tananyagok részletes és praktikus segítséget adnak a módszer tanórai alkalmazásához, a tanulók kutatási készségeinek, gondolkodásának fejlesztéséhez, a tanulók munkájának formatív értékeléséhez. Mintaként szolgálhatnak saját foglalkozások kidolgozásához, és jól használhatók a tanárképzésben, továbbképzéseken.

A projekt keretében tartott különböző szintű képzések elsősorban a gyakorlati munkára, a kutatásalapú tanulás saját élményű megtapasztalására építettek, és nagy figyelmet fordítottak a tanulási folyamat, a tanári és tanulói munka elemzésére, értelmezésére. A képzések során szerzett tapasztalatok jól használhatók a tanárképzés és a tanár-továbbképzés fejlesztésében. Sikeresnek bizonyult a szakmódszertanos egyetemi oktatók és az oktatóként közreműködő, a kutatásalapú tanítás gyakorlatában nagy tapasztalatokkal rendelkező középiskolai és általános iskolai tanárok együttműködése. A 'team-teaching' módszert és a tréning jellegű foglalkozásokat hasznos lenne beépíteni a tanárképzés jelenlegi rendszerébe.

A SAILS projekt rendezvényei elősegítették a természettudományok tanításában érintett kutatók, tanárok, tanárjelöltek kapcsolatépítését, szakmai párbeszédét. Szélesebb körben is megismertették az aktív tanulás lehetőségét és hasznát, népszerűsítették a természettudományt, segítve a szemléletváltást, amire a tanárok, szülők és a társadalom részéről is szükség van a hazai természettudomány-oktatás megújulásához.

A projekt keretében tartott különböző szintű képzések elsősorban a gyakorlati munkára, a kutatásalapú tanulás saját élményű megtapasztalására építettek, és nagy figyelmet fordítottak a tanulási folyamat, a tanári és tanulói munka elemzésére, értelmezésére. A képzések során szerzett tapasztalatok jól használhatók a tanárképzés és a tanár-továbbképzés fejlesztésében. Sikeresnek bizonyult a szakmódszertanos egyetemi oktatók és az oktatóként közreműködő, a kutatásalapú tanítás gyakorlatában nagy tapasztalatokkal rendelkező középiskolai és általános iskolai tanárok együttműködése. A 'team-teaching' módszert és a tréning jellegű foglalkozásokat hasznos lenne beépíteni a tanárképzés jelenlegi rendszerébe.

Irodalom

- Csapó, B., Csikos, Cs., Korom, E., Harrison, C., Black, P., Finlayson, O., van Kampen, P., McLoughlin, E. és McCabe, D. (2013): *Report on the assessment frameworks and instruments for IBSE skills – Part A*. SAILS project. <http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d2.2.pdf>
- Csikós Csaba (2010a): A PRIMAS-projekt. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 4–12.
- Csikós Csaba, Korom Erzsébet és Csapó Benő (2016): Tartalmi keretek a kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékeléséhez a természettudományokban. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 17–29.
- Finlayson, O., McLoughlin, E., Coyle, E., McCabe, D., Lovatt, J. és van Kampen, P. (2015): *SAILS inquiry and assessment units. Volume 1–2*. Dublin City University, Dublin.
- Harlen, W. (2013): *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in policy and practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme, Trieste.
- Kissné Gera Ágnes (2016): Élmények és értékek a kutatásalapú tanulás kipróbálása során. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 89–100.
- Kontai Tünde és Nagy Lászlóné (2011): A kutatásalapú tanítás/tanulás fokozatainak bemutatása példákön keresztül. *A Biológia Tanítása*, **19**. 3. sz. 15–28.
- Kontai, T. és Nagy, L. (2014): *Is yeast alive? The experiences of testing an inquiry task*. Poster presented on SAILS/SMEC 2014 Thinking Assessment in Science and Mathematics conference, 2014. június 24–25. Dublin City University, Ireland.
- Korom Erzsébet (2010): A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 78–91.
- Korom Erzsébet, Pásztor Attila, Gyenes Tamás és B. Németh Mária (2016): A kutatási készségek online mérése a 8–11. évfolyamon. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 117–130.
- Maaß, K. és Reitz-Koncebovski, K. (2013, szerk.): *Inquiry-based learning in maths and science classes. What it is and how it works – examples – experiences*. Pädagogische Hochschule, Freiburg.
- McLoughlin, E., Finlayson, O. és van Kampen, P. (2012): *Report on mapping the development of key skills and competencies onto skills developed in IBSE*. SAILS Project. <http://www.sails-project.eu/sites/default/files/d1.1.pdf>
- Nagy Lászlóné és Nagy Mórió Tibor (2016): Kutásalapú tanítás-tanulás a biológiaoktatásban és biológiatanár-képzésben. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 57–69.
- Nagy Mária és Radnóti Katalin (2015): Hid a közoktatás és a felsőoktatás között. *Iskolakultúra*, **25**. 1. sz. 51–77. DOI: [10.17543/iskkult.2015.1.51](https://doi.org/10.17543/iskkult.2015.1.51)
- Nagy Mária, Horváth Gábor és Radnóti Katalin (2013): Kutatási szöveg tanórai feldolgozása. *Iskolakultúra*, **23**. 9. sz. 96–109.
- Nemzeti alaptanterv* (2012)
- Németh Veronika és Orosz Gábor (2016): A reakciósebesség című SAILS tanulási egység kipróbálásának tapasztalatai. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 81–88.
- Oláhné Nádasdi, Zs., Barta, G. és Korom, E. (2014): *Studying the Decomposition of Starch in Saliva*. Poster presented on SAILS/SMEC 2014 Thinking Assessment in Science and Mathematics conference, 2014. június 24–25. Dublin City University, Ireland.
- Radnóti Katalin (2015): Milyen magasak és milyen nehezek vagyunk? *Iskolakultúra*, **25**. 10. sz. 110–126.
- Radnóti Katalin és Adorján Ferencné (2016): A kutatásalapú tanulás/tanítás/tanárképzés lehetőségei a fizika oktatásában. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 70–80.
- Radnóti Katalin és Adorjáné Farkas Magdolna (2015): A kutatás alapú tanulás lehetőségei a fizikaórán. *Fizikai Szemle*, **65**. 6. sz. 198–204.
- Radnóti, K., Nagy, M. és B. Németh, M. (2014): *Studying the temperature dependence of the speed of chemical reactions*. Poster presented on SAILS/SMEC 2014 Thinking Assessment in Science and Mathematics conference, 2014. június 24–25. Dublin City University, Ireland.
- Somogyi Ágota (2016): A SAILS projekt tapasztalatai a pedagógus szemszögéből: a kutatásalapú tanulás szervezésének és értékelésének hatása a pedagógus attitűdjére. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 101–108.
- Somogyi, Á. és Csikos, Cs. (2014): *Free falling eggs reaching different types of ground*. Poster presented on SAILS/SMEC 2014 Thinking Assessment in Science and Mathematics conference, 2014. június 24–25. Dublin City University, Ireland.
- Veres Gábor (2016): Gondolkodás- és képességfejlesztés: Kihívások és megoldások a SAILS projektben. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 43–56.
- Veres, G. és Korom, E. (2014): *The test of the pudding*. Poster presented on SAILS/SMEC 2014 Thinking Assessment in Science and Mathematics conference, 2014. június 24–25. Dublin City University, Ireland.
- SAILS nemzetközi honlap: <http://www.sails-project.eu/portal>
- Hazai honlap: <http://edu.u-szeged.hu/sails/index.html>

Veres Gábor

Közgazdasági Politechnikum Alternatív Gimnázium és Szakközépiskola, Budapest

Gondolkodás- és képességfejlesztés: kihívások és megoldások a SAILS projektben

A SAILS (Strategies for Inquiry Learning in Science) projekt az Európai Unió szintjéről indult kezdeményezés, amelyben innovációs kihívásokat támasztott résztvevők számára intézményeken belül is, elérve a tanári közösségeket, formálva a személyes tanítási gyakorlatot és magát a tanulási folyamatot (Csapó, Csikos és Korom, 2016). A 21. század változó világában új készségek szükségesek a hatékony gazdasági és társadalmi részvételhez. A nemzetközi versenyképesség kihívásai felértékeltek a természettudományos és technológiai tudást. Az oktatási rendszerek komplexitása és a változásokkal szembeni inerciája azonban feszültségeket okoz az elvárt tudás és képességek, valamint az iskolákban valóban megszerzett tudás között. A SAILS projekt olyan megoldásokat és mintákat kínál, amelyek képesek mikro-szintű változásokat generálva, alulról szerveződő módon segíteni egy új pedagógiai szemléletmód kialakítását. A természettudományos tudás és a 21. századi készségek formálását a fejlesztő értékelés módszerével az egyes tanuló szintjén, az osztálytermi folyamatokat feltárva képes elősegíteni. A budapesti Közgazdasági Politechnikumban több SAILS tanulási egység adaptálása során kialakított értékelési eszközök a gyakorlati megoldásokra is példaként szolgálhatnak.¹

A SAILS projekt mint innovációs kihívás

ASAILS projekt egyik legfontosabb hatása az, hogy az oktatás fejlesztésének elhanyagolt területével, az osztályterekben zajló hétköznapi tanítási-tanulási folyamatokkal foglalkozik. Amint a projektben részt vevő angol kutatók arra már korábban rámutattak: „Rendszerszervezési szempontból az oktatáspolitikai az osztálytermet fekete dobozként kezeli. Bizonyos inputokat megpróbálnak ide bejuttatni... ennek nyomán remélhetően megjelennek bizonyos outputok... De mi történik a dobozban?” (Black és Wiliam, 1998b, 139. o.)

A hazai pedagógusközösségben évek óta él egyfajta szépségszörny a felülről jövő, újabb és újabb reformokkal szemben. Ha magának a rendszernek az átalakítását nem számítjuk, akkor a pedagógiai-módszertani megújítást célzó programok hatása nem tűnik sem mélyrehatóknak, sem maradandónak. A kompetencia fogalma, a kompetencia-alapú oktatásra törekvés felemás eredményt hozott, magát a szót sem gyakran hallani az iskolák tantestületeiben, vagy ha mégis, többnyire negatív felhanggal. Újabb a tanári kompetenciák léte vagy nem léte, fejlesztése került előtérbe, ami kétségkívül időszerű törek-

vés, de a megvalósulása több kérdést is felvethet. Biztató azonban, hogy egyre inkább tetten érhető a kisebb léptékű, alulról szerveződő változások, amelyek az érdeklődő és érdekelt pedagógusok egyéni vagy kollektív munkája révén formálják a tanítás-tanulás gyakorlatát. A SAILS projektben részt vevő pedagógusok és tanárjelöltek szembesültek a természettudományos nevelés megújításának kihívásaival, megismerkedtek lehetséges megoldások példáival, gyakorolták ezek alkalmazását. A kipróbált foglalkozások és a képzések tapasztalatai azt mutatták, hogy a résztvevők többsége elköteleződött a kutatásalapú tanítás és tanulás (Inquiry Based Science Education, IBSE) módszereivel kapcsolatban, illetve annak formatív értékelési gyakorlata mellett.

Érték és értékelés

A SAILS projekt hatásával kapcsolatos hipotézis megfogalmazása előtt néhány kérdést érdemes végiggondolni. Ezzel a módszerrel a tanulók tudásának másfajta minőségét kívánjuk fejleszteni. Másként irányítjuk a tanulási folyamatot, másféle tanulási környezetet és eszközöket alkalmazunk. Ezek az „inputok” minden bizonnyal megváltoztatják az „output” oldalt is, de éppen erről a legnehezebb megfelelő visszacsatolást kialakítani.

A kutatásalapú foglalkozások megtervezése sok időt és kreativitást igényel, de a klasszikus tanári rutintól mégsem áll olyan távol, mint a tanulás eredményének megújult szemlélete. A kísérleti munka lépésről lépésre való irányításából való elmozdulás, a tanulói irányítás fokozatos felszabadítása néhány belső tanári meggyőződés feladását igényli, de a gátszakadást követően már önerősítő folyamattá is válhat. Hogy mindez nem önmagáért való üres technicizmus, azt a tanulói teljesítmény változásán lehetne lemérni. A SAILS programban kialakított keretrendszer gyakorlati okokból az alábbi értékelési területeket határozta meg:

- természettudományos vizsgálatok tervezése ('planning investigation')
- hipotézis kialakítása ('developing hypothesis')
- együttműködés csoportban ('working collaboratively')
- koherens érvelés ('forming coherent arguments')
- természettudományos műveltség ('scientific literacy')
- természettudományos gondolkodás ('scientific reasoning')

Módszerként a formatív értékelés került a projekt középpontjába, ami a benne rejlő lehetőségek mellett bizonytalanságokat is okozott. A SAILS foglalkozásokban formailag leggyakrabban rangskálákat, ún. rubrikákat alkalmaztak a szerzők, ezekben az egyes teljesítményszinteket igyekeztek megfogalmazni és valamiféle fejlődési sorba rendezni. A módszer előnye, hogy a tanulók számára is érthetően kijelöli az aktuális szintet és a továbblépés lehetőségét. A tanár részben a tanórai megfigyelései alapján, részben a tanulói produktumok alapján dönt az egyes tanulók besorolásáról. Itt már támadhat némi bizonytalanság, mivel nem lehetséges valamennyi tanuló megfigyelése, az írásbeli munkák esetében pedig kétséges lehet az önálló munka. A csoportok értékelésében némileg pontosabb képet kaphatnánk, de akkor elvész az egyéni visszajelzések lehetősége. Az értékelt készségekkel kapcsolatos tanári tudás is inkább nevezhető véleménynek, mintsem objektív megállapításnak.

Folyamatos alkalmazásuk esetén ezek a formatív értékelési eszközök az adott pedagógus vagy csoport munkájában hatékony segítséget jelenthetnek. A visszajelzések igazodhatnak a tanulói szükségletekhez, segíthetik a lassabban haladókat, sikerélményhez juttathatják a jól teljesítőket. A SAILS foglalkozások adaptációja során tapasztalatom szerint szükséges volt a rubrikák finomszabályozása, azaz a csoport fejlődési szintjéhez és az aktualizált feladathoz való illesztése. E munka során a pedagógusnak végig kell

gondolnia, mit várhat valójában a tanulóktól, milyen bizonyítékok alapján lesz képes minősítéseit kialakítani, és milyen formában hozza ezt a tanulók tudomására. Osztálytermi környezetben a tanulási folyamat irányítását hatékonyan segítheti ez az értékelési forma. Ráirányítja a figyelmet az éppen fejlesztendő készségekre, kitágítja a tanári eseményhorizontot a tananyag fogalmi körén túli világra, figyelembe veszi a tanulói személyiség komplexitását. Mindezek a hatások elmélyítik az érintettek pedagógiai kultúráját, segítik a tudatos és önirányító tanulóvá válást. Ha az egyes konkrét eszközelemek nem is, de ez a szemlélet mindenképpen megosztható egy intézmény pedagógus közösségében, vagy akár azon túl is.

Szintek és szereplők

A SAILS projekt, hasonlóan más EU-s vagy nemzeti kezdeményezésű modernizációs programhoz, egy rendkívül komplex és hierarchikus rendszerben jön létre (erről ld. *Halász, 2009*) és azon belül fejt ki hatását. Mind a program tartalmában, mind hatásában megjelennek a rendszer sajátosságai, előrevívő erői és korlátai.

Az oktatás és nevelés célját hajlamosak vagyunk valahol a tanulók körül (vagy éppen bennük) kijelölni, de azt látnunk kell, hogy az oktatási rendszert meghatározó gazdasági és társadalmi kölcsönhatások alakítják. A 21. században a tudásalapú társadalom új típusú készségeket vár el a munkavállalóktól, de a befektetett források hatékony megtérülésében is fokozottan érdekelt. A természettudományos és technológiai tudás nélkülözhetetlen a versenyképesség fenntartásához, de a korábbi módszerekkel már nem hozott kielégítő eredményeket. Az okok feltárása mellett elindult a változás menedzselése is, a Rocard-jelentést (*Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson és Hemmo, 2007*) követően számos, a természettudományos, műszaki és matematikai nevelés modernizációját célzó projekt indult (pl. FIBONACCI, Pathway, Pri-Sci-Net, PRIMAS, MASCIL, ASSIST-ME, SAILS). A projektek hatása különféle pályákon járta át az oktatási rendszereket, különféle mértékben érintve, bevonva vagy éppen mellőzve bizonyos alrendszereket.

A SAILS projekt a kutatók köréből indult, az itt felhalmozott tudás határozta meg a tartalmi elemeket és működési módokat. Ez a munka sem volt mentes vitáktól, de a munkacsomagok főbb irányvonalainak kialakítása után a projekt lendületet vett. A következő lépésben a foglalkozások (tanulási egységek, unitok) fejlesztésébe már tanárokat is bevontak, így a neveléstudomány és az osztálytermi munka szempontjai egymás mellé kerülhettek. Mivel a fejlesztők szemlélete sem volt egységes, a kialakított foglalkozásokban a kutatásalapú tanulás eltérő hangsúlyokkal jelent meg. Ez a sokféleség végül is gazdagította a programot. A tanár- és tanárjelölt-képzések ('in-service' és 'pre-service' tréningek) az egyetemi oktatók egy másik köre, valamint tréner tanárok bevonásával indult. Ezek a képzéseken alkalmanként mint kutatást végzők már a tanulók is megjelentek.

A SAILS unitok kipróbálására az együttműködő intézményekben már a tanárok és a tanulók együttes bevonásával, az értékelésre is kiterjedően került sor. Tapasztalatom szerint ekkor már a megvalósíthatóság dominált, ennek érdekében kisebb-nagyobb módosításokat kellett végrehajtanunk az eredeti foglalkozásterveken. A kutatói szint felé való visszajelzéseket a kipróbálásról készült esettanulmányokban tehettük meg. Ezek egy-egy foglalkozás esetében valamennyi kipróbálást összegző formában is elkészültek.

Az IBSE módszer lényegi kérdése a tanulók bevonásának mértéke és minősége. Nemcsak az a kérdés, mennyire élveznek önállóságot a kutatás során, hanem az is, mennyire tudatosak a fejlesztendő készségeik és azok értékelési módjai tekintetében. A tanárközpontú, ismeretátadó módszer mellé a szummatív, osztályozó értékelés társul, ami nem ad részletes képet sem az értékelt tanulói teljesítmény összetevőiről, sem azok meglévő

fejlődési szintjéről, sem a továbblépés lehetőségéről. Az IBSE módszert támogató, tapasztalatom szerint a 7. évfolyamon már elkezdhető a készségekről való beszélgetés, a fejlesztés jelentőségének felismertetése, a várható értékelési visszajelzés előkészítése. A foglalkozást követően a kapott értékelések tanulói értelmezésére is módot kaptak a tanulók. Fontos, hogy értsék és elfogadják a módszer célját a tanulók. A természettudomány tanulása iránti motivációt növelheti, ha a tanulók felismerik az ebben rejlő gondolkodás- és képességfejlesztési lehetőségeket (ld. *Csapó*, 2003), érdekeltté válnak a tartalomtól független önfejlesztésben. A korszerű és sikeres oktatási rendszerek egyik ismérve éppen az önszabályozó tanulóvá válás elősegítése (ld. *D. Molnár*, 2015), ehhez hozzájárulhat a kutatásalapú tanulás és a hozzá kapcsolódó készségfejlesztő értékelés.

Az intézmény szintje

A SAILS projektben részt vevő aktív és leendő tanárok révén olyan mikro-szintű változások indulhatnak el az iskolákban, amelyek a természettudományos órákon túl az intézmény szintjén is hatással lehetnek a pedagógiai folyamatokra. A tanári közösségek intenzív belső kommunikációt folytatnak, amiben a bemenő információk formális és informális utakon bejárják a rendszert, sok esetben a várt hatás elmaradását, máskor éppen nem várt hatásokat okozva. A napi rutin mellett jelen van a tanítási praxisra való folyamatos reflektálás, a problémákra való megoldások keresése. A SAILS projekt a Politechnikumban létrejött munkacsoportunkon belül egyfajta kutatás-fejlesztési folyamatot indított be. A foglalkozások tervezése, kipróbálása, a SAILS unitok adaptálása és a partnerek eset-tanulmányainak átnézése új szemléletet és munkamódszereket alakított ki, amelyek nem maradtak csupán a természettudomány munkacsoporton belül, hanem a különféle intézményi fórumokon, a közösségi médiában és a napi társalgásban más szakos kollégákkal is megoszthatóak voltak. A tanulási motiváció hiánya nem csak a természettudományos tantárgyak esetében okoz gondot, a tanulói teljesítmény elmaradása vagy változása is közös téma lehet. A kutatásalapú tanulás önmagában is újdonságot jelent, mivel a tanár és a tanuló egyfajta szerepcseréje történik, megváltozik a tanári irányítás jellege és a tanár-diák kapcsolat mélysége és fókusza is. A formatív értékelés motiváló ereje a tanulói személyiség középpontba állításában rejlik, a tanulási célok megbeszélése a tanulók számára nem tankönyvi tartalomjegyzék, hanem önmaguk formálásának eszköze. Képet kaphatnak a készségeik sokféle formájáról, azok fontosságáról és fejlesztési lehetőségeiről. A pedagógiai innovációkban való részvétel intézményi szint.

A programok szintje

A SAILS unitok fejlesztésére a projektpartnerek kialakítottak egy tervezési sablont, amivel igyekeztek strukturálni és validálni a kutatásalapú tanulásnak megfelelő folyamatokat. A kidolgozott foglalkozástervek (tanulási egységek) hasonló szerkezetűek, mint a kompetencia-alapú curriculumok, de formailag és tartalmilag is meg kell felelniük az IBSE módszer követelményeinek. Az óra menetét a tanulói tevékenység alapján határozzák meg, lépéseiben követik a természettudományos vizsgálatok gondolatmenetét, végighaladva annak főbb fázisain, mint például a probléma megfogalmazása, kutatási kérdés feltétele, hipotézisállítás, vizsgálat tervezése és kivitelezése, adatrögzítés és -elemzés, következtetés és magyarázat. A fejlesztendő készségek tervezését ezekhez a lépésekhez, az adott feladaton belüli konkrét tanulói tevékenységekhez kell illeszteni. Rendszerint több készség is látóterbe kerül, ezek közül az értékelés tervezése során ki kell választanunk azt a 2–3 készséget, amelyet valóban meg is tudunk figyel-

ni, illetve amelyekkel összefüggésben teljesítményelemeket, értékelési bizonyítékokat tudunk gyűjteni.

Az IBSE foglalkozástervek legfontosabb eleme a tanári támogatás valamiféle előképének kialakítása. Ezek nem lehetnek direkt utasítások, mert azok épp a tanulói irányítást korlátoznák, szűkítenék az önálló gondolkodást. Olyan támogatásra ('scaffolding') van szükség, amely a kutatási kérdésből kiindulva további kérdések feltételét katalizálja, nem megelőlegezve a tanulók saját kérdéseit. Fontos, hogy a csoportok munkáját figyelve csak akkor adjunk segítséget, ha elakadást vagy tévútra térést tapasztalunk. A megfelelő támogatással javítható az IBSE módszer kritikus eleme, az időgazdálkodás, de segíthetjük a kitűzött tanulási célok felé való haladást is. Ez a megszokottól eltérő tanári attitűdöt és módszert jelent, a direkt irányítás helyett a csoportmunka facilitálását helyezve előtérbe. Az 1. táblázat egy saját fejlesztésű foglalkozástervből (*Finlayson, McLoughlin, Coyle, McCabe, Lovatt és van Kampen, 2015*) mutat példát a tanári támogatás lehetőségeire.

1. táblázat. *A puding próbája című foglalkozás tervezetének részlete*

<i>Tanulói tevékenység</i>	<i>Tanári támogatás</i>	<i>Fejlesztendő készségek</i>
II. A vizsgálat tervezése, kivitelezése	1. Ismersz-e hasonló állapotú anyagokat?	összehasonlítás analógiás gondolkodás ítélet- és döntéshozatal
A. A gél állapot kísérleti beállítása – modellrendszer tervezése	2. Hogyan tudnád megállapítani, hogy mikor jó állapotú a puding? 3. Mely összetevők eredményezhetik a vizes oldat sűrűbbé válását?	előfeltevés-állítás
A tervezett termék leegyszerűsítése, az elérendő állapot kialakítását lehetővé tevő modellrendszer konstruálása.	4. Milyen szempontokat, módszereket tudnál találni a sűrítésre használható szerek közötti különbségek megállapításához?	vizsgálat tervezése alternatívák megkülönböztetése
A modellrendszer kísérleti összeállítása, a vizsgálat végrehajtása.	5. Hogyan tudnád a legegyszerűbben kialakítani a pudingszerű állapotot?	modell konstruálása
A modell alapján adatok gyűjtése, a megfelelő sűrítési arány megállapítása.	6. Hogyan tudnád megállapítani/kikísérletezni a modellrendszer összetevőinek arányát?	változók beállítása együttműködés tudásmegosztás arányossági gondolkodás

A tanulói teljesítmény értékelése

A természettudományos nevelésben az ezredforduló körül érzékelt válságjelenségek mélyebben gyökereztek annál, mintsem egyszerű tartalommodosítással, érdekesebb tananyagokkal megoldhatóak lettek volna. A világban végbemenő technológiai, gazdasági és társadalmi változások hatása elől az oktatási rendszerek sem tudtak kitérni, a kérdés inkább az alkalmazkodás vagy ellenállás közötti választás volt. Az Európai Unió a Rocard-jelentés ajánlásainak megfelelő stratégiai választ igyekezett adni a problémára, kiemelve a deduktív helyett az induktív gondolkodás (ld. *Csapó, 1998*) támogatását. A kutatásalapú tanulás megfelel ennek az elvárásnak, pedagógiai hatásában túl is lépve a természettudományos nevelés szűken vett céljain. A tudáskonceptió változása, a tanuló és a tanár szerepének változása, a 21. századi készségek fejlesztésére való törekvés egy új pedagógiai paradigma felé vezet, amely megfelelő választ képes adni az információs társadalom kihívásaira (2. táblázat).

2. táblázat. Az ipari és az információs társadalom pedagógiai paradigmáinak összehasonlítása (Voogt, 2003, 14. o.)

Jellemzők	Ipari társadalom	Információs társadalom
Aktivitás	Tanár által előírt	Tanuló által meghatározott
	Osztálytanítás	Kis létszámú csoportok
	Behatárolt lehetőségek	Különböző lehetőségek, alternatívák
	A haladás a program által előírt	A haladás a tanulóhoz igazodik
Együtműködés	Egyéni	Csoportmunka
	Homogén csoportok	Heterogén csoportok
	Mindenki önmagáért	Egymás támogatása
Kreativitás	Reproduktív tanulás	Produktív tanulás
	Problémák már ismert megoldásainak alkalmazása	Problémákra új megoldások keresése
Integráció	Elmélet és alkalmazás elkülönülése	Elmélet és alkalmazás kapcsolódása
	Elkülönült tantárgyak	Tantárgyközi kapcsolatok
	Szaktárgyi alapú	Téma-alapú
	Egyes tanár	Tanárcsoportok
Értékelés	Tanár által irányított	Tanuló által irányított
	Szummatív	Diagnosztikus

A pedagógiai paradigmaváltás egyik kulcsterülete a tanulói teljesítmény értékelési koncepciójának és módszereinek változása. A tudás és képesség tartalmában mélyebb, kiterjedésében szélesebb értelmezést nyert. A diagnosztikus szemlélet kiterjed az ismeretek, készségek és attitűdök komponensrendszerére és fejlődési folyamatára. A tanároknak tapasztalt diagnosztákká kell válniuk, egyénenként követni tanulók fejlődését, és folyamatos visszajelzésekkel segíteni őket a továbbhaladásban. A közoktatás rendszerének tömegessége és nehézsége számos akadályt gördít ennek megvalósulása elé, de a működőképes minták és megoldások segíthetnek ezek elhárításában. A SAILS projekt során kialakított stratégiák ezt a fejlesztő szemléletű, formatív értékelést támogatják.

A formatív értékelés jellemzői:

- A tanulás lehetséges eredményei előzetesen világosan meghatározottak.
- A módszerek tudatosan megtervezettek.
- Alkalmas a problémamegoldás folyamatának való valós idejű nyomon követésére.
- A visszatekintés, reflektálás alapvető eleme.
- Bevonja a tanulókat a tanulási célok meghatározásába, az értékelés megtervezésébe és kivitelezésébe.
- A tanulási folyamat szabályozására irányul.

Előnyei:

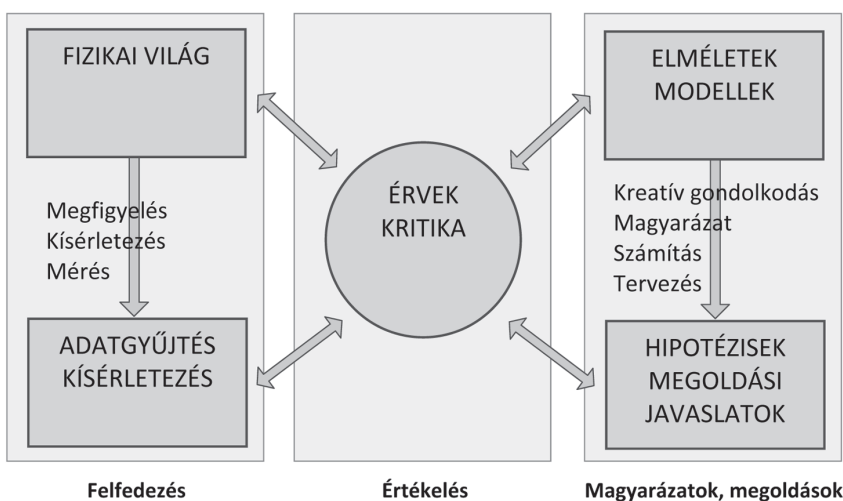
- Növeli a tanulás iránti motivációt.
- Megerősíti a tanulókat abban, hogy mindenki képes fejlődni.
- Ráirányítja a tanulók figyelmét arra, mit és hogyan tanulnak.
- Ösztönzi a tanulókat az önértékelésre.
- Lehetővé teszi a diákoknak megismerni és megérteni a követelményeket, ezzel is segítve azt, hogy azok az ő céljaikká is váljanak (Black és Wiliam, 1998a).

A SAILS projekt során kidolgozott foglalkozástervek és az alkalmazás tapasztalatait összegző esettanulmányok konkrét eszközöket és javaslatokat tartalmaznak az egyes készségek formatív értékelésére.

A természettudományos gondolkodás fejlesztése

A kutatásalapú tanulás egyik fő célja a természettudományos gondolkodás fejlesztése. Amint Lawson rámutatott: „A magasabb rendű tudományos gondolkodás fejlesztésében nem annak van jelentősége, amit tanítunk, inkább annak, *ahogyan* tanítunk... Meg kell tanítanunk a tanulóknak egy sor tudományos vizsgálati módszert, és el kell sajátíttatnunk azokat a magasabb rendű gondolkodási műveleteket, amelyek alapján a tanulók képessé válnak a tények és adatok elemzésére, természettudományos vizsgálatok tervezésére, magyarázatok megfogalmazására, tudományos modellek kidolgozására és alkalmazására.” (Lawson, 1978, 23. o.). A kutatómunka nemcsak a természettudományos ismereteket kívánja elsajátíttatni a tanulókkal, hanem a tudományos gondolkodás működését (1. ábra) annak gyakorlásával igyekszik megismertetni, alkalmazható képességgé formálni. Háttérben az a meggyőződés áll, hogy a tényeken és bizonyításokon alapuló gondolkodásmód mindenki számára hasznos, segíthet a mindennapi élet problémáinak megoldásában.

A kutatásalapú tanulás egyik fő célja a természettudományos gondolkodás fejlesztése. Amint Lawson rámutatott: „A magasabb rendű tudományos gondolkodás fejlesztésében nem annak van jelentősége, amit tanítunk, inkább annak, ahogyan tanítunk... Meg kell tanítanunk a tanulóknak egy sor tudományos vizsgálati módszert, és el kell sajátíttatnunk azokat a magasabb rendű gondolkodási műveleteket, amelyek alapján a tanulók képessé válnak a tények és adatok elemzésére, természettudományos vizsgálatok tervezésére, magyarázatok megfogalmazására, tudományos modellek kidolgozására és alkalmazására.” (Lawson, 1978, 23. o.).



1. ábra. A természettudomány működési modellje (National Research Council, 2012, 45. o.)

A természettudományos tudás koncepcióján belül jól elkülöníthető a megismerési útra jellemző procedurális, illetve a megismerés eredményét górcső alá vevő episztemikus tudás. Előbbi a természettudományos vizsgálatok tervezéséhez és kivitelezéséhez, az adatok elemzéséhez és értékeléséhez szükséges, fejlődési modellje az alábbi elemeket/szinteket határozza meg (*Lubben és Millar, 1996*):

- Méréssel kapcsolatos tudás (mennyiségi, minőségi szempontok), mértékrendszerek használata, diszkrét és folyamatos változók.
- A bizonytalanságok felismerésére és minimalizálására szolgáló eljárások ismerete (többszöri mérés, átlagolás).
- A megismételhetőség biztosítása (a megismételt kísérletek egyezése), az adatpontosság elérése (a mért mennyiség és a mért értékek egyezése).
- Az adatrögzítés és ábrázolás egyszerűbb módjainak ismerete (táblázatok, grafikonok megfelelő használata).
- A változó fogalmának ismerete, független és függő változó megkülönböztetése.
- A változók beállításának képessége, a kísérletekben játszott szerepének felismerése, kísérleti kombinációk kialakítása a megbízhatóbb eredmény érdekében, a lehetséges oksági viszonyok felismerése.
- Egy adott természettudományos kérdéshez megfelelően kapcsolódó vizsgálat tervezése (kísérleti, terepmunka vagy egyéb kutatás).

Amíg a procedurális tudás arról szól, mit és hogyan tegyünk, addig az episztemikus tudás arra keresi a választ, hogy miért szükségesek, illetve milyen eredményre vezethetnek ezek a tevékenységek. Néhány fejlesztendő episztemikus tudáselem (*Osborne, 2013*):

- A természettudományos megfigyelések, tények, hipotézisek, modellek és elméletek jellemzői.
- A tudományos állítások adatokkal és magyarázatokkal való alátámasztásának szükségessége.
- A tudományos hipotézis tesztelhető előrejelzés kialakításában játszott szerepe.
- A mérési pontosság és a tudományos ismeretek megbízhatósága közötti összefüggés.
- A fizikai és az absztrakt modellek szerepe, használhatóságuk és korlátaik.
- Az együttműködés, a kritika és a tudóstársak bírálatának jelentősége a tudományos állítások megbízhatóságának növelésében.

Egy tudományos szöveg olvasásakor különbséget kell tennünk a megfigyelési eredmény, az előfeltevés és a tényállítás között. Ez a tudás szükséges ahhoz, hogy értékelni tudjuk a tudományos állításokat. Mibenléte azonban nehezen deklarálnak, inkább az alkalmazása közben a tanulónak nyújtott segítséggel fejleszthető (*Kind, 2013; OECD, 2012*).

A kutatási készségek fejlődési indikátorai

A kutatási készségek fejlődésének értékeléséhez meg kell határozni a fejlődés legfontosabb mutatóit (*Osborne és Ratcliffe, 2002*). A SAILS tanulási egységekhez kidolgozott értékelési eszközökben szöveges meghatározások találhatók az egyes készségek értelmezésével és fejlődési szintjével kapcsolatban. A különböző jellegű foglalkozások és az eltérő szerzői értelmezések miatt ezek között akár jelentős tartalmi és mélységbeli különbségek lehetnek. A foglalkozások adaptálását, egy tanulócsoporthoz való alkalmazását ez nem akadályozza, de az eredmények megosztásában, a tapasztalatok összegzésében nehézséget jelenthet. A kutatások ezen a területen is feltártak olyan fejlődési indikátorokat, amelyek figyelembe vételével objektívebbé tehetők a készségfejlődés szintjeit

leíró skálák. A kutatási készségek lehetséges fejlődési indikátorait az alábbi felsorolás foglalja össze.

1. Kérdésfeltevés

- A természettudományosan vizsgálható kérdések felismerése.
- A vizsgálat lényegi kérdésének felismerése, megfogalmazása.
- Konkrét kérdések megkülönböztetése vizsgálhatóságuk alapján.
- A nem vizsgálható kérdések átfogalmazása konkrét vizsgálatra irányuló kutató kérdésre
- egymásba épülő, egymásból következő kérdések megfogalmazása.

2. Hipotézis megfogalmazása

- Tényekre alapozottság, lényeges tulajdonságok, körülmények figyelembe vétele.
- Korábbi tapasztalatokból levont következtetés, ismert fogalmak beépítése.
- Nehezen ellenőrizhető jelenségek végbemenetelére vonatkozó hipotézis megfogalmazása.
- Jelenségek vizsgálati módszereire vonatkozó elképzelés.
- Adott tényre, jelenségre vonatkozó többféle lehetséges elképzelés figyelembe vétele.
- Az előfeltevések, elképzelések bizonyításának igénye.

3. Megfigyelés

- Objektumok, anyagok közötti hasonlóságok és különbségek felismerése.
- A különbségek részletes és világos megfogalmazása.
- Részleges hasonlóság felismerése különböző objektumok esetében.
- A vizsgált problémával összefüggő megfigyelési eredmények felismerése.
- Többféle érzékszerven alapuló megfigyelés.
- Megfigyelési eszközök használata.

4. Kísérlettervezés, kivitelezés

- Alapvető elméletekből való kiindulás hiányos információk esetén, vagy továbbgondolást igénylő esetekben.
- Adott kérdéssor alapján kísérlet tervezése.
- Megfelelő kísérleti lépéssor megtervezése.
- Beállítandó (függő) változók és rögzített változók azonosítása.
- Vizsgálati terv készítése, független, függő és rögzített változók beállítása.
- A kísérlet sikeressége érdekében keresendő vagy mérendő adat azonosítása.
- Tervezett és végbement/végrehajtott vizsgálatok összevetése.

5. Következtetés

- Az eredmények összevetése a kiinduló kérdéssel.
- Az eredmények összevetése az előrejelzésekkel.
- Változók közötti összefüggések bemutatása.
- A megfigyelések és mérések jellemzőinek, irányának bemutatása.
- A kapott tényeket, adatokat összegző következtetések megfogalmazása.
- A következtetések eseti jellegének, felmerülő új tények esetén való változtathatóságának felismerése.

Példák a kutatási készségek értékelésére

Ebben a részben azt mutatjuk be, hogy a projekt során elkészített tanulási egységek keretében miképpen lehet értékelni a korábban bemutatott kutatási készségeket. Az itt következő táblázatok címében megjelöljük, hogy milyen készség értékeléséről van szó, és zárójelben megadjuk a megfelelő tanulási egység megnevezését. Különböző tanulási egységek példáját felhasználva mutatjuk be a tanulói kutatómunka fontosabb fázisaiban

alkalmazott készségek értékelésének szempontjait. A vizsgálat tervezése (3. táblázat), a vizsgálat kivitelezése (4. táblázat), az adatok gyűjtése, elemzése (5. táblázat) és a koherens érvelés (6. táblázat) fejlődésének értékelését egyaránt egy négyfokozatú skálán végezhetjük el.

3. táblázat. Vizsgálat tervezése (Élelmiszerek vizsgálata – Food and food labels)

<i>Tanulói teljesítmény</i>			
<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
A vizsgálat tervezésére önálló ötlet nincs, a közösen kialakított munkamenetbe való aktív bekapcsolódás. Az eredmény kiszámításának passzív követése.	Önálló ötletek a vizsgálat tervezésére, a megfelelő módszer kiválasztása, de a végrehajtás még bizonytalan. Az eredmény kiszámítása segítséggel.	A megfelelő vizsgálati módszer kiválasztása, ennek indoklása, a munkamenet részleteinek megfelelő tervezése. Az eredmény helyes kiszámítása.	A megfelelő vizsgálati módszer kiválasztása, ennek indoklása, a munkamenet részleteinek a várható hibalehetőségekre, veszélyekre is kiterjedő tervezése. Az eredmény gyors és pontos kiszámítása.

4. táblázat. Vizsgálat kivitelezése (Természetes szelekció – Natural selection)

<i>Tanulói teljesítmény</i>			
<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
A feladat leírását nem képes önállóan értelmezni, de társai segítségével részt tud venni a végrehajtásban. Az egyes lépések célját, jelentőségét képes felmérni, de a feladat egészét nem látja át.	A feladat leírásának értelmezésében aktívan részt vesz, hibáit képes ön maga is korrigálni. A végrehajtásban részfeladatokat vállal. A feladat célját, menetét vázlatosan, de helyesen látja át.	A feladat értelmezésében aktívan részt vesz, szükség esetén segíti társait is. A végrehajtásban folyamatosan és megbízhatóan részt vesz. Törekszik az utasítások gyors és pontos végrehajtására.	A feladat célját és menetét gyorsan és pontosan átlátja. Segíti és irányítja társait az értelmezésekben és a kivitelezésben. Képes alternatívákra javaslatokat tenni a siker érdekében.

5. táblázat. Adatok gyűjtése, elemzése (Élelmiszerek vizsgálata – Food and food labels)

<i>Tanulói teljesítmény</i>			
<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
A megfelelő adat kiválasztása nem minden esetben sikeres, kevés az adatok mennyisége is. Az adatok felhasználása nem következetesen kapcsolódik a feladathoz.	A megfelelő adat kiválasztása többnyire sikeres, az adatok mennyisége is megfelelő, de a feladathoz való kapcsolódások, a célszerű adatfelhasználás esetleges.	A megfelelő adat kiválasztása magabiztosan történik, az adatok mennyisége megfelelő, felhasználásuk célszerűen kapcsolódik a feladathoz.	Az adatok kiválasztása és felhasználása nagy biztonsággal és gyorsan történik, a feladat végrehajtása során a felhasználásuk dominál. Megjelenik az adatok megbízhatóságával, kapcsolatos kritikai szemlélet is.

6. táblázat. *Koherens érvelés (A növények táplálkozása – Plant nutrition)*

<i>Tanulói teljesítmény</i>			
<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
Nem képes tudományos érveket megfogalmazni a csoport által javasolt tervek mellett vagy ellen. Esetenként képes az adatok alapján következtetéseket levonni, de ezt nem tudja tudományos érvekkel alátámasztani.	Tudományos érvekkel alá tudja támasztani az eredeti kísérleti tervet és a csoport által megfogalmazott különböző alternatívákat, de a gondolatmenete nem mindig pontos. Képes az adatok elemzésére, esetenként tudományos érvekkel való alátámasztására, de még nehézséget okoznak számára a kísérleti hibák és a statisztikai elemzés.	Pontos tudományos érvekkel tudja alátámasztani a csoport által megfogalmazott kísérleti terveket. Képes az adatok elemzésére, a következtetések tudományos érvekkel való alátámasztására és a kísérleti hibák megelőzésére, csökkentésére.	Pontos tudományos érvekkel tudja alátámasztani a csoport által megfogalmazott kísérleti terveket és képes mások terveinek kritikus elemzésére. Kritikusan tudja elemezni az adatokat, statisztikai szemléletet is alkalmaz, ellenőrzi a kísérleti hibákat, döntéseit minden esetben tudományos érvekkel tudja igazolni.

A 21. századi készségek fejlesztése

A SAILS projekt során a természettudományos készségek fejlesztése mellett nagy hangsúlyt kapott az is, hogy a tanulói tevékenységnek milyen tágabb hatása lehet, hogyan járulhat hozzá a kutatásalapú tanulás az értelmi képességek szélesebb körének fejlesztéséhez. Ilyenek például azok a készségek, amelyeket összefoglaló néven gyakran 21. századi készségeknek neveznek. Több elméleti keretrendszer (pl. *Partnership for 21st century skills – P21; Assessment and Teaching of 21st Century Skills – ATCS*) is leírja ezeket, melyek általános kategóriáit készségek, attitűdök, értékek és etikai elvek összeségeként értelmezhetjük. A további elemzések, valamint az EU, az OECD és az UNESCO tanulmányainak eredményei a 7. táblázat szerint összegezhetők.

7. táblázat. *A 21. századi készségek listája az oktatási dokumentumokban*

<i>Mindegyik keretrendszerben</i>	<i>Legtöbb keretrendszerben</i>	<i>Néhány keretrendszerben</i>	<i>Egyetlen keretrendszerben</i>
Együttműködés Kommunikáció IKT-jártasság Társadalmi és/vagy kulturális készségek	Kreativitás Kritikus gondolkodás Problémamegoldás Eredményesség/ Produktivitás	A tanulás tanulása Önirányítás Tervezés Rugalmasság és alkalmazkodóképesség	Kockázatvállalás Konfliktuskezelés, -megoldás Kezdeményező- és vállalkozási készség

A 21. századi készségek fejlesztését támogató tanári kompetenciák (*P21*):

- A 21. századi készségek fontosságának és a napi pedagógiai munkába való integrálási lehetőségeinek megértése.
- A tananyag mély megértése és a problémamegoldás, kritikus gondolkodás és más 21. századi készségek fejlesztése közötti összefüggés megértése.
- A tanulók egyéni tanulási stílusának és adottságainak felismerési képessége.
- A 21. századi technikai lehetőségek (pl. médiaforrások, számítógéppel segített tanulás, közösségi média) használata az osztálytermi munkában.
- A tudásmegosztás lehetőségeinek kiaknázása, a szakértőkkel és más, iskolán kívüli közösségekkel való személyes és virtuális információcsere.

- A készségfejlesztés kezdése kis lépésekkel, rövid és egyszerű projektekkel, amelyek segítik a 21. századi készségek integrálási módjának megtalálását a tantárgyi munkába.
- Az együttműködés, a hálózatépítés erősítése iskolán belül és iskolák között, valamint a kutatókkal és szakértőkkel, társadalmi szervezetekkel.

A felsorolt tanári kompetenciák szükségesek az IBSE módszer sikeréhez és fenntarthatóságához, de az alkalmazás egyben fejleszti is ezeket a készségeket. A projekt keretében kidolgozott foglalkozástervekben a 21. század készségeire is szerepeltek értékelési minták. A 8–11. táblázatok ezekre mutatnak példákat az előző részben megismert rendszerben.

8. táblázat. Együttműködés (Természetes szelekció – Natural selection)

Tanulói teljesítmény			
Kezdő	Fejlődő	Konzolidálódó	Kiterjedt
A csoportmunkába képes bekapcsolódni, de munkája nem folyamatos. A rábízott feladatokat képes elvégezni, de önállóan nem vállalkozik.	A csoportmunkában változó intenzitással, de folyamatosan részt vesz. Esetenként önállóan is vállal részfeladatokat.	A csoportmunkában folyamatosan és hatékonyan részt vesz. Gyakran vállal önállóan is feladatokat, ezeket egyeztetve társaival.	A csoportmunkában rendszerint irányító szerepet játszik, hatékonyan szervezi, segíti társai munkáját.

9. táblázat. Kommunikáció (Élelmiszerek vizsgálata – Food and food labels)

Tanulói teljesítmény			
Kezdő	Fejlődő	Konzolidálódó	Kiterjedt
Az írásbeli kommunikáció bátortalan, hiányos, vagy teljesen hiányzik. Szóban folyamatosabb, de nem célratörő a kommunikáció.	Az írásbeli kommunikáció folyamatos, de kissé hiányos, önálló vélemény megfogalmazására törekszik, de még bizonytalan. Szóban folyamatosabb a kommunikáció, általában célszerű is.	Az írásbeli kommunikáció folyamatos, az önálló vélemény megfogalmazása magabiztos. Szóban folyamatos és célszerű a kommunikáció, de az érvelés nem minden esetben hatékony. Mások meghallgatása, esetenként reflektálás is.	Az írásbeli kommunikáció folyamatos, az önálló vélemény megfogalmazása magabiztos. Szóban folyamatos és célszerű kommunikáció, hatékony érvelés. Mások meghallgatása, reflektálás, rugalmasság, indokolt esetben eltérő vélemény elfogadása.

10. táblázat. Kritikus gondolkodás (Élelmiszerek vizsgálata – Food and food labels)

Tanulói teljesítmény			
Kezdő	Fejlődő	Konzolidálódó	Kiterjedt
Egy-egy tápanyag esetében elegendő számú ételminszerkártya többségében megfelelő sorba rendezése, további következtetés nélkül.	Egy-egy tápanyag esetében elegendő számú ételminszerkártya megfelelő sorba rendezése, minőségi következtetések és ítéletek megfogalmazása tápanyagcsoportokra, esetenként két tápanyagegyüttes figyelembe vételével.	Valamennyi rendelkezésre álló ételminszerkártya többségében helyes sorba rendezése, minőségi következtetések és ítéletek megfogalmazása 2–3 tápanyagcsoport együttes figyelembe vételével. Mennyiségi szempontok felvetése a vitában.	Valamennyi rendelkezésre álló ételminszerkártya helyes sorba rendezése, helyes minőségi következtetések és ítéletek megfogalmazása az összes vizsgált tápanyagcsoport együttes figyelembe vételével. Mennyiségi szempontok érvényesítése a vitában.

11. táblázat. Ítéletalkotás (Élelmiszerek vizsgálata – Food and food labels)

Tanulói teljesítmény			
Kezdő	Fejlődő	Konzolidálódó	Kiterjedt
Ötletek esetleges, szóbeli megfogalmazása, írásbeli közlés nélkül. Másokra való reagálás nem jellemző.	Ötletek szóbeli megfogalmazása, esetenként írásban is. Esetenként másokra való reagálás is.	Az ötletek, vélemények ítéletként való, határozott megfogalmazása szóban és írásban, esetenként érvekkel való alátámasztása. Vitában kritikus álláspont képviselése.	Az ötletek, vélemények ítéletként való, határozott megfogalmazása szóban és írásban, minden esetben megfelelő érvekkel való alátámasztása. Mások érveinek szükség szerint kritikus vagy elfogadó szemlélete.

Összegzés

A 21. század technológiai és társadalmi változásai elkerülhetetlenül átförmálják a pedagógiai rendszereket is. Az oktatási intézmények múlt századi működési modelljét adaptálni kell az új kihívásokhoz, a tudás, a tanulás új paradigmáihoz. A természettudományos nevelés ebből a modernizációból részt vállalva kínálja a tanulók aktív bevonásával működő kutatásalapú tanulás módszerét.

A SAILS projektben kidolgozott foglalkozásmintákban központi szerepet kapnak a kutatási készségek és a 21. században egyre fontosabbá váló szociális és kommunikációs készségek. A foglalkozások kipróbálásával felhalmozott tapasztalatokra épülve konkrét gyakorlati módszerek és eszközök váltak átvehetővé. A vizsgálatok leírása mellett ezekben a tanulói teljesítmény értékelésére szolgáló eszközök is a tanárok rendelkezésére állnak. A foglalkozások során visszajelzések adhatók a tanulók számára, amelyek segítik őket tudásuk értékelésében és a személyiségük fejlődésében. A formatív értékelés alkalmazása során a tanárok is mélyebben megérthetik tanítványaik gondolkodását, tanulási szükségleteit. Visszahatásként az értékelési eszközök folyamatos korrekciója is megtörténhet, így egyre pontosabban illeszkedhetnek a készségek fejlődési szintjeihez és indikátoraihoz. Ez a tanulásfelfogás és értékelési gyakorlat a tanárok közötti tudásmegosztás révén hatással lehet az oktatási rendszer pedagógiai kultúrájára.

Irodalom

- ATCS (2010): *White Paper about 21st century skills of ATCS*. University of Melbourne.
- Black, P. és Wiliam, D (1998a): Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education*, 5. 1. sz. 7–71. DOI: [10.1080/0969595980050102](https://doi.org/10.1080/0969595980050102)
- Black, P. és Wiliam, D. (1998b): Inside the Black Box. Raising Standards through Classroom Assessment. *Phi Delta Kappan*, 80. 2. sz. 139–148. DOI: [10.1177/003172171009200119](https://doi.org/10.1177/003172171009200119)
- Csapó Benő (1998): Az új tudás képződésének eszközei: az induktív gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 251–280.
- Csapó Benő (2003): *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő, Csikos Csaba és Korom Erzsébet (2016): Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban – a SAILS projekt. *Iskolakultúra*, 26. 3. sz. 3–16.
- D. Molnár Éva (2013): *Tudatos fejlődés. Az önszabályozott tanulás elmélete és gyakorlata*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Dede, C. (2010): Comparing Frameworks for 21st Century Skills. In: Bellanca, J. és Brandt, R. (szerk.): *21st Century Skills*. Solution Tree Press, Bloomington, IN. 51–76.
- Finlayson, O., McLoughlin, E., Coyle, E., McCabe, D., Lovatt, J. és van Kampen, P. (2015, szerk.): *SAILS inquiry and assessment units*. Volume 1. 93–103.

- Halász Gábor (2009): Tanulás, tanuláskutatás és oktatáspolitikai. *Pedagógusképzés*, 7. 2–3. sz. 7–36.
- Kind, P. M. (2013): Establishing assessment scales using a novel disciplinary rationale for scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 50. 5. sz. 530–560. DOI: [10.1002/tea.21086](https://doi.org/10.1002/tea.21086)
- Lawson, A. E. (1978): The development and validation of a classroom test of formal reasoning, *Journal of Research in Science Teaching*, 15. 1. sz. 11–24. DOI: [10.1002/tea.3660150103](https://doi.org/10.1002/tea.3660150103)
- Lubben, F., és Millar, R. (1996): Children's ideas about the reliability of experimental data. *International Journal of Science Education*, 18. 8. sz. 955–968. DOI: [10.1080/0950069960180807](https://doi.org/10.1080/0950069960180807)
- National Research Council (2012): *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, The National Academies Press, Washington, DC. DOI: [10.17226/13165](https://doi.org/10.17226/13165)
- OECD (2012): *The PISA 2015 Assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. OECD, Paris.
- Osborne, J. (2013): The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking skills and creativity*, 10. sz. 265–279. DOI: [10.1016/j.tsc.2013.07.006](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.07.006)
- Osborne, J. F. és Ratcliffe, M. (2002): Developing effective methods of assessing ideas and evidence. *School Science Review*, 83. 305. sz. 113–123.
- Partnership for 21st century learning (P21): *Framework for 21st century learning*. *Science Maps*.
- Rocard, M., Csermely P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. és Hemmo, V. (2007): *Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission, Brussels.
- Voogt, J. (2003): Consequences of ICT for aims, contents, processes and environments of learning. In: van den Akker, J., Kuiper, W. és Hameyer, U. (szerk.): *Curriculum landscapes and trends*. Kluwer, Dordrecht. 217–236. DOI: [10.1007/978-94-017-1205-7](https://doi.org/10.1007/978-94-017-1205-7)

Jegyzet

¹ A tanulási egységek (unitok) és az esettanulmányok összegzése angol nyelven elérhető itt: <http://results.sails-project.eu/units>

Nagy Lászlóné¹ – Nagy Mórió Tibor²

1 Szegedi Tudományegyetem TTIK Biológiai Szakmódszertani Csoport

2 Szegedi Tudományegyetem TTIK biológiatanár–kémiantanár MSc szak, hallgató

Kutatásalapú tanítás-tanulás a biológiaoktatásban és a biológiatanár-képzésben

A természettudományos nevelés számos problémával küzd napjainkban. Csökkent a tanulók természettudományok iránti érdeklődése, hiányosságok mutatkoznak a tanulók tudásában, nehézséget jelent a tudományos ismeretek megértése, alkalmazása, a mindennapokban való boldoguláshoz szükséges gondolkodási és tanulási képességek elsajátítása. Az Európai Bizottság által felkért szakértői csoport (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson és Hemmo, 2007) többek között a természettudományok nem megfelelő oktatását nevezi meg a problémák egy lehetséges okaként, és a megoldást új pedagógiai módszerek bevezetésében látja, mint amilyen a kutatásalapú tanítás-tanulás. A SAILS projekt ezt hívatott előmozdítani azáltal, hogy a kutatásalapú tanítást-tanulást kiegészíti a formatív értékelés lehetőségeivel, és mindezt hozzákapcsolja a tanárképzéshez, megismertetve ezt az új szemléletet a pályán levő és leendő tanárokkal.

A kutatásalapú tanulás (Inquiry-Based Learning, IBL) legfőbb jellemzője, hogy kutatás által stimulált, kérdésekkel vagy problémákkal vezetett, a tudás keresésének folyamatán alapuló tanulás (Spronken-Smith, Angelo, Matthews, O'Steen és Robertson, 2007), amelynek során a tanulók kísérleteket, kutatásokat végeznek, modelleznek, gyakran egymással együttműködve (Khan és O'Rourke, 2005). A módszer hatékony alkalmazása feltételezi a tanulók aktív bevonását a tanulási folyamatba, a tudás megkonstruálásába. Az egyéni tanulás összekapcsolódik a társakkal való tanulással, ugyanakkor önszabályozott folyamat, a tanulók fokozott felelősséget vállalnak saját tanulásukért (Nagy, 2010). A tanár facilitátor/proaktivátor szerepet tölt be, az ismeretszerzés folyamatának szervezője, segíti a diákok munkáját, biztosítja a megfelelő tanulási környezetet a tanulói tevékenységekhez (Korom, 2010). Ez a megváltozott tanárszerep sok kihívást jelent a pedagógusok számára, melyekre a gyakorló és a leendő tanárokat is szükséges felkészíteni.

A tanulmány bemutatja a kutatásalapú tanulás hasznosíthatóságát a természettudományos nevelésben. Megmagyarázza, miért szükséges a tanári támogatás a tanulás kutatásalapú megközelítésének alkalmazása során. Keresi annak okait, hogy számos előnye ellenére miért nem terjedt el ez a módszer a tanárok körében, milyen tényezők befolyásolják elterjedését az osztálytermi gyakorlatban. Leírja a kutatásalapú tanulás beépítésének lehetőségét a biológiaoktatásba és a biológiatanár-képzésbe, majd egy konkrét példát mutat ennek megvalósítására.

A kutatásalapú tanulás várható haszna a természettudományos nevelésben

A természettudományos kutatói gondolkodás megismerése, megértése és alkalmazása már régóta célja a természettudományos nevelésnek. A megvalósítás módja lehet, hogy sok és változatos lehetőséget biztosítsunk a tanulóknak a kutatásra. Ezt teszi lehetővé a kutatásalapú tanítás.

A természettudományok tanulásának kutatásalapú megközelítése által a tanulók megismerhetik a tudomány természetét, a természettudományok kutatási módszereit, elsajátíthatják az általános kutatási készségeket (kutatási kérdések feltétele, finomítása, hipotézisek felállítása, egy kutatás megtervezése és irányítása, az eredmények elemzése és kommunikálása) és a specifikus kutatási készségeket (pl. a biológiatudományban fontos mikroszkóphasználót, az élettani és terepi kutatások módszereit). A kutatási tevékenységek segíthetik a tudományos tartalom (a természettudományos fogalmak és alapelvek) megértését, a természettudományos tudás alkalmazását; hozzájárulhatnak a gondolkodási képességek, a természettudományos (diszciplínaszpecifikus) gondolkodási készségek fejlődéséhez; megalapozhatják az egész életen át tartó tanulást. A tanulók együttműködve végeznek vizsgálatokat/kutatásokat, amelyek során elsajátíthatják az együttműködés készségét, és ugyanakkor az önszabályozott tanulási készségeket is. A tanulók megtapasztalhatják a tudományos felfedezéseket, a kutatás élményét, ami segítheti a természettudományok iránti érdeklődés, a kutatási attitűd és a pozitív tantárgyi attitűdök kialakulását. A kutatási tevékenységek eredményeként teljesítménynövekedés várható a problémamegoldó gondolkodás kreatív használatát igénylő feladatokban. A természettudományok tanítása elmozdulhat az adatok és az információk felhalmozásától a használható és alkalmazható tudás létrehozása felé. A kutatásalapú tanítás segítheti a nemek közötti és a hátrányos helyzetből adódó egyenlőtlenségek kezelését, valamint a tehetséges tanulók fejlesztését (*Edelson, Gordin és Pea, 1999; Exline, 2004; Hmelo-Silver, Duncan és Chinn, 2007; Nagy, 2010*).

Miért igényli a kutatásalapú tanulás a tanári támogatást?

A kutatásalapú tanulás az aktív tanulás egyik formája. Az aktív tanulás egy gyűjtőfogalom, ami a tanítás olyan különböző modelljeire vonatkozik, amelyek a tanulók tanulásának felelősségére fókuszálnak. Nagy hangsúlyt helyez a tanuló aktivitására/tevékenységére és a kooperatív, kollaboratív tanulásra.

Az IBL a tudományos kutatások gyakorlatában gyökerezik, és a kérdések felállítására, az adatok összegyűjtésére és elemzésére, a bizonyítékokon alapuló következtetések megalkotására fókuszál. Gyakran vet fel problémákat és kérdéseket a tanulóknak, hogy utánanézzenek különböző forrásokban, hogy megoldják azokat.

A kutatásalapú tanulás megközelítést – a problémaalapú tanulással (PBL) együtt – Kirschner, Sweller és Clark (2006) a nem irányított felfedező tanulással olvasztották össze, sorolták egy csoportba. Hmelo-Silver, Duncan és Chinn (2007) szerint ez a besorolás téves. Mind az IBL, mind a PBL releváns, autentikus problémák köré szerveződik, és lehetővé teszi a tanulók tanulását komplex területeken, feladatokban. Az ilyen feladatok megkövetelik, hogy a tanárok segítsék a tanulókat kutatásaik megértésében, megszervezésében és a probléma-megoldási folyamatokban, továbbá hogy bátorítsák őket gondolataik kifejezésében és a tanulásukra való reflektálásban. Számos stratégia képes támogatni a megértést, a szervezési folyamatot, a kommunikációt és a reflexiót. A tanárok különböző támogatási stratégiák használatával segíthetnek a tanulóknak legyőzni a fogalmi és a gyakorlati gátakat. A kutatók azokat a támogatási stratégiákat szorgalmazzák, amelyekben a támogatás képes redukálni a kognitív terheket, gondoskodik a

szakszerű irányításról/útmutatásról, és segíti a tanulókat a gondolkodás és eljárás diszciplináris útjainak elsajátításában. Ezekben a kontextusokban a direkt instrukció – mint az alkalmazott stratégiák egyike – csak éppen időben alkalmazott lehet, és általában a tanulók régebben szerzett tapasztalata szükséges a bemutatott információ megértéséhez. A leírtak alapján megállapítható, hogy az IBL és a PBL széles körben használják a támogatást, a tanár kulcsszerepet játszik a tanulási folyamatok facilitálásában, és éppen időben tartalmi tudást nyújthat.

Edelson, Gordin és Pea (1999) szerint a kutatási tevékenységek egy értelemgazdag tanulási kontextus kifejlesztésével segítik elő a tudáselsajátítás folyamatát. Ez jelentős a kutatásalapú tanulás elkülönítésében a felfedező tanulástól. A kutatásból való tanulás koncepciója szerint a tanulók kutatási tevékenységeik által képesek felfedezni a tudományos alapelveket, de a felfedezés nem az egyedüli mechanizmusa a kutatásból való tanulásnak. A kutatás a tudományos tartalom megértésének fejlődését a következő utak mindegyikében elősegítheti. (1) A kutatási tevékenységek elvezethetik a tanulókat a tudásuk határaival való szembesüléshez. Valaki tudásának a határai gyakran megmutatkoznak egy kíváncsiságvezérelt, speciális szituációval kapcsolatos várakozás sikertelensége által. A kíváncsiság napvilágra kerül olyan problémaszituációk létrehozása révén, amelyek a tanulásra való motivációra fókuszálnak. (2) Egy tudományos kutatás sikeres befejezése megköveteli a tudományos tartalmi tudást. Egy kutatási tevékenység kivitelezése képes tehát kialakítani a tudás iránti igényt a tanulók részéről, amit el fognak sajátítani a sikeres kutatás befejezéséhez. (3) Ha lehetőséget biztosítunk a tanulóknak, hogy megválaszolják kérdéseiket, a kutatási tevékenységek képessé teszik a tanulókat az új tudományos alapelvek felfedezésére és arra, hogy finomítsák a tudományos alapelvek előzetes megértését az általuk alkotott válaszokban. (4) A kutatási tevékenységek lehetővé teszik, hogy a tanulók alkalmazzák tudományos megértésüket a kutatási kérdések feltárásában. A tudományos tudás alkalmazásához szükséges, hogy a tanuló átszervezze és 'átcímkézze' meglévő tudását, ami a jövőben elősegíti annak használatát. A meglévő tudás alkalmazása megerősíti a tudást és gazdagítja annak más tudással való kapcsolatait.

Miért nem elterjedt a kutatásalapú tanítási megközelítés a tanárok körében?

Ha a kutatás olyan fontos, akkor miért nem használja több tanár az osztályteremben? Hmelo-Silver, Duncan és Chinn (2007) tanulmánya szerint ennek a leggyakoribb okai a következők:

- a 'kutatás' kifejezés jelentésének zavara;
- az a tévhit, hogy a kutatásalapú tanítás csak jó képességű gyerekekkel működik jól;
- a tanárok úgy érzik, hogy nincsenek felkészülve a kutatásalapú tanulásra;
- a kutatásra úgy tekintenek, mint amit nehéz irányítani;
- ragaszkodnak a tények tanításához;
- és ahhoz, hogy egy tantárgy oktatásának célja előkészíteni a tanulókat a következő szintre.

Az alábbiakban részletezzük a felsorolt okokat.

A kutatás ('inquiry') kifejezésnek kétféle jelentése van. Használják a tudomány művelésére és a tanításra egyaránt. A tudományos kutatás vonatkozik a különböző utakra, amelyeken a tudósok tanulmányozzák a természeti világot és magyarázzák azt a munkájukból származó bizonyítékok alapján. A kutatás vonatkozik a tanulók tevékenységeire is, amelyekben fejlődik tudásuk és megértik a tudományos elméleteket, továbbá azt, hogyan kutatják a tudósok a természeti világot (Hmelo-Silver, Duncan és Chinn, 2007).

Az utóbbi értelmezés szerint a kutatás egy tanítási technika. Colburn (2000) definíciója szerint a kutatásalapú tanítás olyan osztálytermi környezet megalkotása, ahol a tanulók főként nyitott, tanulóközpontú, gyakorlati tevékenységekkel vannak lekötve. Ez a definíció magában foglalja a kutatásalapú tanítás különböző megközelítéseit/fokozatait: strukturált kutatás ('structural inquiry'), irányított kutatás ('guided inquiry') és nyitott kutatás ('open inquiry') (ld. Nagy, 2010; Kontai és Nagy, 2011a). A nyitott kutatás analógnak tekinthető a tudomány művelésével. A tudományos tevékenységek gyakran a nyitott kutatás példái.

Többen úgy gondolják, hogy a kutatás csak a jó eszű gyerekeknek való. Néhány kutatási tevékenység valószínűleg hatékonyabb a magasabb kognitív fejlettségi szinten lévő gyermekek számára. A kutatók általában elfogadják a Piaget-i megközelítés két megállapítását: (1) a kutatás gyakran megköveteli a hipotetikus gondolkodást, (2) a konkrét gondolkodóknak nehézséget jelent az absztrakt fogalmak megértése. Az ismerősebb tevékenységek, tananyagok és kutatási kontextusok könnyebbé teszik a kutatás általi tanulást a tanulók számára. A kutatásalapú tanítás tehát minden tanuló számára hasznos, mert

- konkrét, megfigyelhető fogalmak felé orientálja a tevékenységeket;
- kérdések köré szervezi a tevékenységeket, hogy a tanulók meg tudják válaszolni azokat közvetlenül a kutatás által;
- növeli a tanulók számára ismerős anyagokat és szituációkat használó tevékenységeket;
- a tanulók készségeihez és tudásához választja meg a tevékenységeket, így biztosítja a sikert;
- a tanulók megtanulják hatékonyan használni a gyakorlati, kutatásalapú anyagokat egy szakképzett tanár kezei között.

Ha a tevékenységek túl nagy kihívást jelentenek, a tanulók nem fogják eredményesen megtanulni a tartalmat. Ha viszont a tevékenységek túl könnyűek, akkor nem fognak fejlődni a tanulók magasabb rendű gondolkodási képességei. Maximális tanulás valószínűleg akkor fordul elő, amikor a tevékenységek 'éppen jók', kognitívan kihívóak, de még elvégezhetőek. Ebből arra lehet következtetni, hogy az osztályteremben nem mindegyik tanuló tudja elvégezni egy tevékenység ugyanazon formáját ugyanabban az időben (Hmelo-Silver, Duncan és Chinn, 2007).

A sikeres kutatásalapú tanítás több, mint a tananyag egyszerű átadása. A tanárnak rendelkeznie kell azokkal a főbb attitűdökkel és készségekkel, amelyek szükségesek a tanulók sikerének növeléséhez egy kutatásalapú osztálytermi környezetben. Hinnie kell a tanulók értékeiben, hogy rendelkeznek az általuk végzett tevékenység ellenőrzésének képességével, és tudják, hogyan kell azt elvégezni. Rendelkeznie kell a kutatási készségekkel, a formális művelési gondolkodási képességekkel, a kutatótananyag ismeretével, és tudnia, értenie kell, hogyan működik a tudomány és hogyan tanulnak a tanulók (képesnek kell lennie arra, hogy eredményesen megválaszolják a tanulók kérdéseit, felvetéseit). Colburn (2000) szerint a következő tanári viselkedések elősegítik a kutatásalapú tanulás eredményességét:

- nyitott vagy divergens kérdések feltétele (pl. Mit csinálsz? Elmondanád, mit gondolsz? Mit gondolsz, mi történne, ha...?);
- várni néhány másodpercet, miután feltettük a kérdést, időt adni a tanulónak a gondolkodásra;
- válaszolni a tanulónak annak megismétlésével és átfogalmazásával, amit mondtak, anélkül, hogy értékelnénk, dicsérménk vagy kritizálnánk;
- elkerülni, hogy megmondjuk a tanulónak, mit tegyenek;
- stratégiai segítség nyújtása technikai helyett;
- a fegyelem fenntartása az osztályteremben.

Az IBL alkalmazásával történő tanítás magában foglalja a megfelelő feladatok kiválasztását vagy elkészítését, a különböző pedagógiai módszerek eredményes használatát és a támogató osztálylégkör kialakítását. A kutatásalapú tanítás gyakran követel meg új és komplex osztálytermi szituációt. A tanulóknak és a tanároknak ugyanúgy időre van szükségük, hogy fokozatosan átváltsanak a klasszikus, elfogadott tevékenységekről a kutatásalapú tanulást jellemző nyitott tevékenységekre. Ezért a kutatásalapú tanulás osztálytermi bevezetésében célszerű az IBL fokozatainak (strukturált, irányított és nyitott kutatás) fokozatos alkalmazása, melyek egyre több teret engednek a tanulók önálló tevékenységének a kutatás lépéseinek megvalósításában. Sőt a tanulók önálló kísérletező munkáját megelőző tanári demonstrációs kísérleteknek is fontos szerepük van a tanulók kutatásalapú tanulásra való felkészítésében: megismertetik a tanulókat a kísérlet felhasználására a tanulás menetében, felkeltik a tanulók tudomány és kutatás utáni érdeklődését. A tanulók még sikeresebbek lesznek, ha a különböző fajta tanári tevékenységek segítik őket a megértésben. A tanártól függ, hogy a kutatási és nem-kutatási módszerek helyes keveréke megtalálható legyen a tanórán, és növelje a tanulók természettudományos tanulását.

Az IBL feladatok kiválasztásánál, készítésénél a következő szempontokat célszerű szem előtt tartani (*Spronken-Smith*, 2008 alapján):

- alkalmazkodás az értelmi fejlődési stádiumokhoz;
- realiztikus, releváns problémák alkalmazása;
- nyitottabb és reflektív természetű kérdések; következtetés-, értelmezés-, transzfer-, hipotézisre vonatkozó kérdések alkalmazása;
- integrált feladatok; integrált, több szempontú megközelítés használata;
- projektek köré szervezett, közösségi tevékenységek tervezése;
- az IBL-készségek fejlesztése;
- a tanulói tapasztalatszerzés elősegítése;
- érzékszervek és eszközök használata;
- a kíváncsiság felkeltése, kielégítése, a csodálkozás kiváltása;
- a tudomány természetének, módszereinek megismerése;
- interaktív média és a számítógépes adatbázisok használata.

A tanári foglalkozástervek mellett fontos a tanulói tervek kidolgozása is. Ezek elkészítésénél figyelembe kell venni a következőket: (1) a tantárgy(ak) tartalma, (2) a tartalom egy tágabb fogalmi keretbe ágyazása, (3) az információ-feldolgozási készségek és (4) a gondolkodási képességek fejlesztése. A tanulók kutató tevékenységét és a tanár irányító munkáját megkönnyítheti egy jól szerkesztett tanulói feladatlap készítése és használata, különösen a strukturált és az irányított típusú IBL feladatok esetében (ld. *Kontai és Nagy*, 2011a, 2011b). Minden értéke mellett a diákok kutatómunkájának iskolai tevékenységekbe integrálása nem teljesen problémamentes. Edelson, Gordin és Pea (1999) öt kihívást említ, melyekre tekintettel kell lenni: (1) motiváció, (2) kutatási technikákhoz való hozzáférés, (3) háttértudás, (4) kiterjedt tevékenységek kezelése/vezetése, (5) a tanulási kontextus gyakorlati korlátai.

A kutatásalapú tanítás biológiaoktatásban való elterjedését befolyásoló tényezők

A kutatásalapú tanulás osztályteremi gyakorlatban való elterjedését az előző fejezetben említetteken kívül még számos tényező befolyásolhatja (*Nagy*, 2010):

- a központi oktatási dokumentumok (tantervek, vizsgakövetelmények) és taneszközök (pl. tankönyvek, munkafüzetek) mennyire szorgalmazzák;

- a tanárok meggyőződése a tanításról, tanulásról;
- mennyire alkalmazzák specifikus jegyeit a tanárok a jelenlegi osztálytermi gyakorlatukban;
- ismerik-e a módszert a pedagógusok;
- a pedagógusok igénye módszertani kultúrájuk megújítására;
- konkrét tantárgyi példák, feladatok az IBL különböző fokozatainak alkalmazására;
- az IBL alkalmazására felkészítő tanárképzés és tanártovábbképzés.

A biológiaoktatást szabályozó központi dokumentumok (*Nemzeti alaptanterv*, 2007, 2012; *Kerettantervek*, 2008, 2013; *Részletes érettségi követelmények (biológia)*, 2005) elemzésének (Kontai és Nagy, 2011c; Kontai, 2014) és a biológiatanárok oktatási gyakorlatát vizsgáló kérdőíves felmérésnek az eredményei (Kontai és Nagy, 2011c) azt mutatják, hogy bár a kutatásalapú tanítás/tanulás jegyei a hazai közoktatási dokumentumokban és a mindennapos oktatási gyakorlatban is jelen vannak, önálló módszerként még nem terjedt el. Ez a vizsgálatban részt vevő tanárok szerint összefügg a biológia tantárgy alacsony óraszámával, a nagy tananyagmennyiséggel, a magas osztálylétszámmal, az anyag- és eszközhiánnyal, továbbá a tanulók érdeklődésének hiányával. Ezért a kutatásalapú tanítás elterjedt osztálytermi használatához a felsorolt problémákat is meg kell oldani a tanárok és tanárjelöltek módszertani felkészítése mellett.

A biológiatanítás pedagógiájában az experimentális metodika (megfigyelés, vizsgálat, kísérlet) és az ismeretszerzés induktív útja mindig is hangsúlyos volt (ld. Kacsur, 1989; Nagy L.-né, 2006, 2008). Így az induktív megközelítésű módszerek közé tartozó kutatásalapú tanítás jól illeszkedik a biológiatanítás tradicionális módszereihez. Tananyaghoz kötődő példákon keresztül (ld. Kontai és Nagy, 2011a, 2011b; Antal és Kontai, 2013; Adorjárné, Makádi, Nagy, Nahalka, Radnóti és Wagner, 2014; Kontai és Nagy, 2014) a tanárok és a leendő tanárok könnyen megismerhetik, megérthetik lényegét, de az iskolai alkalmazás csak alaposabb elméleti és gyakorlati képzés után várható el.

A kutatásalapú tanítás beépítése a biológiaoktatásba és a biológiatanár-képzésbe

A kutatásalapú tanítás bármely tantárgyban, bármely diszciplínában, illetve az oktatás valamennyi szintjén (a közoktatásban és a felsőoktatásban egyaránt) alkalmazható. A tanár a kulcs az oktatási rendszerek minőségi fejlesztéséhez, meghatározza a tantervi reformok és innovációk sikerességét. A tanár szakmai fejlődése alapvető tényező a tanítás megváltoztatásához (Shimahara, 1998). Ezért a kutatásalapú tanítás disszeminációjának fontos útja a leendő tanárok képzési tanterveinek átalakítása. Fontos, hogy képzésük során szerezzenek tapasztalatot a kutatás és felfedezés általi és az arról való tanulásban. Healey modellje szerint ez úgy biztosítható, hogy a kutatási tartalom és a kutatási folyamatok, problémák egyaránt hangsúlyosak a képzés során; a hallgatókat úgy kezelik, mint hallgatóságot és mint résztvevőket, vagyis a tanítás egyszerre tanárfókuszú és diákfókuszú (Healey, 2005; Healey és Jenkins, 2009).

A modell az egyetemisták kutatással, felfedezéssel való megismerkedésének négy fő útját azonosítja:

- kutatásról való oktatás ('research-led'): a diszciplínákban folyó kutatásokról való tanulás;
- kutatásra irányuló képzés ('research-oriented'): a kutatási készségek és technikák fejlesztése;
- kutatásalapú képzés ('research-based'): kutatások és felfedezések végzése;

- kutatásról való konzultáció ('research-tutored'): kutatási megbeszéléseken, a kutatás megvitatásában való részvétel.

Ezek az utak természetesen nem függetlenek egymástól. Például a kutatásba és felfedezésbe való belekezdés és a kutatás megvitatásában való részvétel hatékony újtjai lehetnek a diszciplínákban folyó kutatásokról való tanulásnak, a kutatási és felfedezési készségek és technikák fejlesztésének is.

A hazai biológiatanár-képzésben a hallgatók felkészítése a tanári professzióra a szakmai, pedagógiai-pszichológiai és szakmódszertani kurzusok keretében és az iskolai tanítási gyakorlat során történik. A tananyag tanításához szükséges tudományos (diszciplináris, akadémiai) ismereteket a szakmai kurzusokon szerzik meg a hallgatók. Ezen kurzusok keretében nemcsak a folyó kutatásokról tanulhatnak: megismerhetik a tudomány természetét, a biológiai tudomány történetét, kutatási módszereit, a természettudományos kutatói gondolkodást, a tudomány – technika – társadalom összefüggéseit, és végezhetnek kutatásokat, amelyek által elsajátíthatják a kutatói készségeket és a laboratóriumi technikákat is. Továbbá a szakmai kurzusok eredményeként kialakulhat a tudomány és a kutatás iránti pozitív attitűdjük. A pedagógiai-pszichológiai és szakmódszertani kurzusokon valósulhat meg a pedagógiai-pszichológiai és tantárgypedagógiai tartalmi tudás elsajátítása, valamint az általános és a specifikus tanári kompetenciák fejlesztése. A szakmódszertani képzésnek ezen kívül fontos szerepe van a tudományos ismeretek és a pedagógiai-pszichológiai ismeretek integrálásában, a biológia tantárgy tanításának gyakorlatával való kapcsolat megteremtésében. A csoportos és egyéni összefüggő tanítási gyakorlat biztosítja a lehetőséget az elméleti és gyakorlati egyetemi kurzusokon tanultak iskolai kontextusokban történő alkalmazására.

A SALS projekt lehetőséget kínál a tanárképzés tantervi reformjának elindítására, a kutatásalapú tanulás megközelítés beépítésére a szakmai, pedagógiai-pszichológiai és szakmódszertani kurzusokba. A biológiatanár-képzés esetében *A biológia alapvető törvényszerűségei* gyakorlat (szakmai alapozó tantárgy), a *Kutatási készségek fejlesztése a természettudományos tanórákon* gyakorlat (pedagógia-pszichológiai tantárgy) és *A biológia tanítása 2.* előadás és gyakorlat (szakmódszertani tantárgy) kurzusok tematikájába építettük be a kutatásalapú tanítást-tanulást. A képzés során végzett hallgató tevékenységet a következő részben bemutatott foglalkozásterv és annak megvalósítása szemlélteti.

Egy foglalkozásterv kifejlesztésének és kipróbálásának tapasztalatai

Ebben a részben a *Kutatási készségek fejlesztése a természettudományos tanórákon* kurzus keretében készült *Kémia a háztartásban* foglalkozási tervet mutatjuk be, amely később kipróbálásra is került.

A foglalkozásterv alkalmazhatósága

A foglalkozásterv egy hétköznapi szituáció problémájához kapcsolódó, nyitott kutatás típusú IBL feladat megvalósításának terve. A szituáció leírása, melyet a tanulók megkapnak, a következő:

„Nagymama a te segítségedet kéri, hiszen ő már nagyon rég tanult kémiát. Takarítani szeretne, azonban leesett a címke a vízkőoldó és a lefolyótisztító szer flakonjáról. Így nem tudja, hogy melyik üvegben mi található. Segíts neki otthon is megtalálható anyagokkal megállapítani, hogy melyik flakonban van a vízkőoldó és melyikben a lefolyótisztító!”

Ez a valós, hétköznapi probléma hozzájárulhat a tanulói kíváncsiság felébresztéséhez, a feladatvégzéssel szembeni motiváció növeléséhez. Ez azért fontos, mert számos vizsgálat jelzi, hogy a tanulók többsége a természettudományos tantárgyak tanuláshoz nem kellően motivált. A kémia és fizika a legkevésbé vonzó tantárgyak között szerepel (Józsa, Papp és Lencsés, 1996; Papp és Józsa, 2000), de a biológia tantárgy korábbi kedvező megítélése is romló tendenciát mutat a középiskolában (Csapó, 2003, 2004).

A probléma megoldásánál kikötés, hogy otthon is megtalálható anyagokra kell támaszkodni, így a tanulónak rá kell jönniük, hogy növényi indikátorokat kell használni a vegyszerek azonosításához. A tanár ezt a felismerést segítő kérdésekkel, képekkel, konyhai tapasztalatok leírásával (pl. párolt káposzta készítése) támogathatja. Az okostelefon, illetve az internet alkalmazását is megengedheti az információgyűjtésben, így a zárt rendszer – melyben az információ forrása a tanár – nyitottá válik.

A foglalkozás beilleszthető mind a kémia, mind a biológia tantárgy tanításába, azonban előzetes tantárgyi tudás szükséges ahhoz, hogy sikeres legyen a problémamegoldás. Kémiából legkorábban 7. évfolyamon, a vizes oldatok kémhatása és az indikátorok tananyag tárgyalása után alkalmazható. Biológiából 10. évfolyamon a növényi színanyagok, a növények jelentősége kapcsán használható.

Azáltal, hogy mindkét természettudományos tantárgyhoz kapcsolható a foglalkozás, segítheti a különböző tananyagrészek közötti összefüggések megértését, a két tantárgy anyagának összekapcsolását. Ez azért is fontos, mert a szakirodalomból (pl. Korom és Csapó, 1997) ismert, hogy a tanulók gyakran külön-külön kezelik az egyes tantárgyak ismeretanyagát, nem tudják alkalmazni például a kémiaórán megszerzett ismereteiket a biológiaórán, és fordítva. Az oktatásban jelenleg használt kémiatankönyvekben kevés növényekkel kapcsolatos kísérlet található, ezért a tanárnak fontos feladata a kémia és a biológia tantárgy közötti koncentrációs lehetőségek kiaknázása. Így került be a káposzta a kémiaórára.

A foglalkozás lebonyolításához – a hozzákapcsolódó értékeléssel együtt – körülbelül 2–3 tanórára van szükség, de délutáni szakköri foglalkozáson vagy tehetséggondozás keretében is elvégeztethető a feladat.

A foglalkozás célja

A foglalkozás célja új ismeretek szerzése és a meglévő tudás bővítése, mélyítése. A foglalkozás középpontjában álló probléma megoldása elősegítheti, hogy a tanulók a megszerzett új ismereteket megfelelően hozzákapszólják a már meglévő tudásukhoz, így elkerülhetővé válik a tévképzetek kialakulása (Korom, 2005). Mivel a tanulók aktív résztvevői a kutatásnak azáltal, hogy hipotézist alkotnak, megtervezik és kivitelezik a kísérletet, rögzítik és értelmezik a tapasztalatokat, fejlődnek a kutatási készségeik. A probléma megoldása elősegítheti, hogy a tanulók a természet önálló kutatóivá váljanak, és hogy folytassák a tudás keresését egész életen át (Nagy, 2010). Emellett hozzájárulhat a természettudományokkal szembeni pozitív attitűd kialakulásához, illetve elősegítheti a kutatói pályára való orientációt.

A kutatásalapú tanulás során a csoportmunkában való együttműködés, az eredmények kommunikálása, a társ- és önértékelés fejleszti a tanulók szociális kompetenciájának összetevőit. Kutatások (pl. Kasik, 2006) bizonyítják, hogy a szociális kompetencia fejlesztése fontos cél, mert az iskolai teljesítmény és a szociális kompetencia fejlettsége között szoros kapcsolat áll fenn, és ennek a kompetenciának a megfelelő fejlettségi szintje az iskolai és később a munkavállalói sikerességhez is elengedhetetlen.

A kutatásalapú tanulásban a formatív értékelés kerül előtérbe a tanórán, ami eltérő a magyar oktatási rendszerben leginkább alkalmazott szummatív értékeléstől. Az egyéni értékelés mellett hangsúlyt kap a csoportszintű értékelés, illetve a tanár mellett a tanulók is értékelnek, ami fejlesztí önreflexiós és önértékelési képességet (Nagy, 2010).

A foglalkozás tartalmi egységei és a segédanyagok

A foglalkozás öt tartalmi egységből áll:

- ráhangoló feladat: a tanulók motivációja, korábbi ismeretek előhívása;
- a kutatás: hipotézisek felállítása, kísérlet megtervezése, kivitelezése, tapasztalatok rögzítése, értelmezése;
- végső következtetések, a kísérlet megértésének ellenőrzése;
- plakát készítése a növényi indikátorokról és annak bemutatása (idő hiányában elhagyható): a tanulók kreatív oldalának megismerése, az alkotás örömeinek megélése;
- megbeszélés, ellenőrzés, értékelés: a tanár értékelése a tanulási folyamatban elért fejlődésről, diákok önértékelése.

A tanulók tevékenységét és a tanár irányító munkáját feladatlap segíti. A foglalkozáshoz tartozik egy tanári értékelő lap is, mely háromfokú rangskálán méri a tanulói teljesítményt hat indikátor segítségével. A vizsgált készségek, képességek: hipotézisalkotás; kísérlet tervezése és a kísérlet lépéseinek meghatározása; a kísérlet kivitelezése, az eszközök használata; tapasztalatok rögzítése; tapasztalatok értelmezése; együttműködési készség. Az értékelőlap megkönnyíti a tanár számára a foglalkozás végén a tanulók fejlesztő értékelését. Emellett segítségül szolgál a tanár számára, hogy megállapítsa, milyen szinten állnak tanulói a vizsgált készségek tekintetében, és ezáltal megtervezhetővé válik diákjainak egyénre szabott fejlesztése. Meg kell említeni, hogy egy foglalkozás alkalmával nem lehetséges minden diák minden készségének egyéni értékelése, azonban a tanár eldöntheti, hogy egy-egy foglalkozás alkalmával melyik diákjának mely készségeit értékeli.

A foglalkozás kipróbálásának körülményei

A foglalkozás kipróbálására egy hódmezővásárhelyi alapítványi iskolában került sor. Az intézmény sajátos profilú. Kis létszámú osztályok (maximum 16 fő) vannak, az országos átlagnál magasabb a sajátos nevelési igényű (SNI) tanulók aránya. A kipróbálás az iskola 7. évfolyamán történt. Az osztály létszáma 15 fő, amelyből 7 fiú és 8 lány. A beilleszkedési, tanulási, magatartási nehézségekkel (BTMN) küzdő tanulók száma 2 fő, az SNI-s tanulók száma 6 fő, melyből 2 fő aritmetikai készségek zavarával (diszkalkulia), 1 fő olvasási készségek zavarával (diszlexia), 1 fő helyesírási és olvasási készségek zavarával (diszgráfia, diszlexia), 2 fő iskolai készségek kevert zavarával diagnosztizált. Az osztályba járó tanulók szociális helyzete is rosszabb az átlagosnál.

Elmondható, hogy a tanulók a frontális munkaformát nehezen viselik. Hamarabb elfáradnak, egy tevékenységre való koncentrációjuk maximálisan 20 perc. Gyakori jelenség, ha nem köti le őket a feladat, akkor egyéb cselekvést keresnek, fégyelmezetlenek. Ezért szükséges számukra a tevékenykedtető és változatos tanulás biztosítása.

A kutatásalapú tanulás nyújtotta tanulóközpontú, nyitottabb légkör, melyben nincsenek rossz eredmények, a szerepek megváltozása, melyben nem a tanár irányító szerepe dominál, hanem a tanuló önmaga szervezi meg a tanulás folyamatát, szabadságot biztosít, mely magával hordozza a magatartásformák megváltozását, és kellően motiváló légkört biztosít.

A foglalkozás kipróbálásának tapasztalatai

A tanulók élvezték a munkát, a teljes kutatási folyamatban aktív résztvevők voltak. A kísérlet megtervezésében volt olyan csoport, amely hiányos eszközlístát adott meg, például a melegítéshez a vasháromlábát vagy a gyufát kihagyta, de a kivitelezés közben rájött a hiányosságra. A kísérlet kivitelezésében azok a tanulók is jeleskedtek, akik a tanulásban gyengébben teljesítenek, viszont a manipulatív tevékenységek végzése sokkal közelebb áll hozzájuk, így sikert értek el ebben a tevékenységben.

Az egyik csoport a hétköznapi tapasztalatból merített a kísérlet megtervezése és kivitelezése során. Ők nem főzéssel nyerték ki a lilakáposztából a színanyagot, hanem szózással. A konyhai tapasztalatra építkeztek, mert megfigyelték otthon, hogy a

káposzta a szózás után levet enged. Erre a megoldásra nem is gondolnánk, de ezért is érdemes használni a kutatásalapú tanulást, mert megtapasztalhatjuk diákjaink eltérő gondolkodását.

Az egyik csoport a hétköznapi tapasztalatból merített a kísérlet megtervezése és kivitelezése során. Ők nem főzéssel nyerték ki a lilakáposztából a színanyagot, hanem szózással. A konyhai tapasztalatra építkeztek, mert megfigyelték otthon, hogy a káposzta a szózás után levet enged. Erre a megoldásra nem is gondolnánk, de ezért is érdemes használni a kutatásalapú tanulást, mert megtapasztalhatjuk diákjaink eltérő gondolkodását.

A problémát mind a négy csoport meg tudta oldani, sikeresen elkülönítették a vízkőoldó és a lefolyótisztító szert egymástól a lilakáposzta indikátor segítségével. Fontos, hogy a feladat igazodjon a tanulók képességeihez, azonban túl könnyű se legyen, mert ha nincs számukra kihívás, a motiváció is elveszik, illetve a feladattartás is lecsökken, így a várt siker elmarad.

A feladatvégzés során a tanulókat új aspektusból ismerhetjük meg. Megtapasztalhatjuk, hogy kinek mi az erőssége, milyen tevékenységben jó, és az így megszerzett tapasztalatokat felhasználhatjuk későbbi pedagógiai munkánk során.

Az IBL feladat értékelése más típusú. Nem a tudás értékelése történik érdemjeggyel, hanem a munka csoportszintű, szöveges, fejlesztő értékelése kerül a középpontba, amely

a tanulási folyamat közbeni segítséget, korrigálást és megerősítést szolgálja. Azonban ez az értékelési forma a magyar közoktatásban kevésbé használt, szemben az angolszász országokkal, ahol ennek nagy hagyománya van, ezért alkalmazása nem könnyű feladat egy, a módszerben nem jártas tanár számára. A tanári értékelőlap alkalmazása sokat segített a foglalkozás utolsó egységében az értékeléshez. A tanulók számára újdonság volt, hogy munkájukat nemcsak egy érdemjeggyel jutalmaztuk, hanem csoportra és személyre szabottan kiemeltük azokat a képességeiket, amelyekben jók és azokat, amelyekben még fejlődniük kell.

A formatív értékelés másik fontos ismérve, hogy a tanulók is értékelhetnek. Az önértékelés során örömmel értékelték saját magukat és csoportjuk munkáját. Fontos volt számunkra, hogy örömmel értékelték saját maguk és csoportjuk munkáját. Láttam, hogy fontos számukra, hogy elmondják tapasztalataikat, véleményüket, azt, hogyan érezték magukat a foglalkozás alatt. Sokszor elmarad, hogy megkérdezzük a tanulót, ő mit gondol, mi a véleménye az elvégzett feladról, hogyan érezte magát, pedig ez elengedhetetlen a bizalom és a diákokkal való jó kapcsolat kiépítése szempontjából, hogy érezzék: az ő véleményük is fontos számunkra.

Ahhoz, hogy megváltozzon a természettudományok társadalom általi negatív megítélése, és népszerűségük ne csökkenjen, arra is szükség van, hogy a tanórán a tanulók átéljék az élményei, tapasztalatai pozitívak legyenek. Korábban említettük, hogy a kutatásalapú tanulás ennek a sztereotípiának a megváltoztatásában jó eszköz lehet, hiszen kimutatták, hogy a kutatásalapú tanulás hatékonyan erősíti a pozitív attitűdöket a természettudományok iránt (Kyle, 1985 és Rakow, 1986; idézi Trna, 2014).

A megélt pozitív élmény, az áramlat-élmény (flow) akkor jelentkezik, ha a feladatvégzés még éppen teljesíthető számunkra, a célok egyértelműek, elérhetőek, és megfelelő visszajelzések is vannak (Csikszentmihályi, Abuhamdeh és Nakamura, 2005). Annak vizsgálatára, hogy milyen élményt élnek át a tanulók a feladatvégzés közben, a Magyaródi és munkatársai által kidolgozott Flow Állapot Kérdőívet (FÁK) használtam, amely 20 íteemből áll és ötfokú Likert-skálán mér (Magyaródi, Nagy, Soltész, Mózes és Oláh, 2013). Az egyik faktor, amelyet mér, a 'kihíváskészség-egyensúly' (11 ítem), a másik faktor az 'egybeolvadás a feladattal' (9 ítem). A foglalkozás végén a tanulók által kitöltött kérdőívben mind a két faktorra magas átlagérték született, az első faktornál 4,18 ($s=0,33$), a másodiknál 4,48 ($s=0,35$). Az eredmények alapján elmondható, hogy a feltétel adott volt ahhoz, hogy a foglalkozás során a tanulók átéljék az áramlatélményt.

Amint ez a hallgatói munka is illusztrálja, a SAILS projekt kitűnő lehetőséget adott arra, hogy a gyakorló tanárok mellett a tanárjelöltek is bekapcsolódjanak a kutatásalapú tanítást/tanulást terjesztő programba, és egy új szemléletet kapjanak ez által. A képzések során megszerzett tudást és tapasztalatot felhasználhatják, sőt fel kell használniuk oktató-nevelő munkájukban, hogy a hazai természettudományos oktatásban meginduljon a pozitív változás.

Összegzés

A tanulmány elsősorban azt mutatja be, hogy a kutatásalapú tanítás által eredményesen megvalósíthatók a természettudományos nevelés és a biológiatanítás célkitűzései, az alapfokú és a középfokú oktatásban egyaránt. A legkevésbé felkészültől a legtehetségesebbig minden képességszintű tanuló számára hatékony lehet ez a tanítási technika.

Az induktív megközelítésű kutatásalapú tanítás és a hagyományos, deduktív megközelítésű módszerek nem zárják ki egymást, bármely természettudományos órán kombinálhatók annak érdekében, hogy a tanítás megfeleljen a tanulók gondolkodásmódjának és életkori sajátosságainak.

A kutatásalapú tanítás/tanulás osztálytermi alkalmazásának elterjedése leginkább azzal segíthető elő, ha beépítjük a tanárképzésbe, tanártovábbképzésbe. A SAILS projekt ehhez nyújtott segítséget, támogatást. A tanulmányban bemutatott hallgatói esettanulmány bizonyítja a projekt eredményes megvalósítását.

Irodalomjegyzék

Adorjáné Farkas Magdolna, Makádi Mariann, Nagy Lászlóné, Nahalka István, Radnóti Katalin és Wagner Éva (2014): A problémamegoldás alapjai és szerepe a természettudományos tanulási folyamatban. In: Radnóti Katalin (szerk.): *A természettudomány tanítása*. Mozaik Kiadó, Szeged. 463–542.

Antal, E. és Kontai, T. (2013): Conditions of germination. In: Maaß, K. és Reitz-Koncebovski, K.

(szerk.): *Inquiry-based learning in maths and science classes. What it is and how it works – examples – experiences*. PRIMAS Project, Freiburg. 44–46. <http://www.primasproject.eu/artikel/en/1111/Conditions+of+germination/view.do?lang=en>

Colburn, A. (2000): An inquiry primer. *Science Scope*, 23. 6. sz. 42–44.

- Csapó Benő (2003): *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő (2004): *Tudás és iskola*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Csikszentmihályi, M., Abuhamdeh, S. és Nakamura, J. (2005): Flow. In: Elliot, A. J. és Dweck, C. S. (szerk.): *Handbook of competence and motivation*. Guilford Publications, New York. 598–608.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N. és Pea, R. D. (1999): Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, **8**. 3–4. sz. 391–450. DOI: [10.1207/s15327809jls0803&4_3](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0803&4_3)
- Exline, J. (2004): Inquiry-based Learning: Explanation. Concept to classroom. In: *Workshop: Inquiry-based Learning*. <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/inquiry/index.html> [2015.12.30.]
- Healey, M. (2005): Linking research and teaching: Exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning. In: Barnett, R. (szerk.): *Reshaping the university: new relationships between research, scholarship and teaching*. McGraw-Hill – Open University Press. 67–78.
- Healey, M. és Jenkins, A. (2009): *Developing undergraduate research and inquiry*. The Higher Education Academy – June 2009.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. és Chinn, C. A. (2007): Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirshner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, **42**. 2. sz. 99–107. DOI: [10.1080/00461520701263368](https://doi.org/10.1080/00461520701263368)
- Józsa Krisztián, Papp Katalin és Lencsés Gyula (1996): Merre tovább iskolai természettudomány? *Fizikai Szemle*, **5**. sz. 167–170.
- Kacsur István (1989, szerk.): *A biológia tanítása*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kasik László (2006): A társas viselkedés, a tanulmányi teljesítmény és a tanulási-kulturális szokások összefüggése 13–16 éves korban. *Magyar Pedagógia*, **106**. 3. sz. 231–258.
- Khan, P. és O'Rourke, K. (2005): Understanding enquiry-based learning. In: Barrett, T., Maclabhrainn, I. és Fallon, H. (szerk.): *Handbook of enquiry and problem based learning*. Centre for Excellence in Learning and Teaching, NUI Galway and All Ireland Society for Higher Education (AISHE), Dublin. 1–12. Kerettantervek, 2008, 2013
- Kirschner, P., Sweller, J. és Clark, R. E. (2006): Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, **41**. 2. sz. 75–86. DOI: [10.1207/s15326985sep4102_1](https://doi.org/10.1207/s15326985sep4102_1)
- Kontai Tünde (2014): Milyen mértékben támogatja a Nemzeti alaptanterv az IBL biológiatanításba való bevezetését? Szimpóziumi előadás a XII. Pedagógiai Értékelési Konferencián. Szeged, 2014. május 1–3. In: Korom Erzsébet és Pásztor Attila (szerk.): *XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Program – Előadás-összefoglalók*. Szegedi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged. 157.
- Kontai Tünde és Nagy Lászlóné (2011a): A kutatásalapú tanítás/tanulás fokozatainak bemutatása példákön keresztül. *A Biológia Tanítása*, **19**. 3. sz. 15–28.
- Kontai Tünde és Nagy Lászlóné (2011b): Példák, ötletek a kutatásalapú tanítás/tanulás módszer alkalmazására a biológia tanításában. *A Biológia Tanítása*, **19**. 4. sz. 15–33.
- Kontai Tünde és Nagy Lászlóné (2011c): A kutatásalapú tanítás/tanulás jegyeinek feltárása a hazai biológiaoktatásban. *A Biológia Tanítása*, **19**. 2. sz. 17–29.
- Kontai, T. és Nagy, L. (2014): *Is yeast alive? The experiences of testing an inquiry task*. Poster presented on SAILS/SMEC 2014 Thinking Assessment in Science and Mathematics conference, 2014. június 24–25. Dublin City University, Ireland. In: Absztraktkötet, 59.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Korom Erzsébet (2010): A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 31–51.
- Korom Erzsébet és Csapó Benő (1997): A természettudományos fogalmak megértésének problémái. *Iskolakultúra*, **7**. 2. sz. 12–20.
- Magyaródi Tímea, Nagy Henriett, Soltész Péter, Mózes Tamás és Oláh Attila (2013): Egy újonnan kidolgozott Flow Állapot Kérdőív kimunkálásának és pszichometriai jellemzőinek bemutatása. *Pszichológia*, **33**. 1. sz. 15–36. DOI: [10.1556/pszi-cho.33.2013.1.2](https://doi.org/10.1556/pszi-cho.33.2013.1.2)
- Nagy Lászlóné (2006): A tanulásról és az értelmi fejlődésről alkotott elképzelések hasznosítása a természettudományok tanításában. *A Biológia Tanítása*, **14**. 5. sz. 15–26.
- Nagy Lászlóné (2008): A természet-megismerési kompetencia és fejlesztése a természettudományos tantárgyakban. *A Biológia Tanítása*, **16**. 4. sz. 3–7.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 31–51.
- Nemzeti alaptanterv, 2007, 2012
- Papp Katalin és Józsa Krisztián (2000): Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok. *Fizikai Szemle*, **50**. 2. sz. 61–67.

Részletes érettségi követelmények (biológia), 2005

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. és Hemmo, V. (2010): Természettudományos nevelés ma: megújult pedagógia Európa jövőjéért. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 13–30.

Shimahara, N. K. (1998): The japanese model of professional development: Teaching as craft. *Teaching and Teacher Education*, **14**. 5. sz. 451–462. DOI: [10.1016/s0742-051x\(97\)00055-3](https://doi.org/10.1016/s0742-051x(97)00055-3)

Spronken-Smith, R. (2008): Experiencing the process of knowledge creation: The nature and use of inquiry-based learning in higher education. 2015. 12. 30-i megtekintés, <https://akoatearoa.ac.nz/sites/default/>

[files/u14/IBL%20-%20Report%20-%20Appendix%20A%20-%20Review.pdf](https://akoatearoa.ac.nz/sites/default/files/u14/IBL%20-%20Report%20-%20Appendix%20A%20-%20Review.pdf)

Spronken-Smith, R., Angelo, T., Matthews, H., O'Steen, B. és Robertson, J. (2007): *How effective is inquiry-based learning in linking teaching and research? Paper prepared for An International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry*. Marwell, Winchester, UK, 2007. április 19–21. 2015. 12. 30-i megtekintés, <http://portal-live.solent.ac.uk/university/rteconference/2007/resources/Rachel%20Spronken-Smith.pdf>

Trna, J. (2014): IBSE and gifted students. *Science Education International*, **25**. 1. sz. 19–28.

Radnóti Katalin¹ – Adorjáné Farkas Magdolna²¹ ELTE TTK Anyagfizikai Tanszék² Arany János Általános Iskola és Gimnázium Budapest

A kutatásalapú tanulás, tanítás és tanárképzés lehetőségei a fizika oktatásában

A természettudomány oktatásának alapvető módszere a kísérletezés. Fontos, hogy a tanár vagy a tanuló, vagy közösen a tanár és a tanuló végezzenek minél több és érdekes kísérletet, mérést, és ezekből vonjanak le következtetéseket. A kísérletezés minden bizonnyal javítja a tantárgy tanulói megítélését is. A fizika és a kémia tanulásához sokan elengedhetetlennek gondolják a feladatmegoldást is, hangsúlyozva gondolkodásfejlesztő funkcióját. Ez igényesebb feladatok esetében ténylegesen így is van, amikor nem egyszerűen a képletekbe való behelyettesítés jelenti a feladat megoldását. Azonban a kép ennél sokkal árnyaltabb. Az ismeretszerzés menete nem redukálható le ennyire. A gondolkodás fejlesztésének is vannak egyéb módszerei, melyek jobban kapcsolódnak a természet megismeréséhez. Mégpedig az olyan módszerek, amelyeknél a diákok lehetőséget kapnak arra, hogy a megismerési folyamat tényleges részesei lehessenek, és ne csak egyszerűen be kelljen fogadniuk a mások által felhalmozott ismereteket. Ennek egyik kiváló módszere a kutatásalapú tanulás, melynek elterjesztésére széleskörű nemzetközi programok is indultak.

A kutatásalapú tanulást mint ismeretszerzési lehetőséget sokan keverik azzal, amikor diákjaikkal bekapcsolódnak egy éppen zajló kutatási folyamatba. Ez utóbbi nagyon fontos és jó dolog, de a kettő nem azonos. A kutatásalapú tanulás során azt szeretnénk, hogy a diákok mintegy átéljék, miként ismerjük meg a világot. Fontos, hogy az ismeretszerzés minden lépésének részesei lehessenek. Ők maguk fogalmazzanak meg természettudományos módszerekkel vizsgálható kérdéseket, alkossanak tesztelhető hipotéziseket, tervezzenek mérési lehetőségeket saját hipotéziseik tesztelésére, végezzék el azokat, kapjanak számszerű adatokat, melyeket kiértékelnek, következtetéseket vonnak le stb. Ez a folyamat a gondolkodás legszisztematikusabb formáit igénylő tevékenységek egyike (Adey és Csapó, 2012; Nagy L.-né, Korom, Pásztor, Veres és B. Németh, 2015). A kísérletezés továbbá jelentősen fejleszti a kéz ügyességet és a kreativitást, mert a rendelkezésre álló eszközöket figyelembe véve a kísérleti módszert is ki kell találni.

Fontos tudni, hogy egy adott életkori szakaszban lévő gyerekektől milyen mértékű művelti, gondolkodási tevékenységeket lehet elvárni. Például mennyire kell segíteni a problémák, az azok megoldásához tartozó feladatok konkrét megfogalmazását egy vizsgálat tervezése, majd annak elvégzése esetében. 10–14 éves korban, a természetismeret tanulásának, illetve a kémia, biológia, fizika tantárgyak belépésének időszakában az

egyik fontos feladat az, hogy az érzelmek szerepét, vagy annak egy részét a racionalitás vegye át. Kicsit hasonlóan, ahogyan az emberiség történelmében is volt. Először a természeti jelenségeket nálunk felsőbbrendű lényeknek tulajdonították, majd a megismerés során azok egy része magyarázhatóvá vált. Ma már a villámlást nem Zeusz haragjának gondoljuk. (Bár valójában az sem érzelmi megközelítés, az is racionális, csak másféle.)

A természettudományok, a fizika oktatásához készült tantervekben, helyi tantervekben és egyéb dokumentumokban olvasható az, hogy fontos a diákok természettudományos szemléletének kialakítása és/vagy fejlesztése. De mit is jelent az, hogy természettudományos szemlélet? A kérdésre nem lehet egyetlen mondatban definíciót adni. Például a következőket lehet elmondani:

- A természet megismerhető, vannak természeti törvények, a világ nem random, összevissza működik.
- A világot önmagából és önmagával magyarázzuk.
- A természet megismerésének vannak módszerei, szabályai, algoritmusai. Egyre több jelenséget tudunk megmagyarázni úgy, hogy alapvetőbb jelenségekre vezetjük vissza azokat. Ennek elengedhetetlen feltétele, hogy különböző fogalmakat konstruáljunk meg, melyekkel jellemezni tudjuk az adott dolgot, jelenséget. Ezek minél nagyobb részéhez számértékeket is rendelünk az összehasonlíthatóság miatt.
- A természetben előforduló jelenségek törvényekkel leírhatók, amihez a matematika jelrendszerét alkalmazzuk, amikor csak lehet.

A természettudomány feladata elsősorban a világ működésének leírása, a „hogyan működik?” kérdésre való válaszok keresése, de egyre alapvetőbb és átfogóbb törvények segítségével, azokból kiindulva, sokszor hosszú logikai láncok felhasználásával. Ez jelenti azt, hogy a „Miért?”, „Mi az oka?” kérdésekre is választ keres. De el kell mondjuk azt is, hogy az olyan alapvető kérdésekre, mint például „Miért négy alapvető kölcsönhatás létezik, és azok miért olyanok?”, „Miért éppen akkora az elektron töltése, tömege?”, vagy „Mi az élet értelme?”, nem tud választ adni.

Vannak megismerési, kutatási módszerek a természet megismeréséhez, melyeket fentebb írtunk le. Empíria és elmélet összhangja: a dolgok lehetséges működéséről, a megfigyelt jelenségek létrejöttének okáról hipotéziseket alkotunk, és ezeket megfigyelésekkel és kísérletekkel képesek vagyunk alátámasztani, vagy éppen megcáfolni. A természet leírásához sok esetben szükséges, hogy egyszerűsítő feltételeket vezessünk be, analógiákat és modelleket állítsunk fel, elkülönítsük a lényegest és a lényegtelenetől, minél több tényezőt vegyünk fokozatosan figyelembe, és statisztikai, valószínűségi módszert alkalmazzunk.

Mai technikai világunk alapja a természettudomány. És a technika egyben segítője a további természettudományi kutatásnak és az oktatásnak egyaránt. A számítógépek alkalmazása nagymértékben segíti a kutatást a számítások gyorsabb elvégzésével, a hatalmas adatbázisok kezelésével, a szimulációknak a modellalkotásban és annak tesztelésében nyújtott lehetőségeivel. Ezzel egyben kitágult a vizsgálható jelenségek köre is. Továbbá az internet megteremtette a gyors tudásmegosztás lehetőségét.

Jelen írásban bemutatjuk a fizika oktatásához általunk kifejlesztett, a kutatásalapú tanulás alapjául szolgáló foglalkozásokat, melyeket ki is próbáltunk személyes közreműködésünkkel vagy tanárjelölt hallgatók bevonásával.

Példák a kutatásalapú megközelítésre a fizika oktatásában

Munkánk során több változatos témájú és többféle feldolgozási lehetőséget felkínáló tanulási egységet dolgoztunk ki. Vannak kifejezetten kísérletes témájúak, és olyanok, amelyek elsősorban adatok feldolgozását igénylik, de előfordulnak inkább elméleti témájúak is. Célkitűzésünk az volt, hogy a diákokat konkrét tevékenységeken keresztül minél inkább közel vigyük a kutatási folyamathoz. Azt szeretnénk elérni, hogy a természettudomány és azon belül a fizika tanulása ne csak száraz tankönyvi leckék memorizálásából és unalmas szövegű feladatok megoldásából álljon, hanem a diákok nyerjenek bepillantást az új ismeretek keletkezésének folyamatába is. Ahhoz, hogy az ilyen feldolgozáshoz példákat találjunk, tanulmányoztuk a fizika történetét, elővettünk eredeti cikkeket, melyek egy jelenség felfedezéséről adnak hírt. Továbbá tanulmányoztuk napjaink kutatásait is, hogy megtaláljuk azokat a témákat, amelyek bevihetők az osztályterembe.

Tudományos szövegek feldolgozása

A fentebb írtak alapján jutottunk arra a gondolatra, hogy érdemes a diákoknak érdekes tudományos kutatással kapcsolatos szövegeket, esetleg eredeti írásokat olvasniuk, és ezen a módon feldolgozni akár a kötelező tananyagot, vagy egyszerűen csak példákat mutatni a tanultak alkalmazására. A foglalkozások kidolgozása során nemcsak a szakmai tartalmat tartottuk szem előtt, hanem a példák alapján minden esetben elvártuk a diákoktól a kutatási folyamat nyomon követését is. Ehhez kérdéseket fogalmaztunk meg a kutatásról, annak egyes lépéseiről. A következő témákat dolgoztuk fel a szövegelemzés módszerével:

Halevő madarak zsákmányszerzése: kiváló példa az optikában tanult fénytörési törvény alkalmazására, melynek eredményeiről e lap hasábjain számoltunk be (*Nagy, Horváth és Radnóti, 2013*).

A rádium felfedezése: Marie Curie eredeti cikkének feldolgozása, melyről a *Nukleon* című online lapban számoltunk be (*Radnóti és Nagy, 2013*).

Szalmonellamentes lágytojás készítése, melyhez Kürti Miklósnak (1996) a *Fizikai Szemlében* megjelent írásából vettük az eredeti idézetet. Érdekessége ennek a feldolgozásnak még az, hogy a szöveg feldolgozása után, a szöveg alapján el is kellett készíteni a lágytojást.

A szövegek elemzését a tudományos kutatás szempontjából a következő kérdések mentén kértük a tanulóktól:

1. Mi volt a kutatási kérdés?
2. Mi volt a kutatás feltételezése (munkahipotézise)?
3. Milyen egyszerűsítésekkel éltek a kutatók a vizsgálatok során?
4. Milyen mérésorozatokot végeztek a kutatók?
5. Mi volt a kísérleti és az ellenőrző (kontroll) mérés?
6. Hogyan elemezték a kapott adatokat?
7. Milyen hibaforrások lehettek a mérés során?
8. Milyen következtetésekre jutottak a kutatók?
9. Milyen további kutatási kérdéseket tudnátok megfogalmazni a témával kapcsolatban?
10. Ti milyen vizsgálati eljárást, kísérleti berendezést terveztetek volna?
11. Milyen egyéb mennyiségeket mértetek volna meg és hogyan?

Mint látható, a kérdések egyik része a szövegből ténylegesen kiolvasható információkra kérdezett rá, míg a másik része teret engedett a diákok kreativitásának. A tanórai szövegfeldolgozás menete általában a következő volt:

- a szöveg önálló olvasása,
- rövid írásos válaszok a szöveget követő kérdésekre egyénileg vagy csoportmunkában,
- közös megbeszélés.

Mindhárom modul tanárjelölt hallgatók is kipróbálták tanítási gyakorlatuk során, és a diákoktól kapott írásbeli válaszokat kiértékeltek, majd megvitatták a tudományos kutatásokról szóló szövegek elemzésének előnyeit:

- Fejleszti a tanulók szövegértési képességét, ezzel segíti a természettudomány tanulásának folyamatát.
- Megmutatja, hogy a tudáshoz vezető út nem egyszerű. A tanuló a tankönyvekben már a kikristályosodott tudással találkozik. A valódi kutatások leírásából azonban azt is látja, hogy az igazi kutatómunka folyamata is tele van buktatókkal, tévedésekkel, zsákutcának bizonyuló irányokkal. Így talán jobban elfogadja azt, hogy egy számítási feladat megoldása vagy egy kísérlet elvégzése nehézséggel jár a számára. Érdeemes felhívni a tanulók figyelmét az igazi kutatómunka és az általuk elvégzett mérések közötti párhuzamokra.
- Fejleszti a kritikus gondolkodást, például egy, a tömegkommunikációban megjelenő áltudományos vagy csak meggondolatlanul korán közölt tudományos hír olvasásakor a hír tartalmának részletesebb átgondolására késztet.

Kísérletes vizsgálódások

A szövegfeldolgozást kívánó modulok mellett több, empirikus vizsgálatokat is magában foglaló foglalkozást dolgoztunk ki, melyek egy részéről korábban már beszámoltunk:

- Galvánelemek összeállítása gyümölcsök és zöldségek felhasználásával.
- A *Lebegő narancs (Floating orange)* SAILS unit (*Finlayson, McLoughlin, Coyle, McCabe, Lovatt és van Kampen, 2015*) kipróbálása és továbbfejlesztése: Úszik-e a narancs, illetve egyéb gyümölcsök és zöldségek a vízben és különböző vizes oldatokban?
- Kémiai reakció sebessége hőmérsékletfüggésének vizsgálata (*Nagy és Radnóti, 2015*).
- Alkohol–víz elegy felületi feszültségének vizsgálata az összetétel függvényében (*Nagy és Radnóti, 2015*).
- A tömeg és a magasság közötti korreláció vizsgálata (*Radnóti, 2015*).

Mindegyik modulra jellemző, hogy a leírt kísérletek nem voltak nehezek, és nem igényeltek igazán mély előzetes ismereteket. Ugyanakkor alkalmasak voltak új természettudományos ismeretek elsajátítására, illetve a meglévő tudás elmélyítésére vagy a tévképzetek kijavítására a kutatási képességek fejlesztése mellett. Az ismertetett tevékenységek különböző korú tanulócsoportokkal (alsó tagozattól az egyetemig) és különböző oktatási szintereken (tanóra, szakkör, verseny) is elvégezhetőek. A feladat mélységénél, a mérés előkészítésénél, a tanári szerep alakításánál, az elvárt eredményeknél természetesen figyelembe kell venni a színteret, a tanulók életkorát és felkészültségét. A fejlesztendő és értékelendő készségek a következők voltak:

- mérés megtervezése,
- hipotézisalkotás, várható függvénykapcsolat megfogalmazása,

- adatok felvétele és megfelelő formában való ábrázolása,
- következtetések megfogalmazása,
- csoportmunka.

Különös gondot fordítottunk a hipotézisek megfogalmazására, melyet nagyon fontosnak gondolunk a természettudományos nevelés során. A hipotézis és a tapasztalat összevetését az alábbiak szerint kértük a diákoktól:

- A tényleges adatok ismeretében először csak a pontokat vegyék fel és jelenítsék meg az Excel program segítségével.
- A pontokra illesszék rá az Excel segítségével azt a függvénykapcsolatot, ami a hipotézis volt. Vizsgálják meg, hogy mennyire jó az illesztés, van-e egyéb, a mérési adatokra (vagy az azokból számolt mennyiségekre) jobban illeszkedő függvény!
- Illesszenek a pontokra egyéb, a hipotézisüktől eltérő függvényeket!
- Vizsgálják meg, melyik illesztés a legjobb!
- Vessék össze a legjobbnak adódott illesztést a hipotézissel!

A legtöbb esetben a diákok lineáris függést várnak a változók között. Viszont a függések a legtöbb esetben nem lineárisak. Ezért tartjuk fontosnak ennek tudatosítását. Ehhez dolgoztuk ki a fenti módszert, hogy a diákok tudatosan vizsgálják meg a tényleges tapasztalatot (a mérési eredményeket jelző pontok ábrázolása a koordináta-rendszerben), és vessék össze azt az előzetes elképzeléseikkel.

A kutatásalapú tanulási módszer „terjesztése”: tanárképzés, tanártovábbképzés

A kutatásalapú tanítás módszerét kétféle módon is terjesztettük a hallgatók között. Az egyik módszer szerint a leendő tanárok, illetve gyakorló pedagógusok lehetőséget kaptak arra, hogy iskolai szaktantermi körülmények között ők is végigcsináljanak a diákok számára kifejlesztett tanulási egységeket. Erre két modul esetében volt lehetőség:

- különböző gyümölcsök és zöldségek úszási tulajdonságainak vizsgálata,
- galvánelemek készítése gyümölcsök, zöldségek és fémдарabok felhasználásával.

Mivel egyetemi hallgatók voltak a kipróbálók, ezért jelentősen kibővítettük az eredetileg ajánlott feladatokat. Több szakmai ismeretet vártunk el, és méréssorozat, kvantitatív vizsgálat elvégzését is kértük.

További érdekessége volt a feldolgozásnak, hogy két tanár vezette. Ezáltal a hallgatók és a tanulók csoportmunkája mellett a foglalkozást vezető tanárok együttműködésének kérdése is felmerült. A munkamegosztás az volt, hogy az egyikünk az egyik, másikunk a másik mérési feladat hallgatói megvalósítását, és az azt követő beszámolókat figyelte a felsorolt szempontok alapján mindhárom csoport esetében.

A hallgatók ugyanolyan helyzetbe kerültek a foglalkozás során, mint amilyenbe a diákjaik fognak kerülni egy hasonló tanóra során. Ezért a kipróbálással az is célunk volt, hogy a hallgatók ne csak halljanak egy módszerről, hanem ők maguk is tapasztalatokat szerezzenek. Így jobban átérzik, hogy a leendő diákjaik milyen élményekkel és problémákkal találkoznak majd hasonló helyzetekben. A foglalkozás alatt többször is felhívtuk a hallgatók figyelmét arra, hogy gondolják át, a diákokkal hogyan végeznék el a feladatot. A hallgatók a feladat végrehajtása során szembesülhettek azzal, hogy milyen hibalehetőségek, pontatlanságok adódhatnak még egy egyszerű kísérlet elvégzése során is. Így tudatosabban és megértőbben figyelhetnek ezekre akkor, amikor a tanulók végzik el a méréseket. Ezek a feladatok azt is tudatosíthatják a hallgatókban, hogy a legegyszerűbb

kísérletet, mérést is ki kell próbálni a tanárnak, mielőtt azt beviszi az órára: a hibalehetőségeken kívül azt is fel kell mérnie, hogy a rendelkezésre álló eszközökkel, anyagokkal a gyakorlatban megvalósítható-e az elméletileg tökéletesnek látszó mérés.

A megvalósítás egy 180 perces foglalkozás keretében történt. A hallgatók semmilyen előzetes információt nem kaptak, csak annyit tudtak, hogy kísérletezni fognak. Négyfős csoportok alakítására kértük őket. Fontosnak tartjuk, hogy a méréseket csoportokban végezzék el a résztvevők (a hallgatók és a tanulók egyaránt), hiszen így dolgozva fontos szociális és kommunikációs képességek is fejlődnek. Végül a 13 főből három csoport alakult, két négy fős és egy ötfős csoport. A csoportok kialakításába nem szoltunk bele, szimpátia alapján történt. A feladatok elosztását is a csoportokra bíztuk. A feladat megismerése után felmerült a hallgatókban, hogy a csoportok kialakításánál jó lett volna figyelembe venni azt is, hogy ki milyen szakos. Ez felveti azt a kérdést is, hogy a tanulókkal történő munka során a tanár a tanulókra bízza-e a csoportok kialakítását, vagy ő végezze el azt. Mindkét megoldás létrehozhat konfliktusokat a gyerekek között: ha a tanulók végzik el a csoportbeosztást, egy-egy népszerűtlen gyerek kimaradhat a válogatásból. Ha a tanár osztja be a csoportokat, olyan gyerekek kerülhetnek egy csoportba, akik között rossz a viszony. Természetesen ennek a problémának a megoldásában sokat segít, ha a tanár jól ismeri a tanítványait. Az is kérdés lehet, hogy a tanulók már ismert képességei alapján hogyan történjen a csoportbeosztás. Ha nagyon eltérő képességű tanulók kerülnek egy csoportba, fennáll a veszélye annak, hogy a feladatokat főként az ügyesebbek végzik el. Ez az értékelésnél is nehézséget jelent, hiszen a tanár inkább csak a csoportok munkájára tud figyelni, nem az egyénekére. Ha homogén csoportokat alakítunk ki, akkor pedig az fordulhat elő, hogy nagy lesz az eltérés a feladatok sikeressége között. Az ideális megoldás az, ha a tanulók különböző képességei a jó feladatmegosztást teszik lehetővé: például az egyiknek jó ötletei vannak, a másik jól tud szerelni, a harmadik pontosan tud mérni, a negyedik szépen rajzol. Ha már végeztek a tanulók hasonló kísérletet, akkor kiderültek ezek a képességek, így akár a tanár, akár a diákok ezek szerint végezhetik el a csoportbeosztást.

Az alábbi feladatlapot kapták meg a csoportok. A feladatlap, valamint a kikészített eszközök és anyagok orientálták a hallgatók kísérleti munkáját. Az eszközök és anyagok egy részét minden csoport egységesen megtalálhatta a saját tálcáján, a többit pedig szükség szerint a közös tálcáról vehették el.

Feladatlap

Különböző gyümölcsök és zöldségek úszási tulajdonságainak vizsgálata Galvánelemek készítése gyümölcsök, zöldségek és fémdarabok felhasználásával

Anyagok és eszközök az egyes csoportok számára:

- néhány gyümölcs/zöldség, például mandarin vagy narancs, alma, uborka (nyers és savanyú), burgonya 2 darab, citrom
- víz, cukor, só
- kanál, pohár, vonalzó, hőmérő, melegítőeszköz, pH-papír
- csiszolópapír vagy -vászon (finom szemcsés)
- pénzérmék, illetve egyéb elektródának alkalmas fémek, mint például szögek, csavarok,
- csoportonként 2 darab feszültségmérő, krokodilcsipesz (4 db), vezeték (4 db)
- zseblámpaizzó
- mobiltelefon, laptop Excel programmal (lehetőleg a hallgatóknál is legyen az ábrázoláshoz, csoportonként 2 db), projektor

A csoport vezessen jegyzőkönyvet a munka során, amely tartalmazza:

- a csoport által megfogalmazott kutatási kérdéseket,
- a feltett kérdések vizsgálatához megtervezett kísérletek leírását és az előzetes elképzeléseket, hipotéziseket,
- a függvénykapcsolatok jellegének hipotézisként való megfogalmazását,
- a kísérletek során felmerülő problémákat, azok megoldásait,
- a kísérletek során tett megfigyeléseket, eredményeket, mérési adatokat,
- a mérési adatok felhasználásával készült Excel grafikonokat és az azokhoz tartozó függvényillesztéseket, melyek jóságáról az R^2 ad felvilágosítást,
- az előzetes hipotézisekkel való összevetést,
- elhanyagolások, közelítések, hibalehetőségek meggondolását,
- a következtetéseket.

A foglalkozás menete a következő volt:

1. Kutatási kérdések összeírása, majd közös megbeszélés és döntés arról, hogy melyik csoport mit fog csinálni, milyen vizsgálatokat fog elvégezni (30 perc).
2. A csoportok gyakorlati munkája (90 perc).
3. A csoportok beszámolója a munkájukról (40 perc).
4. Értékelés, kiterjesztési lehetőségek (20 perc).

A három csoport mindegyike kicsit mást csinált, differenciált csoportmunkában. Azonban voltak közös elvárások:

1. A kiválasztott gyümölcsök és zöldségek úszási tulajdonságainak vizsgálata.
2. Úszás esetén az oldatból kilógó rész magasságának ábrázolása grafikonon a vízben feloldott cukor/só mennyiségének függvényében. (Az egység: 1 kanálnyi mennyiség.)
3. Különböző galvánelemek készítése a kiválasztott anyagok felhasználásával.
4. A burgonyából, valamint rézből és horganyzott acélból álló galvánelem által létrehozott kapocsfeszültség időbeli változásának mérése és ábrázolása grafikonon.

Segítő kérdések, az előzetes tudás mozgósítása:

- Milyen esetben merül le egy test egy folyadékban?
- Mi az úszás és mi a lebegés feltétele?
- Hogyan lehet elérni, hogy egy eredetileg lemerülő test lebegjen, netán ússzon?
- Mitől függ az, hogy egy folyadékban úszó test kilógó része milyen magas?
- Hogyan lehet ezt megváltoztatni?
- Szükséges-e, hogy a folyadék közeg valódi oldat legyen?
- Hol használunk elemeket a mindennapi életben?
- Mi a különbség az elemek és az akkumulátorok között?
- Miből származik egy elem energiája?
- Melyek a galvánelem részei?
- Mitől függ egy galvánelem elektromotoros ereje? Ez hogyan vizsgálható?
- Egy adott galvánelem elektromotoros ereje időben állandó marad-e? Ez hogyan vizsgálható?

Felhívtuk a hallgatók figyelmét arra, hogy egy-egy új téma bevezetésénél az általános és a középiskolások esetében is nagyon fontos az előzetes ismeretek feltárása. Ezekre lehet építeni, ezeket kell beépíteni a rendszerezett tudásba, vagy korrigálni, a tévképzeteket javítani. Azt is feladatként kapták a hallgatók, hogy gyűjtsék össze, hogy egy-egy tanulói korosztálynál milyen előzetes ismeretekre számíthatnak.

A két vizsgálsorozatot egyszerre végezték a csoportok. Itt fontos elem volt a feladatok ésszerű megosztása a csoporttagok között.

A hallgatói munka értékelése

A *Vizsgálat tervezése* készség esetében mindhárom csoport a „Haladó” kategóriába tartozik, mely egyetemi hallgatók és ilyen egyszerű feladatok esetében el is várható. Az adatok gyűjtése rendben megtörtént, melyeket logikus táblázatokba rendeztek a hallgatók.

A *Hipotézisalkotás* készségkategóriák közül viszont mindhárom csoport csak a „Középhaladó” szintet teljesítette. Mindegyik csoport megfogalmazta ugyan némileg matematikai formában hipotézisét, ami szerint lineáris, illetve a fizika szakos hallgatókból álló csoport esetében telítésbe menő görbe várható. Azonban ezt nem a tanult fizikai leírás alapján tették meg. Ez ténylegesen nem könnyű még a kutatói szinten sem. Továbbá szemmel láthatóan az ilyen jellegű megközelítés nem volt ismerős a hallgatók számára, annak ellenére, hogy számtalan laborgyakorlatot csináltak már végig. Azokon azonban minden esetben előre megadott „recept” alapján kellett dolgozniuk. A hazai oktatás nem fejleszti a valódi kutatói képességet még az egyetemen sem.

A *Grafikus ábrázolás*ra mi, a kipróbálást vezető tanárok, azt vártuk, hogy sokkal jobban fog menni a hallgatóknak. Ebben csalatkoztunk. A kért függvényillesztés csak egy grafikon esetében történt meg. Tehát a hallgatókat a „Középhaladó” szintre soroltuk be.

A *Következtetések bemutatása* rendben volt. A hallgatók összevetették a kapott eredményeiket az általuk megfogalmazott hipotézisekkel. Ez már közelítette a „Haladó” szintet.

Érdekes volt, hogy az egyetemi hallgatók körében is megjelentek fiatalabb tanulókra jellemző téves elképzelések. Például a feltárni kívánt függvénykapcsolatot a legtöbben lineárisnak gondolták, holott egyik sem az. A folyadékba helyezett gyümölcs esetében csak az egyik fizika szakos hallgató gondolta végig, hogy a görbének telítésbe kell menni, és a lineáris közelítés csak a kis sűrűségváltozások esetében lesz jó. A galvánelem kapocsfeszültségének változását is többen egyszerűen lineárisnak gondolták, bár itt elhangzott más is, például logaritmikus kapcsolat.

A tapasztalatok összegzése

A fentiek alapján látható, hogy egészen más jellegű készülés szükséges, mint amikor a tanár frontális módon előadást tart, vagy demonstrációként bemutat egy kísérletet. Ténylegesen ezekben az esetekben is meg kell terveznie a kérdéseket, meg kell csinálnia a demonstrációs kísérletet, de alapvetően a tanár irányítja a folyamatot, pontosan látva, illetve inkább tervezve, hogy mi lesz a következő lépés.

A fenti esetben is a tanár irányít, ő tudja, hogy ténylegesen hová szeretne eljutni. De annak módjában sokkal nagyobb szerepet szán a diákoknak, jobban bevonja őket a tanulási folyamatba, teret adva egyéni ötleteiknek, javaslataiknak. Ez utóbbiak esetében viszont nagyon nagy szüksége van a magas szintű szakmai tudására, hogy a diákok által javasolt út ténylegesen járható-e, vagy módosítani kell azt. Át kell gondolnia, hogy meddig lehet engedni a diákokat, hogy egyéni útjaikat kövessék, akkor is, ha már az elején látszik, hogy az rossz, de mégis fontos tapasztalat lesz.

Nagyon fontosnak tartjuk azt, hogy az adott, feldolgozandó kutatási témában a tanár szakmailag teljesen otthonosan mozogjon, hiszen az ilyen jellegű foglalkozásokon a diákoknak sokféle kérdése, ötlete lehet. Ezekre nem is lehet felkészülni, éppen ezért kell a háttértudás. De a tervezésnél, például a segítő kérdések előzetes átgondolásához is szükséges a magas szintű szakmai tudás.

Pedagógiai vonatkozásban fontos, hogy a tanárnak legyen gyakorlata a különböző kollektív munkaformák alkalmazásában, lehetőleg már az adott diákcsoporttal is. Először nem kutatási feladat megoldását, hanem egyszerű csoportmunka alkalmazását javasoljuk, majd fokozatosan kapjanak a diákok egyre nagyobb önállóságot. A tanár fokozatosan vonuljon „háttérbe”. Ez utóbbi sem könnyű, hiszen hazánkban eléggé elterjedt vélekedés az, hogy a tanár áll a középpontban, ő a tudás forrása még akkor is, ha bizonyos részfeladatokat a diákkal végeztet el.

Azt is tudni kell, hogy nem minden téma alkalmas kutatásalapú feldolgozásra. Az is furcsa, szokatlan a hazai gyakorlat számára, hogy a tanárok a diákoktól hipotéziseket kérjenek. A tanulói hipotézisek értékelése is fontos szempont. Nem az a „jó” hipotézis, ami majd a mérések során ténylegesen beigazolódik, hanem arra kell figyelemmel lenni, hogy az mennyire kidolgozott, ad-e konkrét tesztelhető előrejelzést a tanuló előzetes tudása, vélekedései alapján.

Arra, hogy ténylegesen beválj-e a hipotézis, a következtetések levonásánál lehet kitérni és értékelni. Arra kell figyelemmel lenni, hogy a diákok összevessék hipotézisüket a tényleges tapasztalatokkal, és azokat értékeljék aszerint, hogy bevált-e az előrejelzésük, vagy nem. Ha igen, miért, ha nem, miért nem?

Idősebb diákok esetében célszerű minél több mérésorozatot végeztetni, a hipotézisek megfogalmazását is minél inkább mate-

matikai alakban megtenni. Milyen jellegű függvénykapcsolatra számítanak: egyenes, vagy fordított arányosság, esetleg egyéb kapcsolat? A diákok alkalmazzák előzetes tudásukat ebben a szakaszban, származzon az akár a köznapi tapasztalatból, akár az iskolában tanultakból. Az IKT-eszközök felhasználása, például az az informatikaórán megismert

Excel program remek lehetőséget ad a tanárok kezébe arra, hogy bemutassák a természeti törvények függvénykapcsolat jellegét.

A hagyományos feladatmegoldások esetében a végeredmény sokszor egy számérték, általában mértékegységgel. A középfokú oktatásban ritkán térünk ki arra, hogy a kapott számértékek valójában egy függvény egy-egy adott pontjának koordinátái.

Az is látható, hogy egy hasonló jellegű feldolgozáshoz milyen jellegű tanári készülés szükséges. Ennek elengedhetetlen része az, hogy maga a tanár is végigcsinálja azt a méréssorozatot, melyet diákjaitól kíván! Csak ekkor lehet elképzelése arról, hogy diákjai milyen jellegű problémákkal kerülhetnek szembe a téma feldolgozása során. Saját tapasztalatai és természetesen a diákok várható előzetes tudása alapján kell terveznie a segítő kérdéseket, a szükséges anyagokat, eszközöket és az egyéb segédleteket. Mi szerepeljen a feladatlapon, mi az, amit már elvárhat a diákoktól? Fontos annak végig-gondolása, hogy diákjainak milyen ötletei lehetnek.

A fentiek alapján látható, hogy egészen más jellegű készülés szükséges, mint amikor a tanár frontális módon előadást tart, vagy demonstrációként bemutat egy kísérletet. Ténylegesen ezekben az esetekben is meg kell terveznie a kérdéseket, meg kell csinálnia a demonstrációs kísérletet, de alapvetően a tanár irányítja a folyamatot, pontosan látva, illetve inkább tervezve, hogy mi lesz a következő lépés. A fenti esetben is a tanár irányít, ő tudja, hogy ténylegesen hová szeretne eljutni. De annak módjában sokkal nagyobb szerepet szán a diákoknak, jobban bevonja őket a tanulási folyamatba, teret adva egyéni ötleteiknek, javaslataiknak. Ez utóbbiak esetében viszont nagyon nagy szüksége van a magas szintű szakmai tudására, hogy a diákok által javasolt út ténylegesen járható-e, vagy módosítani kell azt. Át kell gondolnia, hogy meddig lehet engedni a diákokat, hogy egyéni útjaikat kövessék, akkor is, ha már az elején látszik, hogy az rossz, de mégis fontos tapasztalat lesz.

Jelen esetben mi tanácsoltuk a hallgatóknak, hogy készítsenek fényképsorozatokat. A feszültség-idő függvény felvételéhez a feszültségmérő mellé tegyenek egy órát, melyet időnként fényképezzenek le. Így nem kell arra külön figyelni, hogy például valaki 5 percenként olvassa le a feszültséget. A vízben úszó gyümölcs esetében is érdemes fényképeket készíteni a kilógó rész magasságának meghatározásához a különböző koncentrációk esetében. A leolvasásnál pedig arra kell figyelni, hogy a pohár méretét vegyék mindig azonosnak a fénykép nagyításánál/kicsinyítésénél, és úgy mérjék meg a folyadékából kilógó rész hosszát.

Tanárjelölt hallgatók kutatási képességeinek fejlesztése

A másik módszer, ahogy a hallgatók felé terjeszteni tudtuk a módszert, az általunk kifejlesztett foglalkozások tanulókkal, tényleges oktatási környezetben való kipróbálása. Ebbe a feldolgozásba olyan tanár szakos hallgatók kapcsolódtak be, akik az úgynevezett hosszú tanítási gyakorlatukat végezték. Az új alapokra helyezendő tanárképzés fontos eleme az úgynevezett kutatásalapú képzés, hogy a képzésből kikerülő tanárok képesek legyenek hasonló jellegű osztálytermi kutatások elvégzésére, melyre példát láthattak. A hallgatók további feladata volt még az, hogy az általuk elvégzett úgynevezett osztálytermi kutatásról tényleges kutatási jegyzőkönyvet, esettanulmányt írjanak.

A hallgatók az összes általunk kifejlesztett foglalkozást kipróbálták. Különösen kedvelt téma volt azonban a tömeg-magasság modul, melyről korábbi írásban beszámoltunk, de az idén is több hallgató választotta. A tudományos szöveg feldolgozásával kapcsolatos modulokat is több osztályban próbálták ki a hallgatók. Ezekben az esetekben a válaszok kvantitatív elemzése is megtörtént hallgatói projekt keretében. A levelezős hallgatók

esetében egy választott modul kipróbálása és arról beszámoló, elemzés készítése külön tantárgyként is megjelenik.

A hallgatók érdekesnek és tanulságosnak találták a feladatot. Többen leírták, hogy aktív tanár korukban ők is fognak hasonló feladatokat végeztetni diákjaikkal. Továbbá a statisztikai jellegű kiértékelést is hasznosnak találták, melynek elemeit többen a különböző osztályok dolgozateredményeinek elemzéséhez is felhasználták. A kutatásalapú tanulás beépítésének haszna a tanárképzésbe, hogy a hallgató megtanulja a módszert: kipróbálja és tudatosítja magában. Megtanul elemzést, beszámolót írni, amit később cikkírásnál, pályázatírásnál is hasznosíthat.

A foglalkozásokról, azok kipróbálásáról tanártovábbképzés keretében is beszámoltunk. Ezen olyan gyakorló tanárok vettek részt, akik a későbbiek során, vagy már jelenleg is mentortanárként működnek, illetve szeretnének ilyen feladatot ellátni.

Összegzés

Tanulmányunkban a kutatásalapú tanítás/tanulás lehetőségeit mutattuk be a fizika oktatása során. Kitértünk a különböző kutatási készségek értékelési lehetőségeire is, különös tekintettel a tanulói hipotézisekre. Általánosságban is foglalkoztunk a hipotézisek szerepével az oktatásban. Beszámoltunk továbbá arról, hogy miként igyekeztünk a módszert terjeszteni a tanárjelöltek bevonásával, illetve a tanártovábbképzések során.

Irodalomjegyzék

- Adey, Philip és Csapó Benő (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 17–58.
- Finlayson, O., McLoughlin, E., Coyle, E., McCabe, D., Lovatt, J. és van Kampen, P. (2015, szerk.): *SAILS inquiry and assessment units*. Volume 2. 71–80. <http://results.sails-project.eu/units>
- Kürti Miklós (1996): Mivel foglalkozik egy öreg fizikus? *Fizikai Szemle*, **46**. 11. sz. 388.
- Nagy Lászlóné, Korom Erzsébet, Pásztor Attila, Veres Gábor és B. Németh Mária (2015): A természettudományos gondolkodás online diagnosztikus értékelése. In: Csapó Benő, Korom Erzsébet és Molnár Gyöngyvér (szerk.): *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest. 35–116.
- Nagy Mária és Radnóti Katalin (2015): Híd a közoktatás és a felsőoktatás között. *Iskolakultúra*, **25**. 1. sz. 51–77. DOI: [10.17543/iskkult.2015.1.51](https://doi.org/10.17543/iskkult.2015.1.51)
- Nagy Mária, Horváth Gábor és Radnóti Katalin (2013): Kutatási szöveg tanórai feldolgozása. *Iskolakultúra*, **23**. 9. sz. 96–109.
- Radnóti Katalin (2015): Milyen magasak és milyen nehezek vagyunk? *Iskolakultúra*, **25**. 10. sz. 110–126.
- Radnóti Katalin és Adorjáné Farkas Magdolna (2015): A kutatás alapú tanulás lehetőségei a fizikaórán. *Fizikai Szemle*, **65**. 6. sz. 198–204.
- Radnóti Katalin és Nagy Mária (2013): A rádium felfedezése. Kutatási szöveg feldolgozása a fizika- és/vagy a kémiaórán. *Nukleon*, **6**. 3. sz.

Németh Veronika¹ – Orosz Gábor²¹ SZTE TTIK Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék

Dugonics András Piarista Gimnázium, Szeged

² Dugonics András Piarista Gimnázium, Szeged

A reakciósebesség című SAILS tanulási egység kipróbálásának tapasztalatai

A Reakciósebesség (Reaction rates) című SAILS unit (Finlayson, McLoughlin, Coyle, McCabe, Lovatt és van Kampen, 2015) kipróbálására vállalkoztunk 9. osztályos gimnáziumi tanulók részvételével. Két alkalommal próbáltuk ki a foglalkozást, a második alkalommal már kémia szakos tanárjelöltek bevonásával. A hallgatók először maguk is csoportokba szerveződve végezték el a feladatokat, majd a gimnazisták foglalkozásán a csoportok mellett megfigyelőként tevékenykedtek, feljegyzéseket végeztek, és az előre megadott szempontok alapján értékelték a diákok munkáját. Jelenleg a tanárképzésben lévő hallgatóknak még nincsen tapasztalatuk saját középiskolás korukból a kutatásalapú tanulásról, sokuknak a csoportmunkáról sem, ezért módszertani felkészítésük során nagy hangsúlyt helyezünk arra, hogy képessé váljanak ezeknek a tanulásszervezési módoknak a hatékony megvalósítására. A tanulmányban a foglalkozás első kipróbálásának tapasztalatait mutatjuk be, eredményeink felhasználhatók mind a tanárképzésben, mind a tanárok továbbképzésében.

A foglalkozás adaptálása a kémiatanítás hazai gyakorlatába

A foglalkozás terve csak ajánlásokat, ötleteket fogalmaz meg, és szabad kezet ad a tanárnak a megvalósításban. Mi éltünk is ezzel a lehetőséggel, mert az ajánlott tíz tanítási órát nem tudtuk volna megvalósítani, ezért az alternatív megoldásként javasolt két tanóra mellett döntöttünk. A tantervi követelmények szorítása miatt erre a két órára sem a tanórai munkarendben került sor, hanem tanítás után 9. évfolyamos gimnáziumi tanulókkal. A tanév első négy hónapja során (a foglalkozást január első hetében próbáltuk ki) egyszer volt alkalmuk a gyerekeknek tanulókísérleti órán részt venni, ahol strukturált feladatok alapján dolgoztak. Ennek az előzménynek köszönhetően azonban ekkor már nem kellett balesetvédelmi kérdésekkel időt tölteni. Tisztában voltak egyes technikai kérdésekkel is (pl. a borszeszégő kezelése). A tanmenetben viszont majd csak áprilisban jutunk el a reakciókinetikához.

A csoport önként jelentkezőkből verbuválódott (a 36 fős osztályból 20 fő, 9 lány és 11 fiú). Az osztály nem természettudományos irányultságú (francia kéttannyelvű képzés, illetve informatika tagozat). A húsz tanuló átlagos teljesítménye kémiából közepesnek mondható. A két óra megvalósítása egy 90 perces foglalkozás keretében történt. A gyerekek semmilyen előzetes információt nem kaptak, csak annyit tudtak, hogy kísérletezni

fognak. Négyfős csoportok alakítására kértük őket (5 csoport). A csoport kialakításába nem szóltunk bele, így a csoportalkotás szimpátia alapján történt.

Bár magunk elméletben tisztában voltunk azzal, hogy melyek a tanár feladatai a kutatásalapú tanulásban, először vezettünk ilyen foglalkozást. Mivel a megelőző négy hónap folyamán a nagyon elvont anyagrészek (atomszerkezet, kémiai kötéselemélet, rácsszerkezetek) tanításában frontális munka során csak kérve kifejtő módszerrel kombinált magyarázatot tudtunk alkalmazni, ahol az ok-okozati összefüggések feltárása volt a fő cél, tapasztalatunk szerint nehezen tudták a tanulók a megismert és begyakorolt törvényszerűségeket alkalmazni. Kíváncsian vártuk tehát, hogy mennyire mutatkoznak kreatívnak egy problémaközpontú gyakorlati feladat során. Némi változással a tanegység 2. és 3. feladatát használtuk fel. Az alábbi feladatlapot kapták meg a csoportok.

Először a reakcióidő megállapításával foglalkoztunk. A csoportok írásban, papíron kapták meg az első feladatot. Amikor a terembe bejöttek, a tálcájukon csak egy főzőpoharat (100 ml-es) és egy darab pezsgőtablettát találtak, illetve csapvizet előkészítve egy lombikban. A csoportokat a lehetőségek szerint egymástól távol helyeztük el.

A feladatlapon mérés megtervezésére szólítottuk fel őket, azt azonban sugalltuk, körülírtuk számukra, hogy mit jelent a kísérlet reprodukálhatósága. A feladatrészre 15 percet használtunk fel. (Az időméréshez hamar előkerültek a mobiltelefonok, bár készültünk stopperórával is.) Ezt követően rövid megbeszélés formájában „ötletroham” következett. Az ötleteket a táblára írtuk. Megállapodtunk abban, hogy méréseink összevethetősége érdekében fontos rögzítenünk a mérés indításának és befejezésének kritériumait. Az indításnak egyértelműen a vízbe dobás pillanatát választotta minden csoport, a végpont-kritérium pedig megegyezés alapján az oldat kitisztulásának pillanata lett.

A reakciósebesség időbeli változásának mérésére nem tudtunk vállalkozni ennyi idő alatt, mert ehhez a fejlődő gázokat is fel kellett volna fognunk, ebben azonban nem volt megfelelő gyakorlata a tanulóknak. Két kérdés segítségével viszont szeretnénk volna megtudni, hogy észlelik-e ezt a változást, és ha észlelik, mi alapján.

Ezt követően osztottuk ki a második feladatot, mely a reakcióidőt befolyásoló tényezők jelentőségére utalt. Először csak ötleteket kellett gyűjteniük a csoportban, majd ismét közös megbeszélés következett. Javasataik alapján a táblára kerültek az egyes tényezők. Ekkor lehetett az eszközigényt is megfogalmazni. Közösén úgy döntöttük, hogy nem egyetlen tényezőt vizsgálunk, mert így végül a feladatlapon megadott problémára komplex választ adhatunk. Az egyértelmű volt a tanulók számára, hogy ha egy tényező hatását akarjuk vizsgálni, akkor a többi változatlanul kell hagyni, nem melegíthetjük és kavarhatjuk egyszerre az oldatunkat. A csoportok választhattak, hogy ki melyik változó hatását vizsgálja, így a következő beosztásban dolgoztak:

1. csoport: hőmérséklet
2. csoport: térfogat
3. csoport: hőmérséklet
4. csoport: aprítás (felületnövelés)
5. csoport: keverés, illetve három különböző márkájú tablettá vizsgálat

A 2. csoportot kivéve minden esetben 75 ml oldószertérfogattal végeztük a kísérletet, illetve az 1. és 3. csoportot kivéve szobahőmérsékletű vízzel, a 4. csoportot kivéve töretlen tablettával, az 5. csoportot kivéve keverés nélkül, ugyanazon márkával dolgoztunk. Ennek a kísérleti résznek a végrehajtásához 35 percet használtunk fel. Munka közben figyeltük a csoportok munkáját, de elhatároztuk, hogy csak akkor avatkozunk közbe, ha kérik, vagy ha kérdésük van. Röviden fel is jegyeztük magunknak, amit az egyes csoportoknál tapasztaltunk. A mérések elvégzése után mosogatás, rendrakás következett, majd az adatok birtokában hozzáálltak a csoportok az adatok grafikus ábrázolásához (ez

Kísérletek pezsgőtablettával

Keressetek választ az alábbiakban megfogalmazott problémákra!

1. *„Minden reggel meg szoktam inni egy C-vitaminos pezsgőtablettából készített italt, de a nagy reggeli rohanásban többnyire úgy kell meginnom, hogy még marad egy kis tablettá feloldatlanul.”*

Meg tudnátok-e mérni, hogy meddig tart az oldódási folyamat?

Tervezték meg a mérést! A tervet olyan részletességgel készítsétek el, hogy a mérés a leírások alapján mások által is elvégezhető legyen, és a mérési eredményeket a tiétekkel össze lehessen hasonlítani!

Válaszoljatok az alábbi kérdésekre!

Kémiai vagy fizikai változás történik-e? A választ indokoljátok meg!

.....
.....

Milyen gáz keletkezik?

Melyik összetevőből keletkezik ez a gáz?

Miért?

.....
.....

Tapasztaltatok-e változást a reakció sebességében a folyamat során?

Mi alapján gondoljátok ezt?

.....
.....

Miért emelkedik fel a tablettá?

2. *„Szeretném a tablettá oldódását meggyorsítani, mert reggel nincs túl sok időm. Többnyire megvárom, amíg abbahagyja a pezsgést, mielőtt megiszom, néha viszont késésben vagyok.”*

Tudtok-e valamilyen használható módszert javasolni a tablettá oldódásának meggyorsítására? Írjátok össze minél több ötletet! Mielőtt elkészítitek a kísérleti tervet, tartsatok megbeszélést a csoportban!

A tervet olyan részletességgel készítsétek el, hogy a mérés a leírások alapján mások által is elvégezhető legyen, és a mérési eredményeket a tiétekkel össze lehessen hasonlítani!

Mérési eredményeiteket foglaljátok táblázatba és ábrázoljátok milliméterpapíron!

több gondot is okozott). Miután ezzel készen voltunk, a csoportok röviden összefoglalták az eredményeiket. Ezek figyelembevételével fogalmaztunk meg egy közös javaslatot a 2. feladatban szereplő kérdésre (Hogyan gyorsíthatnám meg a pezsgőtabletta oldódását?). Végül értékeltük a csoportok munkáját. Az idővel jól gazdálkodtunk, mert nem csúsztunk, a kitűzött időre pontosan befejeztük a munkát.

Kutatási készségek értékelése

Előzetes elképzelésünk szerint a kutatási készségekből a kísérlet megtervezését és kivitelezését, a grafikus ábrázolást, a természettudományos műveltség/gondolkodás köréből pedig az ok-okozati kapcsolatok felismerését, illetve a tudományos következtetések bemutatását kívántuk megfigyelni és értékelni. Az értékeléshez a csoportok által beadott kísérleti munkalapokat és grafikonokat használtuk fel, továbbá megfigyeléseink során a csoportokról készített feljegyzéseinket, illetve a rövid beszámolót. Háromszintű értékelési skálát alkalmaztunk, amit a SAILS projekt honlapján lévő minta alapján készítettünk el.

A tanulókkal szemben a szociális kompetenciák tekintetében alapvető elvárásunk csupán az volt, hogy legyenek képesek fegyelmezetten és kooperatívan dolgozni. A kutatói készségek tekintetében bizonytalanok voltunk afelől, hogy mit is várhatunk, mert sem a tanulóknak, sem nekünk nem volt tapasztalatunk a kutatásalapú tanulásban/tanításban. A természettudományos műveltséget illetően arra számítottunk, hogy a megelőző tanévben, a 8. évfolyamon elsajátított szerves kémiai ismereteiket tudják alkalmazni a jelenség kémiai tartalmának felismerésében (pl. a szén-dioxid a szénsavból származik, de a szénsav nincsen a pezsgőtabletta dobozán feltüntetve, akkor mégis honnan lesz, stb.), és képesek az ok-okozati összefüggéseket is felismerni. A grafikus ábrázolás elveit tartalmazza a matematika általános iskolai kerettanterve, ezért elvárás volt részünkről, hogy tudjanak adatokat tervszerűen gyűjteni és táblázatba rendezni, oly módon, hogy az együtt változó mennyiségek összetartozó adatpárjait fel tudják jegyezni, a változó mennyiségek közötti kapcsolatokat derékszögű koordináta-rendszerben tudják ábrázolni. Vártuk továbbá, hogy a megfigyelések eredményét lényegre törően, élő szóban össze tudják foglalni.

Formatív értékelést alkalmaztunk, a csoportok teljesítményét a háromszintű értékelési skála alapján (1. táblázat) ítéltük meg, és ezt a tanulókkal is megbeszéltük. Igyekeztünk építő jellegű kritikákat alkalmazni, hogy tanítványaink tisztában legyenek a fejlődési lehetőségekkel és a haladó szint kritériumaival.

A foglalkozás során a csoportoknak először az „ötletroham” után adtunk visszajelzést, de csak pozitívat. A 2. kísérleti feladat végrehajtása után a csoportok munkájáról mondtuk el a véleményünket. A begyűjtött grafikonokat és az 1. feladathoz tartozó kérdéseket csak egy következő alkalommal tudtuk kiértékelni.

1. táblázat. A formatív értékeléshez használt értékelési skála

Kompetenciák	Szintek			
		Kezdő	Középfaladó	Haladó
Kutatói készségek	Kísérlet tervezése és kivitelezése	A csoport csak tanári irányítással képes a feladat végrehajtására, kérdéseik nem relevánsak, megfigyeléseik rögzítése kaotikus. Nem tudják, hogy melyik eszköz mire szolgál.	A csoport időnként segítségre szorul. Kérdéseik nem minden esetben relevánsak. A megfigyeléseket jól rögzítik, de hiányosan. Eszközhasználatuk bizonytalan.	A csoport önállóan dolgozik. A problémára irányuló kérdések lényegre törőek. A megfigyelések rögzítése pontos. Ki tudják választani a célnak megfelelő eszközöket.
	Grafikus ábrázolás	A grafikonon összekeverik a függő és a független változót, rossz a beosztás, nincs a grafikonnak címe.	A grafikon szerkesztésében vannak hiányosságok, nem minden szükséges jelölés szerepel, van címe, de nem pontos.	A grafikon megszerkesztése pontos, a tengelybeosztás jól van megválasztva, a cím pontos (mit minek a függvényében mutat a grafikon)
Tudományos műveltség	Ok-okozat	A csoport tagjai nincsenek tisztában a megfigyelt jelenség kémiai tartalmával, nem tudják, hogy mi miért történik.	A csoport tagjai csak részismeretekkel rendelkeznek a megfigyelt jelenség kémiai tartalmáról, amit tudnak, abban is bizonytalanok.	A csoport tagjai értik a vizsgált kémiai folyamatot, önállóan megfogalmazzák az ok-okozati kapcsolatot.
	Következtetések bemutatása	A beszámoló szét-szóró, a lényegét nem emeli ki.	A beszámoló csak részleteiben felel meg a kívánalmaknak.	A beszámoló összefüggő, érthető, követhető.

A foglalkozás kipróbálásának tapasztalatai

Tanítványaink örömmel dolgoztak a feladaton (önkéntesek voltak, nem álltak kényszer hatása alatt), jól tudtak egymással együttműködni. Az egyik csoport három fiútanulója volt a legnagyobb meglepetés számunkra, mert a tanórákon csendesek, eredményük közepes, leghátul ülnek, most viszont elemükben voltak, és más oldalukról ismertük meg őket.

Nagyon kellett figyelni az időre. Technikai probléma nem volt, a többi probléma pedig a feladathoz tartozott. A legjobb minősítést a következtetések bemutatására kapták a csoportok, a legrosszabbat a grafikon készítésére, a másik két készség középfaladó szinten működött.

A feladatsor már így is didaktikusan egymásra épülő feladatokat tartalmaz, továbbfejlesztését a katalizátorhatás vizsgálatában látjuk, idősebb korosztályoknál pedig az aktiválási energia meghatározásában, illetve a grafikon linearizálásában.

A csoportok munkájának megfigyelése és a kitöltött feladatlapok elemzése során számos olyan tipikus hibát, félreértést is tapasztaltunk a tanulók válaszaiban, tevékenységeiben, amelyekre érdemes odafigyelni a tanítás során. A következőkben ezekre mutatunk néhány példát.

a) A természettudományos műveltség kérdéseire adott válaszok:

- „Kémiai vagy fizikai változás történik-e? A választ indokoljátok is meg!”
Csak egy csoport válaszolt helyesen. A többség nem volt tisztában azzal, hogy az oldódás lehet fizikai vagy kémiai változás is, és mi az alapvető különbség a fizikai és a kémiai változás között.
- „Milyen gáz keletkezik?”
Egy csoport nem adott választ, három csoport helyesen válaszolt, egy csoport pedig a hidrogént nevezte meg. Mivel a gáz anyagi minőségének meghatározása nem volt feladatuk, csak a szénsavas üdítővel vont párhuzam alapján adtak jó választ. A hidrogént megjelölő csoport – mint kiderült – arra gondolt, hogy a buborékok felemelkednek, vagyis ez csak egy kis sűrűségű gáz lehet.
- „Vajon melyik összetevőből keletkezik ez a gáz?”
A helyes választ érdekes módon az előző kérdésnél hidrogént jelölő csoport adta, a többiek nem tudták, vagy rosszul válaszoltak:
 - „pezsgőtablettából”, vagyis nem vették figyelembe, hogy a tabletták kémiaiilag nem tiszta anyagi rendszer, több összetevője is van;
 - „a víz és a tabletták reakciójából”, vagyis összekeverték a folyamatokat az anyagokkal.
 A tanári asztalon kint voltak a pezsgőtabletták dobozai, de kérdezni is lehetett volna. Egyedül a jól válaszoló csoport kérdezte meg, hogy honnan tudhatnák meg az összetevőket. Nekik átadtunk egy dobozt. Mivel a nátrium-hidrogénkarbonát nevében megtalálták a hidrogént, ez igazolni látszott az előző válaszukat, ezért nevezték meg ezt az anyagot. Megpróbáljuk tudatos vásárlókká nevelni a gyerekeket, például azáltal is, hogy olvassák el a termékek címkéit, de úgy látszik, nem sok sikerrel. Vagy talán nem merték megkérdezni, azt hitték, hogy az összetevőket fejből kellene tudniuk?
- „Miért?”
Nem született egy jó válasz sem. Ennek a kérdésnek a megválaszolására szintén lehet kutatásalapú feladatot végeztetni (*Reakciósebesség* 4. feladat), de ha az összetevőket megnézték volna, esetleg rájönnek a jó válaszra, hiszen a hozzá tartozó elméleti ismeret/szabályt ismerniük kellett volna. A kérdés sikertelensége azonban nem lepett meg bennünket. Érdemes lesz adaptálnunk a 4. feladatrészt is!
- „Tapasztaltatok-e változást a reakció sebességében a folyamat során?”
Ezt a kérdést azért tettük fel, mert az eredeti sillabuszban van egy részfeladat, mely a reakciósebesség mérését tűzi ki célul. Mivel mi nem fogtuk fel a fejlődő gázt, ezért csak a teljes reakció lejátszódásához szükséges reakcióidő mérésére vállalkozhattunk. Arra azonban kíváncsiak voltunk, hogy mennyire alapos megfigyelők a diákok. Két csoport nem észlelte, hogy változik a reakció sebessége.
- „Mi alapján gondoljátok ezt?”
Az előbbi kérdésre nemmel válaszoló csoportok ide nem írtak semmit, a másik három csoportból kettő helyes megfigyelést tett.
- „Miért emelkedik fel a tabletták?”
Két csoport adott jó választ. Egyéb válaszok: „a távozó szén-dioxid felemeli a tablettát”, „lyukacsos a szerkezete, és így telemegy a gázokkal”.

b) A természettudományos műveltség/következtetések bemutatása

Minden csoport megfelelően szerepelt. Jó kiállással, érthetően és követhetően ismertették a vizsgálataikat, eredményeiket.

c) A kísérlet megtervezése és kivitelezése

Ebben az esetben elég változatos a kép, de az közös, hogy egyik csoportnál sem került szóba, hogy a méréseket megismételve, átlagolással jussanak adatokhoz.

1. csoport: Hőmérséklet

A tervezésben hiányosság, hogy éppen az ivásra kellemes hőmérsékleteket (10 °C és 20 °C körüli értékeket) nem vizsgálták. Táblázatukban az összetartozó adatpárokat megfelelően rögzítették, de az áttekinthetőség érdekében a sorrenden szükséges lett volna változtatni (0 °C után először a 30 °C és nem az 50 °C jöhetne). A grafikon befejezésére nem maradt idejük.

2. csoport: Térfogat

Először különböző alakú, méretű főzőpoharakat használtak, de később korrigálták az elképzeléseiket, hogy valóban csak a víz térfogata legyen befolyásoló tényező. Mind a négy mérésükhöz ugyanazt a főzőpohár-típust használták, sikerült is a tendenciát megállapítaniuk, bár a térfogat nem bizonyult fontos változónak.

3. csoport: Hőmérséklet

Náluk szerepelt forró víz is, ami persze nagyon rövid reakcióidőt eredményezett, meg persze egy kis riadalmat, mert olyan intenzív volt a pezsgés, hogy kifutott a folyadék a főzőpohárból. Annak ellenére, hogy az eredeti kérdésben nem releváns a forró víz, hiszen kinek jutna eszébe a pezsgőtablettás italt így fogyasztani (meg a C-vitaminnak sem tenne jót), mégis hasznosnak bizonyult ez a kísérlet is.

4. csoport: Felületnövelés

Rájöttek, hogy nem mindegy, hogy a porrá tört tablettát teszik a vízhez, vagy a porrá tört tablettára öntik a vizet. Nagyon eltérő reakcióidőt mértek.

5. csoport: Kevergetés és a tableta márkája

A két változót összekombinálták, ezért a jegyzőkönyvük kissé kaotikus lett. Bár figyelmeztettük őket, hogy a keverés sebességét megfelelő eszköz hiányában nem tudják egzakt módon megadni, ragaszkodtak ehhez a tényezőhöz. Lassú, közepes és gyors keverést adtak meg, ami persze elég szubjektív módon történt, ezért a reprodukálhatósággal bizony van némi gond. A „nem keverjük” változatot pedig kihagyták. A márkák között mértek különbséget, de sajnos a dobozokon csak a tápértékek vannak feltüntetve, a citromsav és a nátrium-hidrogénkarbonát százalékos mennyisége nem. A nátrium-tartalommal sem mentek sokra, mert a nátrium-hidrogénkarbonáton kívül még három másik nátriumvegyület is van az összetevők között.

d) Grafikon készítése

A legproblémásabbnak ezt ítéltük a négy kutatási készség közül, ezért ebben az esetben többször is adtunk instrukciókat, de sajnos ennek ellenére egyik csoport sem tudott kifogástalan grafikont rajzolni. A következő gondok jelentkeztek: a függő és független változó azonosítása, melyik tengelyre kerüljenek; tengelybeosztás, a lépték megválasztása (a fizikai mennyiség egységnyi változása hány cm-nek vagy milliméternek feleljen meg). Saját ötlettől vezérelve egyik csoport sem adott volna címet a grafikonnak.

Összegzés

A *Reakciósebesség* című témát jó szívvel ajánljuk a kollégáknak kipróbálásra, mert didaktikai szempontból kiválóan van felépítve, a kezdőtől a haladó szintig el lehet jutni benne, de egy-egy részegység is adaptálható. Tapasztalataink alapján először egy egyszerű feladattal célszerű kezdeni. Ha a csoportmunka vezetésében sincsen nagy gyakorlatunk, akkor ne rögtön egy nyitott IBL-feladatot válasszunk. Szakítani kell – bár nem

Tapasztalataink alapján először egy egyszerű feladattal célszerű kezdeni. Ha a csoportmunka vezetésében sincsen nagy gyakorlatunk, akkor ne rögtön egy nyitott IBL-feladatot válasszunk. Szakítani kell – bár nem könnyű – azzal a hozzáállással, hogy mindent azonnal korigálunk. Várni kell, hogy a gyerekek maguk is észrevegyék, hogy nem célravezető úton járnak. Fontos, hogy a feladatot a csoport felkészültségének megfelelően jelöljük ki, ezért jó azzal is tisztában lenni, hogy más tantárgyakból hol tartanak. Az értékeléshez egyszerre csak két-három szempontot válasszunk.

könnyű – azzal a hozzáállással, hogy mindent azonnal korigálunk. Várni kell, hogy a gyerekek maguk is észrevegyék, hogy nem célravezető úton járnak. Fontos, hogy a feladatot a csoport felkészültségének megfelelően jelöljük ki, ezért jó azzal is tisztában lenni, hogy más tantárgyakból hol tartanak. Az értékeléshez egyszerre csak két-három szempontot válasszunk.

Egyszerűbb a tanár dolga, ha minden csoport ugyanazt a feladatot végzi. Nemcsak a kísérleti anyagok és eszközök előkészítése miatt, de a végrehajtás során is, mert könnyebb átlátni, követni, hogy melyik csoport hogyan halad. A 36–40 fős osztályoknál már nagyon problémásnak gondoljuk a végrehajtást. Ekkora létszám mellett csak tanulói munkalappal, strukturált feladatokkal és „központi vezérléssel” mertünk kísérleti órát lebonyolítani eddigi pályafutásunk során. A tervezés során meg kell határozni azt is, hogy melyik részfeladatra mennyi időt szánunk. Persze rugalmasnak kell lenni, de az időnk véges. Csak annyi feladatot szabad tervezni, amennyit azon az órán le is zárhatunk a tapasztalatok összegzésével, értékelésével.

Irodalomjegyzék

Finlayson, O., McLoughlin, E., Coyle, E., McCabe, D., Lovatt, J. és van Kampen, P. (2015, szerk.): *SAILS inquiry and assessment units*. Volume 2. 93–105. <http://results.sails-project.eu/units>

Kissné Gera Ágnes

Arany János Általános Iskola, Szeged

Élmények és értékek a kutatásalapú tanulás kipróbálása során

A természettudományok oktatása nagy múltra tekint vissza hazánkban. Büszkék vagyunk híres tudósainkra, nosztalgiával emlegetjük azokat az időket, amikor a világ élmezőnyébe tartoztunk a természettudományos mérések során. Keserűen gondolunk arra, hogy manapság diákjaink kevésbé érdeklődők, nehezen tudjuk lekötni figyelmüket. Mit tehetnek a pedagógusok annak érdekében, hogy pozitív fordulat következzen be? Az egyik lehetséges megoldást a kutatásalapú módszerek alkalmazása kínálja. A tanárok gyakran idegenkedve fogadják az új módszereket. Hivatkozunk az ismeretekkel telezsűfolt tantervekre, melyek nem kedveznek a képességek fejlesztésének. Elbizonytalanodtunk a ránk zúduló változások közepette, pedig tudjuk, hogy a változások kulcsa a kezünkben van. Sikerélményre tanárnak, tanulónak egyaránt szüksége van.

A tanulmány célja, hogy a gyakorló tanár szemével mutassa be a kutatásalapú tanulás előnyeit, értékeit, és felhívja a figyelmet azokra a kihívásokra, amelyekkel találkozhatunk egy téma kutatásalapú feldolgozása során.

Az élelmiszerek vizsgálata (Food and foodlabels) foglalkozás jellemzői

A SAILS projekt keretében a londoni King's College kutatói dolgozták ki az élelmiszerek vizsgálatára vonatkozó tanulási egységet (Finlayson, McLoughlin, Coyle, McCabe, Lovatt és van Kampen, 2015). A témaválasztásukat az indokolja, hogy a táplálkozással kapcsolatos tananyag újra és újra visszatér az iskolai tanulmányok során. A tanulók megismerik az egészséges, kiegyensúlyozott táplálkozás jellemzőit, jelentőségét. E tudás birtokában képesek elemezni saját és mások étkezési szokásait, javaslatokat tudnak tenni azok javítására. Megtanulják, hogy mely élelmiszerek a zsírok, a fehérjék és a szénhidrátok forrásai, de nem vizsgálják az ételek, élelmiszerek valódi összetételét és az egészséges szervezet számára szükséges mennyiségeket, így nincsenek megfelelő ismereteik, hogy helyes döntéseket tudjanak hozni, amikor saját étkezési szokásaikról van szó.

A tanulási egység célja, hogy elmélyítse az élelmiszerekről, az egészséges, kiegyensúlyozott táplálkozásról tanultakat, fejlessze az arányossági gondolkodást és a kutatási készségek közül a vizsgálat tervezését, kivitelezését, az adatok elemzését, következtetések megfogalmazását, a döntéshozatalt. A tanulási egység az alábbi részekből épül fel:

- Arányossági gondolkodást igénylő feladatsor.
- A C-vitamin kimutatása, mennyiségi meghatározása.
- Az ételek, élelmiszerek tápanyag-összetételének és energiatartalmának vizsgálata.

Az élelmiszerek vizsgálata tanulási egység hazai kipróbálása

Az élelmiszerek vizsgálata tanulási egység kipróbálására a Szegedi Arany János Általános Iskola egyik 8. osztályában, biológiaórákon került sor. Az arányossági feladatsort a diákok egyénileg oldották meg, mely kb. 15 percet vett igénybe. A másik két anyagrészt feldolgozására egy-egy tanítási órát használtam fel. A 31 fős osztály tagjai hat csoportban dolgoztak, tevékenységüket munkalap, feladatlap irányította.

A téma feldolgozását tanítványaim tudásához, érdeklődéséhez igazítottam, figyelembe véve a rendelkezésre álló eszközöket, anyagokat és időkeretet. A tanulási egység tevékenységei jól illeszkedtek a hazai tantervi tartalomhoz, a táplálkozás témakörének célkitűzéseivel. A két munkáltató órán olyan készségek fejlesztése, értékelése kapott prioritást, mint az arányossági gondolkodás; adatok gyűjtése, rendszerezése, értékelése; vizsgálat tervezése, kivitelezése; kutatási kérdések megfogalmazása; következtetések levonása, ítéletalkotás. A kutatási készségek értékelése a hagyományostól eltérő értékelési stratégiák kidolgozását igényelte. A formatív értékelés a csoportokra fókuszált, a tanulók megfigyelésén alapult.

Tanórai keretek között tanárnak és diáknak egyaránt ez volt az első alkalom, amikor ezzel a módszerrel dolgoztak. Önálló feladatként ugyan többször kaptak tanítványaim hasonló jellegű feladatokat, de azok egyéni vagy páros munkában tanórán kívül valósultak meg.

Tanárként korábban a jól strukturált feladatokat kedveltem, ahol szabályozott keretek között irányítottam a tanulók megfigyeléseit, vizsgálódásait. A kutatásalapú tanulási módszerek tanórai alkalmazása számomra is komoly kihívást jelentett. Tapasztalatlanságomhoz szorongás társult. Képes leszek-e jól szervezni a tanulók vizsgálódását? Tudom-e reálisan értékelni a csoportok munkáját? Időben, kellő segítséget tudok-e nyújtani a problémák megoldásához? Hogyan tudom kezelni a váratlanul fellépő helyzeteket? Meglevo félelmeimnél erősebbnek bizonyult a feladat érdekessége, amely kreatív megoldásokra inspirált. Erősített a tudat, hogy diákjaim érdeklődéssel várták a szokványostól eltérő órát.

Az óra sikeréhez az előző évek tudatos természettudományos nevelése is hozzájárult. Mindig nagy hangsúlyt fektettem az algoritmusok által irányított megismerési folyamatokban való jártasság és a rendszerszemlélet kialakítására. Tanítványaim kellő rutinnal rendelkeznek a kísérletek kivitelezésében, a megfigyelések rögzítésében és a következtetések levonásában. Tanítási óráimon a tevékenységközpontú módszerek dominálnak, a tanulók sok önálló munkát végeznek, így tanárként otthonosan mozgok a facilitátor szerepkörben.

Arányossági feladatok

A tanulók arányossági gondolkodását az alábbi feladatsor vizsgálta.

1. feladat

Jancsi szereti az almát, de a húga, Barbi, csak a kivit szereti a gyümölcsök közül. Amikor az apukájuk elmegy vásárolni, ki kell számolnia, hogy miből mennyit vegyen. Úgy számol, hogy Barbinak naponta 2 kivire lesz szüksége, Jancsinak pedig naponta 1 almára.

- a) Melyik gyümölcsből hányat kell vennie ahhoz, hogy az 5 iskolanpra elég legyen?
 b) Ha almából zacskós kiszerezésűt vesz, amelyben 8 darab alma van, hány kivit kell vennie ahhoz, hogy ugyanannyi napra elég legyen, mint az alma?
 c) Ha vesz egy karton kivit, amiben 12 darab van, hány almát kell vennie ahhoz, hogy ugyanannyi napra elég legyen, mint a kivi?

2. feladat

Jocó és Zsuzsi anyukája úgy döntött, hogy lecseréli a szombati édességet gyümölcsre. Jocó epret választott, Zsuzsi pedig mandarint. Az anyukájuk úgy döntött, hogy 1 mandarinnak 3 eper felel meg.

- a) Hány epret kap Jocó, ha Zsuzsi 4 mandarint eszik?
 b) Hány epret kap Jocó, ha Zsuzsi 7 mandarint eszik?
 c) Hány mandarint kap Zsuzsi, ha Jocó 15 epret eszik?

3. feladat

Juli a körtét szereti, az öccse, Andris pedig a szilvát. Az anyukájuk úgy döntött, hogy minden 2 körtének 5 szilva felel meg.

- a) Hány szilvát kap Andris, ha Juli 4 körtét eszik?
 b) Hány szilvát kap Andris, ha Juli 10 körtét eszik?
 c) Hány körtét kap Juli, ha Andris 20 szilvát eszik?

4. feladat

A tízórais dobozban van egy zacskó, 25 g-os csipsz. 100 g csipsz 8 g zsírt tartalmaz. Mennyi zsír van egy zacskó csipszben?

- A) 2 g B) 8 g C) 25 g D) 32 g E) 100 g

5. feladat

A Kriócsipszfélét 30 g-os zacskóban árulják, és 100 g-nak 6 g a zsírtartalma. A Minócsipszfélét 20 g-os zacskóban árulják, és 100 g-nak 7,5 g a zsírtartalma. Melyik zacskó csipszben van több zsír?

6. feladat

A legtöbb csipszféle esetében minden 100 g-ban kb. 80 g szénhidrát van. Ezzel szemben minden 100 g kenyérben kb. 40 g szénhidrát van. Ha egy szelet kenyér 50 g körül van, milyen mennyiségű csipsz tartalmaz annyi szénhidrátot, mint egy szelet kenyér?

- A) 8 g B) 20 g C) 25 g D) 40 g E) 100 g

7. feladat

Egy 125 g-os joghurtos dobozon ez az ételcímke látható.

- a) Mennyi lenne az egyes anyagokból egy 250 g-os dobozban?
 b) Mennyi lenne az egyes anyagokból egy 100 g-os dobozban?

Energia	500 kJ
Fehérje	5 g
Szénhidrát	25 g
Zsír	1 g
C-vitamin	1,25 mg
Kalcium	200 mg

A 7 feladatból álló kérdéssor megoldása nem jelentett a tanulók számára kihívást. Az 5. és a 7. feladat megoldásai azonban tanulságosak. Az eltérő tömegű, különböző zsírtartalmú csipszek abszolút zsírtartalmának meghatározásához kétféle módszert használtak. Egy részük az adatokat egyenlet-

be rendezte, és számítással igazolta állítását, a többiek aránypárt felhasználva hoztak döntést. Az utolsó feladatban a diákok gyorsan felismerték, hogy a 250 g-os joghurt tápanyagtartalma az eredetinek kétszerese. A hibák abból adódtak, hogy elhagyták vagy rosszul írták a különböző mértékegységeket. A 100 g joghurt tápanyagtartalmának meghatározásához más technikát kellett alkalmazni. Ezt azonban többen nem tették meg, részint időhiány miatt, illetve azért, mert feladták a megoldás keresését.

A C-vitamintartalom meghatározása

A C-vitamin kimutatására javasolt kísérletet 2,6 diklórfenol-indofenol hiányában nem tudtuk elvégezni. Helyette Hanga Ildikó (2013) kísérletét használtam fel és alakítottam át a kutatásalapú tanulás módszereinek megfelelően. Az alábbi anyagokat, eszközöket biztosítottam a kísérletekhez:

Anyagok: 60 mg C-vitamin (aszkorbinsav), narancs (25 cm³ narancs kifacsart leve), keményítőoldat, Lugol-oldat (KI-os jódoldat), desztillált víz, citrom, szőlő, káposztalé, almalé.

Eszközök: 4 db 100 cm³-es főzőpohár, üvegbot, szemcseppentő, kémcsőállvány, kémcsövek, 25 cm-es³ mérőhenger, gyümölcsfacsaró.

Az első két kísérlet az információszerzéshez, a további feladatok megoldásához volt szükséges. Mivel a diákok nem rendelkeztek megfelelő kémiai ismeretekkel, a kísérletek megértéséhez nélkülözhetetlen volt a közös értelmezés, a tanári magyarázat.

1. Kísérlet

Öntsetek a kémcsőbe kb. 1 cm³ keményítőoldatot, majd cseppentsetek hozzá Lugol-oldatot (KI-os jódoldat)! Mit tapasztaltok?

2. Kísérlet

Oldjatok fel 60 mg C-vitamint (ennyi egy ember minimális C-vitaminszükséglete) főzőpohárba öntött 50 cm³ desztillált vízben. Tegyetek a főzőpohárba kb. 1 cm³ keményítőoldatot is! Üvegbottal való kevergetés közben csepegtessetek hozzá jódoldatot addig, amíg maradandó színváltozást tapasztaltok! Jegyezzétek le tapasztalataitokat!

Magyarázat: *A jód-keményítő komplex okozta színeződés azért tűnik el, mert a C-vitamin reagál a jóddal. A C-vitamin jodidionokká redukálja a jódot.*

Mi a maradandó színváltozás oka?

Az óra további részében a tanulóknak egységnyi mennyiségű narancslé C-vitamintartalmát kellett meghatározniuk. A kísérlet elvégzéséhez maguknak kellett tervet készíteniük. Ehhez az előzőleg elvégzett kísérletek, a tálcán összekészített anyagok, eszközök szolgáltak segítségül. A kutatási kérdések megfogalmazásához az elvégzett kísérletek, valamint a tálcára összekészített gyümölcsök és különböző gyümölcs-és zöldséglevelek adtak támpontot. A feladatsort következtetés zárta, miként biztosítható az ember C-vitaminszükséglete.

3. Kísérlet

Hogyan lehetne meghatározni a tálcákon lévő anyagok és eszközök felhasználásával, hogy kb. hány mg C-vitamin van 25 cm³ narancslében?

Készíts kísérleti tervet! Végezd el a kísérletet! Állapítsd meg, mennyi C-vitamin van 25 cm³ narancslében!

4. Milyen további kérdéseket lehet feltenni a kapott eredmények és a tálcán összekészített anyagok alapján?

5. Válassz ki egyet a kérdések közül, és válaszold meg a rendelkezésedre álló anyagok, eszközök, információk segítségével!

6. Mit javasolsz a kísérletek tapasztalatai alapján? Vitamintabletták vagy gyümölcsök, zöldségek fogyasztásával biztosítsa az ember a vitaminszükségletét? Indokold meg állításod!

Kutatási készségek értékelése

A 25 cm³ narancslé C-vitamintartalmának kimutatását a 2. kísérlet analógiája alapján lehet megtervezni. A tanulók az elvégzett kísérletek alapján, következtetések levonásával, arányossági gondolkodás alkalmazásával képesek voltak a probléma megoldására. Az egyes csoportok különböző szinten teljesítettek (1. és 2. táblázat), különböző mértékű tanári segítséget igényeltek.

1. Kísérletek tervezése

1. táblázat. A csoportok közötti eltérések a kísérlet megtervezésében

<i>Kezdő 3. és 4. csoport</i>	<i>Fejlődő 2. csoport</i>	<i>Haladó 6. csoport</i>	<i>Szakértő 1. és 5. csoport</i>
Részben értették meg a feladatot. Elképzeléseik szórványosak, nem alkotnak egységes rendszert. Tanári segítséggel képesek stratégiát alkotni.	Megértették a feladatot. Nem ismerik fel a C-vitamintartalom és a KI-cseppek összefüggéseit, ezért a kísérlet megtervezése esetleges.	Megértették a feladatot. Felismerik a C-vitamintartalom és a KI-cseppek közötti összefüggést, de nem látták meg a konkrét mennyiség meghatározásának lehetőségét.	Hamar megértették a feladatot. Az előző kísérlet értelmezésével hatékony működési stratégiát dolgoznak ki. Kísérleti tervük részletes, lépésekre bontott.

2. Kísérletek kivitelezése

A tanulók a kísérleteket rutinosan, fegyelmezetten végezték. Gyakorlottan használták az anyagokat és eszközöket a megelőző években kialakított szokások alapján. A mérések pontossága azonban különbséget mutat az egyes csoportok között.

3. Következtetések levonása

2. táblázat. Az egyes csoportok következtetései közötti különbségek

<i>Kezdő 3. és 4. csoport</i>	<i>Fejlődő 2. csoport</i>	<i>Haladó 6. csoport</i>	<i>Szakértő 1. és 5. csoport</i>
A kísérlet adataiból segítséggel képesek a következtetések levonására, a konkrét mennyiség meghatározására.	Hiányosak a következtetések. Nincs értelmezés. Nevelői segítséggel tudnak továbblépni.	Következtetések összehasonlításokon, arányokon alapulnak. Hiányzik az értelmezés. Tanári segítséggel képesek a konkrét mennyiség kiszámítására.	Következtetések helyesek, előzetes információkon alapulnak, értelmezést, levezetést tartalmaznak.

4. Kutatási kérdések megfogalmazása

Ezen a téren a csoportok egységesnek bizonyultak: kérdéseik egysíkúak, fantáziátlanok voltak. Amikor rátaláltak a C-vitamintartalom mennyiségi meghatározásának algoritmusára, még a legügyesebb csoportok is elvesztették kreativitásukat, és a bejáratott sablon szerint határozták meg, hogy mennyi C-vitamin van a különböző gyümölcs- és zöldséglevelek azonos térfogataiban (25 cm³). Nem vetették fel: mennyi vitamint tartalmaz összesen egy gyümölcs, milyen eltérések vannak egyes gyümölcsök vitamintartalma között, mennyit kellene belőlük fogyasztani ahhoz, hogy biztosított legyen az ember napi vitaminszükséglete.

5. Döntéshozatal

A tanulók nagy része a C-vitamintabletták szedése mellett döntött, melyet a magasabb C-vitamintartalommal indokoltak. Döntéshozatalukban feltehetőleg a média hatása is megjelent a reklámokon keresztül. Két csoport javasolta a zöldség- és gyümölcsfélék fogyasztását a C-vitaminszükséglet kielégítésre, de ez korábbi ismereteikre, és nem a kísérlet tapasztalataira épült.

A foglalkozás tapasztalatai

A tanulók nagy lelkesedéssel dolgoztak. Fotókkal dokumentálták a kísérlet lépéseit, melyet néhányan a Facebookon is megosztottak osztálytársaikkal. A csoportmunkák során nehéz biztosítani, hogy mindenki dolgozzon. Ezen az órán erre nem kellett gondot fordítani, hiszen a gyerekek motiváltak voltak, örömmel vettek részt a feladatokban. A kísérlet közös élménnyé vált.

Az óra egyik legfőbb értéke, hogy a gondolkodásfejlesztés új dimenzióját nyitotta meg. A kísérlet gondolati tervének elkészítése a különböző gondolkodási műveletek egyidejű alkalmazását igényelte. A tanulók a tervezéskor többféle alternatívával próbálkoztak. Analizálták, szintetizálták az információkat, összefüggéseket kerestek, levonták a következtetéseket, mérlegelték, hogy a terv alkalmas-e a C-vitamin kimutatására. A hagyományos munkáltató órákkal szemben sokkal jobban bevonódtak a tudáskonstrukció folyamatába. Sokoldalúbb lehetőség nyílt a kutatási készségek és a kritikus gondolkodás fejlesztésére.

A kísérleti rutin kialakításában nagy szerepe volt a korábbi években alkalmazott, jól felépített, részekre bontott feladatoknak, de az órán átéltem, hogy ez a módszer nem ad teret a kreativitás kibontakozásához, az önálló kérdések megfogalmazásához. Az előny hátránnyá válik, ami korlátozza a gondolkodást. Ez a tapasztalat új feladatot jelöl ki számomra a jövőre nézve.

A tanóra – a munkáltató órákhoz hasonlóan – sok előkészületet igényelt. A kísérlethez szükséges 60 mg C-vitamin beszerzése volt az első probléma, amivel meg kellett küzdeni. Erre a célra aszkorbinsavat használtunk, melyet a patikában mértek ki. Ahhoz, hogy a tanár megfelelően tudja segíteni a csoportok munkáját, feltétlenül szükséges, hogy előzőleg maga is elvégezze a kísérletet. Célszerű kis koncentrációjú keményítőoldatot használni, mert így kevesebb Lugol-oldat fogy, és a kísérlet elvégzése is rövidebb ideig tart.

A szervezet energia- és tápanyagszükséglete

A foglalkozás utolsó egységében lényegesen eltértem a leírásról, amit az indokolt, hogy tanítványaim magabiztosan használták a tápanyagtáblázatot, az ételcímkek elkészítése nem lett volna érdekes számukra. Helyette internetes adatbázisból dolgoztak. A tanteremben csoportonként egy-egy táblagép állt rendelkezésre, és mindenki (az osztály kétharmada) használhatta az okostelefonját, amire boldogan készültek a gyerekek. A csoportok tevékenységét az alábbi munkalap irányította:

Táplálékok anyagai, energiatartalma

1. Számítsd ki az alábbi linken található energia-kalkulátor segítségével, mennyi energiatartalmú és milyen összetételű táplálékra van szükséged a testsúlyod megtartása érdekében!

<http://orvosilexikon.hu/wrap.php?file=dcc.html>

Jegyezzétek le az adatokat! Mivel magyarázzátok a csoport tagjai közötti eltéréseket?

2. Elemezzétek az iskolai menza étlapját energiatartalom és tápanyagösszetétel alapján! Melyik napon a legkevesebb, melyiken a legnagyobb az ételek (tízórai, ebéd, uzsonna együttesen) energiatartalma, valamint a bennük található zsír, fehérje és szénhidrát mennyisége? Adatokkal bizonyítsátok megállapításaitokat! Milyen alapelvek érvényesülnek az étlap összeállításakor?

3. Állítsatok össze egy háromfogásos ebédet a megadott linken elérhető ételekből, melyet szívesen fogyasztanátok az iskolai menzán! Jelöljétek meg az egyes ételek energiatartalmát és tápanyagösszetételét!

http://www.fogyas.info/tapanyag-kaloria-energia-tablázat_kcal-kalkulator.php

Vitassátok meg, megfelel-e az általatok összeállított ebéd a 2. feladatban megállapított alapelveknek!

Az energia-kalkulátor használata

A nyolcadikosokat foglalkoztatja az ideális testsúly elérése, így a megadott link segítségével személyre szabott információhoz jutottak. Nemcsak az energiabevitelről, hanem a szerves tápanyagok egymáshoz viszonyított ideális arányáról is tájékoztatást kaptak. A feladat felkeltette a tanulók érdeklődését, növelte a további feladatvégzéshez szükséges motivációt. Az egyénileg eltérő tápanyag- és energiaigény megbeszélésekor az is nyilvánvalóvá vált, hogyan befolyásolják különböző tényezők, például a nem és a mozgás napi mennyisége a szervezet energiaszükségletét. Sokan éltek az internetes portál kínálta lehetőséggel, és megállapították, milyen energiabevitel mellett lehetne a testsúlyukat a kívánt mértékben csökkenteni.

Az iskolai menza étlapjának elemzése, menü összeállítása az energia- és a tápanyagtartalom megjelölésével

Az egészséges táplálkozás jegyében megreformált menza napi beszédtema tanítványaink között. Vizsgálatunk tárgyául a heti étlapot választottam, amely a törvényi kötelezettségeknek megfelelően részletesen tartalmazza a tízórai, az ebéd és az uzsonna tápanyagösszetételét és energiatartalmát (3. táblázat). Az adatok összegyűjtését és elemzését követően a tanulóknak meg kellett határozniuk az étlap összeállításának alapelveit. Ezután a megadott link alapján saját menüt kellett készíteniük, majd értékelni, hogy az általuk összeállított ebéd megfelel-e az egészséges táplálkozás alapelveinek.

3. táblázat. A heti étlap egy napjának tápanyagösszetétele és energiatartalma

<i>Tízórai</i>	<i>Ebéd</i>	<i>Uzsonna</i>
Citromos tea Metélőhagymás vajkrém Szezámagos zsemle Sárgarépa-karikák	Burgonyagombóc-leves Csőben sült brokkoli Befőtt Teljes kiőrlésű kenyér	Csirkemájás krém Zabpelyhes zsemle
Energia: 278,63 kcal Fehérje: 5,87 g Zsír: 9,06 g Szénhidrát: 43,09 g	Energia: 688,15 kcal Fehérje: 28,06 g Zsír: 29,94 g Szénhidrát: 72,84 g	Energia: 299,1 kcal Fehérje: 11,97 g Zsír: 10,93 g Szénhidrát: 32,35 g

A kutatási készségek értékelése

A foglalkozáson a következő kutatási készségeket értékeltem:

1. Adatok gyűjtése, rendszerezése, értelmezése

A gyűjtött információk a témához tartoztak, tárgyi tévedéseket nem, vagy alig tartalmaztak. A tápanyagtáblázatokat magabiztosan használták a tanulók. Az iskolai menüsor kiértékelésekor csak a csoportok fele rögzítette táblázatban az adatokat. A rendezett adatgyűjtés hiánya tükröződött a csoportok ítéletalkotásának hibáiban, hiányosságaiiban.

2. Ítéletalkotás

A jól összegyűjtött, rendszerezett információk alapján kirajzolódott, milyen feltételeknek kell megfelelni a heti menüsor összeállításakor. A csoportok itt is különböző szinteken teljesítettek (4. táblázat).

4. táblázat. Az ítéletalkotás különböző szintjei a csoportmunka során

<i>Kezdő 6. csoport</i>	<i>Fejlődő 2. és 3. csoport</i>	<i>Haladó 4. csoport</i>	<i>Szakértő 1. és 5. csoport</i>
Általánosságban fogalmazzák meg az alapelveket, az adatoktól függetlenül.	Részben támaszkodnak az adatokra. Ítéletalkotásuk helyenként hibás, hiányos.	Ítéletalkotásuk helyes, adatokra támaszkodik, de nem teljes körű, egyes elemek hiányosak.	Ítéletalkotásuk helyes, teljes körű, kiterjed a napi energiaszükségletre, az étkezések átlagos energiatartalmára, az egyes tápanyagok arányaira.

3. Kommunikáció, együttműködés

A csoportok akkor voltak sikeresek és eredményesek, ha megosztották egymás között a munkát, jól kommunikáltak egymással, érveket sorakoztattak fel véleményük mellett, egymás észrevételeit kiegészítették, egységes álláspontot alakítottak ki. A tipikus hibák feltárása, a jól teljesítő csoportok együttműködési stratégiáinak tudatosítása a későbbi csoportmunkák sikerét szolgálta.

5. táblázat. A csoportok együttműködésének, kommunikációjának különböző szintjei

<i>Kezdő 6. csoport</i>	<i>Fejlődő 2. és 3. csoport</i>	<i>Haladó 4. csoport</i>	<i>Szakértő 1. és 5. csoport</i>
A munkát megosztják egymás között, de a csoporttagok között nincs kommunikáció. A feladatok elvégzése elszigetelt részinformációkat eredményez, nem épülnek egymásra az egyes lépések.	A feladatokat a csoporttagok a célkitűzéseknek megfelelően osztják szét. Meghallgatják egymás véleményét, de a rájuk való érdemi reflektálás esetleges.	A feladatokat a csoporttagok hatékonyan osztják szét. A kommunikáció köztük folyamatos. Reflektálnak egymás véleményére, de érvelésük bizonytalan.	A feladatmegosztás hatékony, egymást is ellenőrzik a csoporttagok. Tényekre alapozva érvelnek, egységes álláspontot alakítanak ki, melyet a csoport tagjai elfogadnak.

A foglalkozás tapasztalatai

A gyerekek számára az internethez kötődő feladatok, saját telefonjuk használata jelentős motivációs tényező volt, élvezettel dolgoztak az órán. A munkát hátráltatta, hogy az internet-elérés gyakran szakadozott, illetve a wifi nem bírta el a terhelést. A jó munkához stabil informatikai háttér szükséges. A házirend szabályai szerint iskolánkban az órákon kikapcsolatjuk a diákok telefonjait, pedig az okostelefonokat be is lehet építeni a tanítás-tanulás folyamatába, csak ki kell alakítani ennek szabályait és kereteit. Az óra azzal a nem várt következménnyel is járt, hogy a gyerekek – miután látták, hogy milyen sokféle szempontot kell figyelembe venni a menü összeállításakor – (átmenetileg) kevésbé kritizálták a menzát.

Miért érdemes használni a kutatásalapú módszereket?

Tanárnak és diáknak egyaránt élvezetes volt az óra. Az újszerű feladatok, a motiváló környezet mindkét félnek lehetőséget nyújtott a kreativitás kibontakoztatására. Az átélt élmények hatására remélhetőleg több gyerek kedveli meg a természettudományokat, egyben megerősíti a pedagógus és a tanuló közötti kapcsolatot, együttműködést, amely a későbbi tanórákon is jól kamatoztatható.

A kutatásalapú tanulási környezetben tanítványainkról kialakult kép árnyalódik, reálisabban, sokoldalúbban ismerhetjük meg őket. Ebben a tanulási szituációban gyakran kiemelkedő teljesítményt nyújtanak azok a tanítványaink, akik a hagyományos oktatás keretei között rosszabbul teljesítenek. Fontos, hogy ezeket a gyerekeket megnyerjük, erősítsük a természettudományok iránti attitűdjüket, sikerélményt adjunk nekik, ugyanakkor szorgalmas „ötöseink” számára gyakorlati terepet biztosítsunk a kutatási készségeik fejlődéséhez.

meg őket. Ebben a tanulási szituációban gyakran kiemelkedő teljesítményt nyújtanak azok a tanítványaink, akik a hagyományos oktatás keretei között rosszabbul teljesítenek. Fontos, hogy ezeket a gyerekeket megnyerjük, erősítsük a természettudományok iránti attitűdjüket, sikerélményt adjunk nekik, ugyanakkor szorgalmas „ötöseink” számára gyakorlati terepet biztosítsunk a kutatási készségeik fejlődéséhez.

Mi kell a sikerhez?

A természettudományos oktatásunk pozitív hagyományai, a hierarchikus rendszerbe szerveződő fogalmi struktúra, a megismerési algoritmusok elsajátítása, az oksági összefüggések keresése, a kísérletezési rutin kialakítása szükséges ahhoz, hogy belevágjunk a kutatásalapú módszerek kipróbálásának kalandjába.

Melyek a siker feltételei?

- Kockázatvállalás, az új utak keresésének igénye. Merjünk kreatívan átcsoportosítani a tantervi tartalmakat, és helyet keresni egy-egy ilyen típusú óra megtartásához.

- Szakmai tudás. Úgy állítsuk össze a feladatokat, hogy azok illeszkedjenek a tanulók életkorához, tudásához, érdeklődéséhez, képességeihez, de tartalmazzanak kihívást a gyerekek számára, ami felkelti érdeklődésüket, küzdeni vágyásukat. A tanulói tevékenységek meghatározásához ötleteket meríthetünk a különböző biológiai praktikumokból is (Buda, 1971; Lénárd, 1983; Müllner, 1998; Perendy, 1980).
- Szervezettség, amely biztonságos keretet ad az órának, biztosítja a fegyelmezett munkavégzést.
- Bizalomteli légkör. Éreztessük, hogy bízunk tanítványainkban, mert képesek sikeresen megoldani feladataikat.
- Folyamatos tanári kontroll, amely lehetőséget ad arra, hogy szükség esetén beavatkozzunk a folyamatokba, és segítséget nyújtsunk, de csak annyit, amennyi a továbblépéshez szükséges. A pedagógusnak fel kell készülnie a várható kérdésekre, és reagálnia kell a felvetődő problémákra.
- A tárgyi feltételek megteremtése, a kísérletekhez szükséges anyagok, eszközök előkészítése, az iskola informatikai rendszerének kihasználása, a tanuló saját eszközeinek beépítése a tanulási folyamatba.

Összegzés

A tanulói teljesítmények romlása, a fiatalok érdeklődésének csökkenése olyan válságtünetek, melyek a természettudományos nevelés megújulását sürgetik. A változás kulcsszereplői a pedagógusok. A témával foglalkozó Európa Bizottság Rocard-jelentésében a felvetődött problémák megoldására ajánlasként fogalmazódott meg a kutatásalapú módszerek alkalmazása a természettudományok tanítása során (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson és Hemmo, 2007, magyarul lásd: Csikos, 2010). Ennek nyomán indultak el hazánkban is azok a nemzetközi projektek – pl. PRIMAS (Csikos, 2010), SAILS (Csapó, Csikos és Korom, 2016) –, melyek a módszer széleskörű megismertetését, kipróbálását tűzték ki célul.

Bár az ismeretközpontú tantervek kevés teret adnak a kísérletezésre, a problémamegoldásra épülő módszerek alkalmazására, mégis érdemes alkalmat találni az ilyen típusú órák megtartására, mert jelentősen fejlesztik a tanulók természettudományos gondolkodását, kutatási készségeit, kritikus gondolkodását. Kedvező feltételeket teremtenek a sikeres tanulási stratégiák megalapozásához, a megismerési módszerek repertoárjának bővüléséhez, lehetővé teszik a természettudományok iránt pozitív attitűdök kialakulását.

Egy téma kutatásalapú feldolgozása rendkívül munkaigényes feladat, megvalósítása új szellemiséget igényel a pedagógustól (Korom, 2010; Veres, 2010). Az új utak keresése lendületet ad a pedagógus módszertani megújulásának is. A befektetett munkáért bőségesen kárpótol a diákok érdeklődése, kreativitása, az órán átélt élmények. Árnyalódik a tanítványainkról alkotott kép, olyan tanulók tehetségét ismerhetjük fel, akik a hagyományos oktatás keretei között rosszábbul teljesítenek. A megváltozott tanulási környezetben felvetődő problémák ráirányítják a figyelmünket oktató-nevelő munkánk hiányosságaira is, a szakmai fejlődés lehetőségeire.

Irodalomjegyzék

- Buda Bulcsu (1971): *Mit csináljunk az élővilág szakörön?* Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csapó Benő, Csikos Csaba és Korom Erzsébet (2016): Értékelés a kutatásalapú természettudománytanulásban – a SAILS projekt. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 3–16.
- Csikos Csaba (2010): A PRIMAS projekt. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 4–12.
- Finlayson, O., McLoughlin, E., Coyle, E., McCabe, D., Lovatt, J. és van Kampen, P. (2015, szerk.): *SAILS inquiry and assessment units*. Volume 2. 33–45. <http://results.sails-project.eu/units>
- Hanga Ildikó (2013): *A narancs és a természettudományok*. <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap2.html>
- Korom Erzsébet (2010): A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 78–91.
- Lénárd Gábor (1983): *Biológiai Laboratóriumi vizsgálatok*. 3. kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Müllner Erzsébet (1998): *Biológiai gyakorlatok középiskolásoknak 9–12. osztály*. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 31–51.
- Perendy Mária (1980): *Biológiai vizsgálatok kézikönyve*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- Rocard, M., Csermely P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. és Hemmo, V. (2010): Természettudományos nevelés ma: megújult pedagógia Európa jövőjéért. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 13–30.
- Veres Gábor (2010): Kutatásalapú tanulás – a feladatok tükrében. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 61–77.

Somogyi Ágota

Közgazdasági Politechnikum Alternatív Gimnázium és Szakközépiskola, Budapest

A SAILS projekt tapasztalatai a pedagógus szemszögéből: a kutatásalapú tanulás szervezésének és értékelésének hatása a pedagógus attitűdjére

A kutatásalapú tanulással először a PRIMAS projekt keretében (Csíkos, 2010) foglalkoztam intenzívebben és tudatosabban. Ebben az időszakban ismerkedtem meg az alapelvekkel és a módszerekkel. A SAILS projektben (Csapó, Csíkos és Korom, 2016) már a kezdetektől részt vettem, így vált számomra a kutatási készségek fejlesztése az értékeléssel együtt teljessé. A SAILS projekt keretében két tanulási egységet (unitot) – A szabadon eső tojás ütközésének vizsgálata különböző minőségű talajok esetén és a Talaj humusz és nedvességtartalmának meghatározása – fejlesztettem, valamint a tanítványaimmal együtt kipróbáltam a külföldi partnerek tanulási egységei közül kettőt (Floating orange és Black tide oil). A tojások ütközését vizsgáló feladatomat (Collision of an egg) több külföldi partner is kipróbálta, az eredményekről esettanulmányok készültek (Finlayson, McLoughlin, Coyle, McCabe, Lovatt és van Kampen, 2015).

ASAILS hazai tanárképzésében és tanártovábbképzésében oktatóként segítettem a tanárjelölteknek, kollégáknak megismerkedni azokkal a módszerekkel, melyeket a gyakorlatban alkalmazva szervezhetővé, követhetővé és értékelhetővé válnak a kutatásalapú feladatok még akkor is, ha a foglalkozáson előkerülő probléma strukturálatlan. A tanulmány első részében bemutatom, hogy a projekt hogyan változtatta meg a tanításról alkotott elképzeléseimet, majd a második részben A szabadon eső tojás ütközése tanulási egységen keresztül tekintem át az értékelési stratégia változását a saját tapasztalataim és a partnerek esettanulmányainak függvényében.

Hogyan valósult meg a SAILS célja?

A projekt végén, a tapasztalataim összegzésekor átgondoltam, mi volt a projekt célja, és hogyan valósult meg számomra.

„A SAILS célja azon túl, hogy a tanárok képesek legyenek a természettudományok tanítása során a kutatásalapú tanítás módszereit alkalmazni, felkészültek legyenek diákjaik értékelésére is a kutatásalapú tanítás, tanulás során. A SAILS célja, hogy

segítse a tanárokat értékelési stratégiáik, módszereik fejlesztésében, és támogassa őket azoknak a fontos kutatási készségeknek az értékelésében, amelyeket nehéz megragadni a hagyományos vizsgáztatás feltételei mellett.”

Az önértékelés során arra a következtetésre jutottam, hogy ezeket a célokat akkor lehet megvalósítani, ha változik a tanár attitűdje, szemléletmódja, és fejlődnek a megvalósításhoz szükséges készségei is. A saját tanítási gyakorlatomban módszereket, eszközöket kerestem a napi iskolai tevékenységek sikerének növelése érdekében. Az a cél lebegett a szemem előtt, hogy diákjaim izgalmas, mindenki számára sikeres foglalkozások során sajátítsák el a tananyagot. A módszertani fejlődésre irányuló törekvéseim akkor vezettek eredményre, amikor a szemléletem több szempontból is megváltozott, és tudatosultak számomra a következők:

- A tananyag kulcsfogalmainak megismerése, alkalmazása, szintézise nem csak a saját elképzeléseim szerint történhet, a diákoknak célszerű nagyobb teret hagyni.
- A diákok kutatási készségeinek fejlesztése felől is megközelíthető a természettudományos tananyag kulcsfogalmainak megértése, alkalmazása.
- A pedagógus feladata az, hogy megteremtse azokat a körülményeket, kereteket, melyek lehetővé teszik a diák számára a saját szintjén történő kutatást, tanulást.
- A diák és a szülő számára fontos, hogy tudja, mi miért történik az órákon, foglalkozásokon.
- Az értékelés szerves része a kutatási készségek fejlesztésének.

A szemléletváltást követően a tanári készségeimnek, képességeimnek is fejlődniük kellett. Az első kutatásalapú foglalkozások elemzése során szembesültem azzal, hogy mennyire vagyok nyitott és fogékony az új és eltérő nézőpontok iránt. Számos kérdést igyekeztem magam számára elemezni, megválaszolni: Hogyan tudok különböző nézőpontokat tisztázó, jobb megoldáshoz vezető lényegi kérdéseket feltenni? Hogyan tudom az információkat rendszerezni, elemezni és összegezni a problémamegoldás és a válaszok megtalálása érdekében? Mennyire vagyok rugalmas és kompromisszumkész? Milyen szintű a kommunikációm, lényegkiemelésem? Hogyan tudok alkalmazkodni a különböző szerepekhez?

Tapasztalataim alapján bármely életkorban fejleszthetőek a kutatásalapú tanulás facilitálásához szükséges tanári készségek, de fel kell készülni arra, hogy a kereteket, az értékelés formáját, eszközeit a saját készség szintünknek megfelelően válasszuk meg, különben kudarcnak éljük meg a kutatásalapú módszerek használatát. A kutatásalapú

A szemléletváltást követően a tanári készségeimnek, képességeimnek is fejlődniük kellett. Az első kutatásalapú foglalkozások elemzése során szembesültem azzal, hogy mennyire vagyok nyitott és fogékony az új és eltérő nézőpontok iránt. Számos kérdést igyekeztem magam számára elemezni, megválaszolni: Hogyan tudok különböző nézőpontokat tisztázó, jobb megoldáshoz vezető lényegi kérdéseket feltenni? Hogyan tudom az információkat rendszerezni, elemezni és összegezni a problémamegoldás és a válaszok megtalálása érdekében? Mennyire vagyok rugalmas és kompromisszumkész? Milyen szintű a kommunikációm, lényegkiemelésem? Hogyan tudok alkalmazkodni a különböző szerepekhez?

tanítást segítő keretrendszer akkor jó, ha több szinten, sokféle eszközt ad a tanárok kezébe, s megadja annak a lehetőségét, hogy a tanár maga válassza ki a számára megfelelő eszközöket. A SAILS projekt során sokféle tanár sokféle eszközt hozott létre a megadott keretrendszerben.

Mely kutatási készségeket, hogyan lehet értékelni a kutatásalapú tanulás során?

A kutatásalapú tanulás alkalmazásakor fokozatosan tértem át a strukturált feladatokról a nyílt végű, strukturálatlan feladatokra. *A szabadon eső tojás ütközésének vizsgálata* kutatási feladat (1. ábra) célja eredetileg az volt, hogy a diákok a megadott eszközök segítségével tervezzenek kísérletet annak vizsgálatára, hogy milyen tényezők befolyásolják a testre ható erőt az ütközés során. A feladat akkor alkalmazható, amikor a diákok már tanultak a szabadesésről, ismerik a lendület, az erő fogalmát, a lendületváltozás és az erő közötti összefüggést.

A kutatási készségek jobb megfigyelése érdekében több lépésre bontottam a feladat végrehajtását. Az első lépésben a változók felismerése, azonosítása került a középpontba. A diákok négyfős csoportokban gyűjtötték össze azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják az ütközés során a tojásra ható erőket. Ezt követően kísérletet terveztek az ütközés során a tojásra ható erő vizsgálatára. Ebben a fázisban azt figyeltem meg, hogy a csoportok hogyan kezelik a változókat, hogyan ismerik fel a változók közötti összefüggéseket. A harmadik lépésben a diákok kis csoportokban végrehajtották a kísérleteket és rögzítették a tapasztalatokat. Arra törekedtem, hogy megfigyeljem a kísérlet kivitelezését, a változók kezelését és a tapasztalatok rögzítését. Az eredeti feladat negyedik lépésében a csoportok kísérletet terveztek arra, hogy az iskola második emeleti folyosójáról hogyan lehet egy tojást sértetlenül ledobni az alagsorba 15 m magasságból. Arra gondoltam, hogy a megfigyeléseiket felhasználva tervezik meg a kísérletet. A későbbiekben átalakítottam a feladatot, mert a változókat nem akartam azzal is bővíteni, hogy a diákok a tojás köré különböző anyagokat rakjanak. A SAILS projektben használt, a partnerek által kipróbált tanulási egység feladatlapját már úgy alakítottam ki, hogy a kutató kérdésben az egyik változó a magasság legyen.

A tanulási egység tervezése és megvalósítása során az értékelő táblázat (rubrikák) lehetőséget ad arra, hogy a lehető legtöbb kutatási készség megfigyelhetővé és értékelhetővé váljon a foglalkozások során. A külföldi kollégák javaslatait figyelembe véve dolgoztam ki egy háromszintű rendszert minden, a foglalkozás során fejleszteni és értékelni kívánt kutatási készségre (1. táblázat).



MILYEN TÉNYEZŐK BEFOLYÁSOLJÁK AZ ÜTKÖZÉS SORÁN A TESTRE HATÓ ERŐT?



A mindennapi életünkben fontos a biztonságos közlekedés. A különböző járművekkel történő utazás során az ember testi épségének védelme elsődleges a közlekedésbiztonságban.

A védelmet biztosító eszközök kifejlesztéséhez ismerni kell az ütközés során a testre ható erőt befolyásoló tényezőket.

Az ütközés során fellépő kölcsönhatás tanulmányozásához a szabadon eső tojás földet érésének a vizsgálatát javasoljuk.

I. Milyen tényezők és hogyan befolyásolják a tojás biztonságos földet érését?

1. Gyűjtsd össze társaidd segítségével azokat a **tényezőket**, amelyek befolyásolják az **ütközéskor** a tojásra ható erőt!
2. **Tervezzetek** 3-4 fős csoportokban kísérletet a különböző tényezők vizsgálatára! A vizsgálathoz rendelkezésre álló eszközök, anyagok: tálca, rongy, vödör, mélyebb tál, mérőszalag, vonalzó, stopper, egy doboz tojás, digitális mérleg, víz, gríz, liszt, kavicsos homok, lufi.

Egyeztess a tanároddal, ha a kísérlet során szükséged lenne egyéb eszközre, anyagra!

A tervezés során ne felejtse el a különböző *változókat* azonosítani: a *független változót* (amelyik változik), a *függő változót* (amelyiket megfigyelsz, vagy mérsz) és az *állandónak választott változót* (amelyiket a megfigyelés során állandónak választasz).

- 2.1. Mielőtt a csoport nekifog a kísérletezésnek, egyeztessen a tanárral!
- 2.2. Készítsetek tervet a kivitelezéshez és írásban rögzítsétek a várt eredményeket!
- 2.3. Hajtsátok végre a kísérletet és rögzítsétek a mért adatokat és a megfigyelést!

II. Milyen magasról lehet egy vödör lisztbe leejteni egy tojást, hogy ne törjön össze?

- 3.1. Az előző kísérleti tapasztalataitok alapján becsüljétek meg, hogy milyen magasról lehet törés nélkül egy tojást leejteni egy vödör lisztbe!
- 3.2. Hasonlítsátok össze a csoportok feltevéseit! Válasszátok ki azt, amelyik szerintetek a legvalószínűbb!
- 3.3. Végezzétek el a kísérletet!
4. Beszéljétek meg a csoportban, hogy milyen kapcsolat van a vizsgálati tapasztalatok és a közlekedésbiztonsági eszközök, berendezések között!

1. ábra. A szabadon eső tojás ütközésének vizsgálata kutatási feladat

1. táblázat. Értékelő táblázat (rubrikák) a szabadon eső tojás ütközésének vizsgálata tanulási egységhez

Kutatási készség	1. szint	2. szint	3. szint
Kérdésfelvetés	A tanuló nem ismeri fel a kérdés és a kísérlet közötti kapcsolatot, nem segíti a munkáját a kérdés.	A tanuló felismeri a kérdés és a kísérlet közötti kapcsolatot, de nem segíti a munkáját a kérdés.	A tanuló felismeri a kérdés és a kísérlet közötti kapcsolatot, a munkájába szisztematikusan beépíti a válaszokat.
Hipotézisalkotás	A tanuló megfogalmazza a feltevését, de nem képes magyarázatot adni a hipotézisére.	A tanuló megfogalmazza a feltevését, s képes segítséggel magyarázatot adni rá.	A tanuló megfogalmazza a hipotézisét, s tudományos magyarázattal alá is támasztja azt.
Kísérlet tervezése	A tanuló javaslatot tesz a jelenség vizsgálatára, de nem látja részleteiben azt.	A tanuló javaslatot tesz a jelenség vizsgálatára, részleteiben is látja a folyamatot, de önállóan nem képes annak átgondolására.	A tanuló képes megtervezni a kísérletet, a tervezés során képes azonosítani a függő és a független változókat. Felismeri az összefüggéseket a változók között. Azonosítani tudja a törvényszerűségeket.
Kísérlet kivitelezése	A tanuló tanári irányítással, konzultációval képes a vizsgálat kivitelezésére. A megfigyeléseit szórva nyomon leírja, felvázolja.	A tanuló képes a vizsgálat kivitelezésére, időnként segítségre szorul. Megfigyeléseit írásban, ábrával rögzíti, a dokumentációja hiányos, helyenként pontatlan.	A tanuló önállóan vagy csoportban képes a vizsgálat kivitelezésére. A megfigyeléseit pontosan rögzíti írásban, rajzos ábrákkal. A dokumentációja pontos.
Következtetések a vizsgálati eredményekből	A tanuló képes a vizsgálat bemutatására, következtetések megállapítására. A következtetés során a vizsgálati eredményből csak keveset használ. A hipotézis és a vizsgálat eredményét képes összehasonlítani.	A tanuló következtetései a vizsgálati eredményeken alapulnak. A hipotézist és a vizsgálat eredményét képes összehasonlítani.	A tanuló következtetései a vizsgálati eredményeken alapulnak. A hipotézist és a vizsgálat eredményét képes összehasonlítani. A vizsgálati eredmények okát képes feltárni.
A kísérlet értékelése	A tanuló felismeri a lehetséges hibaforrásokat. Képes az eredményeinek valóságtartalmát megvizsgálni.	A tanuló felismeri a lehetséges hibaforrásokat. Képes az eredményeinek valóságtartalmát megvizsgálni. Beazonosítja a hibát.	A tanuló képes az eredményeinek valóságtartalmát megvizsgálni, összehasonlítani más eredményekkel. Felismeri a hibaforrásokat, s azok hatását a vizsgálati eredményekre.

A tanulási egység tanórai kipróbálása során a csoportok munkájának szervezése, a segítő kérdések megfogalmazása elvonta a figyelmemet az értékelő táblázatról. A foglalkozás után átnézve az órai dokumentációt és a diákok munkáját arra a következtetésre jutottam, hogy az általam kidolgozott háromszintű értékelési skála nagyon általános, és túl sok készséget szeretne egyszerre értékelni. Előnye viszont, hogy keretet ad az értékeléshez, a foglalkozás után segíti egy-egy csoport, diák munkájának értékelő összegzését. Bár a táblázat egyéni munka értékelésére készült, a diákok csoportban dolgoztak, s így inkább a csoportok tagjainak együttes formatív értékelésére alkalmaztam.

A foglalkozás során a diákok készség szintjét a segítő kérdéseim és az írásbeli munkáik alapján próbáltam azonosítani. Tapasztalataimat esettanulmányban rögzítettem, melynek

egy részlete a 2. ábrán látható. Az értékelés fejlesztésében segítségemre volt, hogy felvétel készült az óráról. Fontos tapasztalat volt számomra, hogy az órán nem lehet egyszerre minden szempont szerint értékelni a diákokat. Érdemes kiválasztani az értékelési terv elkészítése során azt a két-három szempontot, amelyre a formatív értékelés koncentrálni.

A diákok hipotézisalkotása főleg a 15 m magasból leejtett tojás épségben maradására vonatkozott. A hat csoportból két csoport használta fel az előzetes megfigyelés eredményét. A változók azonosítása, a független és a függő változók kiválasztása az előismertek alapján minden csoportban megtörtént (2. ábra).

Megfigyelés:

1. csoport

Tanár: „Hogyan tudod állandónak tartani a tojás sebességét?”

Diák: „Mindig ugyanonnan ejtem le.”

A csoport bemutatja a tervet:

„Megnézzük, hogy különböző anyagokra hogyan reagál a tojás, és azonos magasságból fogjuk dobni.”

Következtetés: A diákok deduktív gondolkodással a már meglévő információból összegezték. A változók azonosításával kiválasztották a függő és a független változókat, s alkalmazták a szabályfelismerést.

Második lépésben kis csoportban terveztek a tanulók egy kísérletet, melynek segítségével megvizsgálták az ütközés során a tojásra ható erőt.

Kutatási készségek: változók kezelése, összefüggések felismerése, hipotézis alkotása

Segítő kérdések: Melyik változó tartható állandónak a megfigyelés során? Hogyan lehet összefüggést megállapítani a változók között? Hogyan lehet változtatni egy test lendületét? Mitől függ a földet érés sebessége? Hogyan befolyásolja az ütközést a tojás ejtési magassága? Milyen változót lehet a talaj minőségével változtatni?

Megfigyelés:

4. csoport

Diák bemutatja a tervet a tanárnak:

„A tojást 50 cm-ről, 1 m-ről és 2 m-ről ejtjük le. A kérdések segítségével megvizsgáljuk, hogy milyen összefüggések vannak a különböző magasságok közt, illetve hogy milyen anyagra ejtjük. Felírtuk, hogy milyen erők hatnak a tojásra: gravitáció, súlyerő, légellenállás és a talaj által kifejtett ellenerő.”

Következtetés, értékelés: A diákok felismerték a változók közötti kapcsolatot, kiválasztották a függő és a független változókat. A magasságok megállapításánál nem rendelkeztek hipotézissel, nem tudták indokolni a magassági adatokat. A kísérlet tervezése során a tanult szabályszerűség felismerésére és összefüggések megállapítására törekedtek.

2. ábra. Esettanulmány részlete a szabadon eső tojás ütközésének vizsgálatáról

Fakultációs foglalkozás keretében a fizika iránt komolyabban érdeklődő diákokkal is kipróbáltam ezt a feladatot. A megfigyelést mérésekkel és számításokkal egészítettük ki, megbecsültük az ütközés során a tojásra ható erőt. Több problémával is szembesültünk, például azzal, hogy az ütközés idejének a mérése egyszerű eszközökkel nem kivitelezhető. A diákok a GoPro kamera használatát javasolták, mert arról is szerettek volna meggyőződni, hogy a 15 m-ről a vízbe érkező tojás a víz felszínén vagy a vödör alján törik-e össze. Nem sikerült pontos méréseket végezni még a kamera segítségével sem, de arról meggyőződhetek, hogy a tojás a vízbe éréskor törik össze. A diákok szembesültek azzal, hogy miért fontos a mérési hibák azonosítása, a mérési hibahatár beépítése a kutatásba, s mire használható a GoPro kamera. Ennél a csoportnál már nem tudtam alkalmazni az eredeti értékelőlapot, a 3. szintet kellett volna finomítani.

Hogyan alakítható út az értékelés a partnerek és a saját tapasztalataim alapján?

A partnerek közül egy dán kolléga 13 éves diákokkal, két angol kolléga 12–13 és 11–12 éves diákokkal próbálta ki a tanulási egységet. Esettanulmányaikból kiderül, hogy különböző módokon szervezték meg a diákok munkáját, egyedül a dán kolléga követte pontosan az eredeti tanulási egység útmutatásait. Két tanulócsoporthoz nem volt kutatási tapasztalata, míg egy csoport gyakorlottabbnak bizonyult. A javaslatnak megfelelően három kutatási készség értékelésére fordítottak figyelmet a kollégák. A kísérlettervezés, a hipotézisalkotás és az együttműködés a csoportban kutatási készségek kerültek fókuszba. Az egyik angol csoport önértékeléshez használta az értékelő sablont.

A háromfokozatú skála nem bizonyult elegendőnek, az egyes tanulócsoporthoz más-más szintű megfogalmazást igényeltek. A külföldi kollégák és a saját tapasztalataim is megerősítettek abban, hogy az értékelő rubrikák átalakítása az adott tanulócsoporthoz, az értékelési célok szűkítése, a kitöltött tanulói feladatlapok, kutatási naplók részletes elemzése árnyaltabb, objektívebb értékelést biztosít.

A hipotézisalkotás értékeléséhez elegendő az a feladat, amely azt vizsgálja, hogy azonos magasságból három különböző anyaggal – például nedves homok, víz és liszt – megtöltött vödörbe ejtve mi történik a tojással. A hipotézisalkotás készségéhez tartozó szintek függenek a korosztálytól, a kutatásalapú tanulásbeli jártasságtól. Az általam tanított 12–13 éves diákok számára átalakított értékelő lapot a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat. A hipotézisalkotás értékelő lapja

<i>Segítő kérdések</i>	<i>1. szint</i>	<i>2. szint</i>	<i>3. szint</i>	<i>4. szint</i>
Mit gondolsz, mi fog történni? Miért következik be a jelenség? A tanultak alapján meg tudod magyarázni a hipotézised?	A tanuló bizonytalan a feltevése megfogalmazásában.	A tanuló megfogalmazza a feltevést, de még a saját tapasztalatai alapján sem képes indokolni azt.	A tanuló megfogalmazza a hipotézisét, s segítséggel képes indokolni azt a saját tapasztalatai alapján.	A tanuló megfogalmazza a hipotézisét, s tudományos magyarázattal alá is támasztja azt.

Az értékelési célok megfogalmazása, a diákok írásbeli munkájának adott szempont szerinti értékelése nemcsak a tanár szempontjai szerint működött, hanem a diákok önértékelését is lehetővé tette, s ez sikerélményt adott a diákoknak is. Az egyik angol kolléga által felvetett, a tojáséjtséssel kapcsolatos etikai probléma miatt sokkal megfontoltabban és ritkábban alkalmazom ezt a kutatási feladatot.

Hogyan alkalmazom a kutatásalapú tanulást és annak értékelését a tanítási gyakorlatomban?

A megváltozott tanítási attitűd, a diákok sikerélménye és érdeklődése arra ösztönöz, hogy a kutatásalapú tanulás minél több kulcsfogalom körbejárásánál alapvető eszköz legyen. A tanítási gyakorlatomban törekszem arra, hogy minél többször legyen alkalmuk a diákoknak hipotézist alkotni, kérdéseket feltenni az adott témával kapcsolatban.

A témahetek és a projektek kialakításánál a kutatási készségek fejlesztése kerül előtérbe. Egy nemzetközi projekt – Erasmus Gardening: Culture and science – keretében hét ország tanáraival és diákjaival együttműködve alkalmazzuk a kutatásalapú tanulást a különböző iskolai kertekben elültetett, azonos fajtájú magról fejlődő növények tanulmányozásához.

A formatív és a diagnosztikus értékelést is sokkal tudatosabban, értékelési terv készítésével alakítom ki, a tanulók előzetesen felmért szintjének megfelelően. A tanórán a diák és a készségfejlesztés kerül a középpontba, s a tananyag adja ehhez a keretet. Értékelési tapasztalataimat az iskolánk pedagógiai programjában szereplő, évente kétszer írandó szöveges értékelések fejlesztésébe is beépítem.

Irodalomjegyzék

Csapó Benő, Csikos Csaba és Korom Erzsébet (2016): Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban – a SAILS projekt. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz.3–16.

Csikos Csaba (2010): A PRIMAS projekt. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 4–12.

Finlayson, O., McLoughlin, E., Coyle, E., McCabe, D., Lovatt, J. és van Kampen, P. (2015, szerk.): *SAILS inquiry and assessment units*. Volume 2. 33–45.

Szélpál Szilveszter¹ – Kopasz Katalin²¹ Szegedi Tudományegyetem Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola² Szegedi Tudományegyetem Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola
Szegedi Tudományegyetem TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

A kutatásalapú tanulás alkalmazása a tehetséggyondozásban

A fizika tantárgy általános elutasítottága, a megtanulandó tananyag érthetlensége, a fejleszteni kívánt gondolkodás háttérbe szorulása hosszú évek óta ismert tények (Papp és Józsa, 2000; Csapó, 2002, 2004, 147–174. o.; Radnóti, 2002). Az régóta nem kérdés, hogy meg kell újítani a tantárgy tanítását, arról azonban megoszlanak a vélemények, hogy hogyan. Ezt az állítást támasztják alá a megszületett kerettantervek is. Holott a probléma gyökere talán nem is az, hogy mit tanítunk fizikából, hanem az, hogy hogyan, mekkora csoportlétszámmal dolgozva és mennyi idő alatt mekkora mennyiségű tananyagot szeretnénk a diákok fejébe tömni.

A fizikatanítás megújulásának egyik lehetősége a kutatásalapú tanulás (IBL) alkalmazása. Ez jelenthet olyan tanítási technikát, amely megengedi a tanulóknak, hogy maguk fedezzék fel a tudományos ismereteket (Nagy L.-né, 2010). A magyar természettudományos oktatástól nem idegen a felfedezettő tanítás, a tanulókísérleti órák régebben is lehetővé tették, hogy a diákok önállóan ismerjenek meg összefüggéseket, törvényszerűségeket. Amikor egy-egy kivételes alkalommal sikerül egy „normál” tantervű osztályban tanulói mérési gyakorlatot végezni, megtapasztalható, mennyire megváltozik a diákok viszonya a tantárgyhoz, és joggal tesz fel a kérdést: „Miért nem lehet minden órát így megtartani?”

A válasz sajnos nagyon lehangoló: már korábban, a kevésbé feszített tanterv, kisebb osztálylétszámok és a kísérletes tárgyakat tanító tanárok órakedvezménye mellett is nagyon nehezen volt megoldható, hogy lehessen ilyen órákat tartani, ma pedig szinte lehetetlen. Kivételt képeznek a speciális tantervű csoportok és az éppen aktuális projektekben részt vevő csoportok. Hogy mit tehetünk mégis? Tanulmányunkban az e téren végzett tevékenységeink tapasztalatait gyűjtöttük össze.

Kutatás a laborfoglalkozásokon

Fizikaórákon a kutatásalapú tanulásnak egy igen speciális módja jelenhet meg: az irányított kutatás. Ez a munkaforma nem idegen a hazai természettudományos oktatástól, sok rokon jegyet mutat a feladatlapok segítségével végzett tanulói mérőkísérletekkel. Ilyenek elvégzésére is nagyon kevés idő és lehetőség adódik a mai természettudományos oktatási gyakorlatban. Természetesen azért törekedni kell arra, hogy találjunk módot a megvalósítására.

Jó lehetőséget nyújt saját tanulóink és a partneriskolák számára a Szegedi Regionális Természettudományos Diáklaboratórium (SzeReTeD-labor), ahol kisebb csoportokban, korszerű körülmények között tudnak dolgozni a diákok. Egy-egy laboratóriumi foglalkozás megtartása sok szervezőmunkát igényel a partneriskolák pedagógusaitól, de a szerzett pozitív tapasztalatok megerősítik őket abban, hogy érdemes energiát fektetniük az előkészítésbe. A laborban feladatlappal támogatott, irányított kutatást végeznek a diákok. Azt, hogy ez mennyiben valósul meg, jelentős mértékben meghatározzák a diákok előismeretei, tapasztalatai. Azokban a csoportokban, ahol a foglalkozást vezető tanárok nagyobb szabadságot engednek a tanulói munkának, a diákok ötletei, kérdései gyakran olyan vonatkozásokat is felvetnek egy-egy téma feldolgozásánál, amire az adott tananyagegység készítői sem gondoltak.

A laborban tartott foglalkozásokon és szakkörökön is bebizonyosodott, hogy a kutatásalapú tanuláshoz hozzá kell szokniuk a diákoknak. Ugyanakkor az általános iskolás korosztály számára is elegendő néhány kísérletező, vizsgálódó óra ahhoz, hogy merjenek önállóan ötleteket megfogalmazni, hipotéziseket felállítani, majd önállóan elvégezni egyes kísérleteket. Hasonló jelenséget tapasztaltunk akkor is, amikor olyan középiskolás diákok vettek részt kutatásalapú foglalkozáson, akik előtte mérési gyakorlatokon csak részletesen előíró feladatsorral találkoztak. Ebben az esetben az önálló tervezés legnehezebb lépése az ötletek közötti céltudatos szelektálás volt.

A tanulói kutatások igen fontos és hasznos eleme a kérdésfeltevés. Különböző típusú és szintű tanári és tanulói kérdések segíthetik a kutatást, vizsgálódást (Veres, 2010). Amikor a tanulóknak kell kérdéseket megfogalmazniuk egy adott problémával kapcsolatban, akkor nem csak a problémán kell gondolkodniuk, a háttértudásukat és a szakmai nyelvet is alkalmazniuk kell. Egy-egy kérdés megfogalmazása (vagy a megfogalmazás sikertelensége) visszajelzést nyújt a tanárnak a szükséges előismeretek meglétéről is. Gyakori tapasztalat az is, hogy amikor megszületik a jól megfogalmazott tanulói kérdés, akkor már sikerül annyira átgondolni a problémát, hogy a kérdés feltevője megfogalmazza a választ is, vagy azt, hogyan lehetne választ kapni a kérdésre. A kérdésfeltevést ösztönző foglalkozások segíthetnek a természettudományos gondolkodás problémaelemző módszerének elsajátításában is.

Tanulói kutatómunka a tehetséggondozó szakkörökön

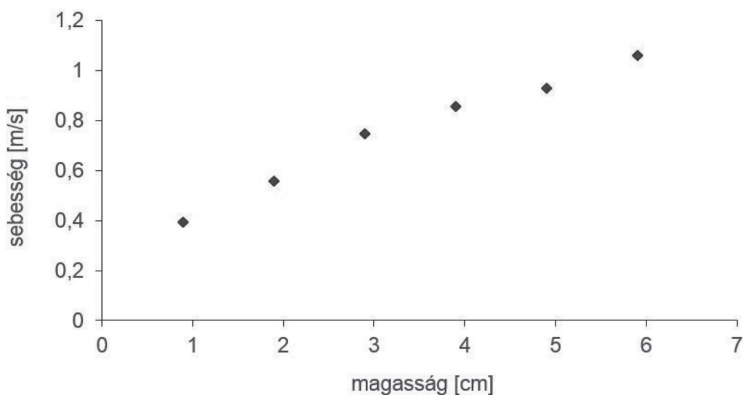
Tanítási gyakorlatunkban a kutatásalapú tanulás módszerét leginkább a tehetséggondozásban tudjuk alkalmazni. Az elmúlt években egyre több olyan pályázat jelent meg, amely nem egy konkrét feladat vagy feladatsor megoldását várja el az érdeklődő diákoktól, hanem önálló kutató- vagy fejlesztőmunkát. Ilyenek például a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Karának Kutatóiskola Pályázata, a Magyar Innovációs Szövetség tehetségkutató versenyei, a Kutató Diákok Mozgalma vagy a National Instruments cég pályázatai. Az ezeken a pályázatokon induló diákok motiváltak, valamilyen számukra teljesen új témában végeznek valódi kutatómunkát. Az SZTE Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola munkájában fontos szerepet kap a tehetséggondozásnak ez a módja is.

Iskolai gyakorlatunkban évek óta jelen van a számítógéppel (és okostelefonnal) segített fizikai mérések kutatása. Ezen az interdiszciplináris területen a diákok informatikai és fizikai ismereteiket egyaránt fejlesztik. Fontos megjegyezni, hogy bár ezen munka közben látszólag egyáltalán nem foglalkoznak a diákok az előírt tananyaggal, valójában folyamatosan előkerülnek a tantervekben előírt anyagrészek is, csak nem a megszokott sorrendben és kontextusban. A gyakorlatban szakköri foglalkozások keretében tudjuk támogatni a diákok kutatásait. Az akkor még SZTE Ságvári Endre Gyakorlógimnázium-

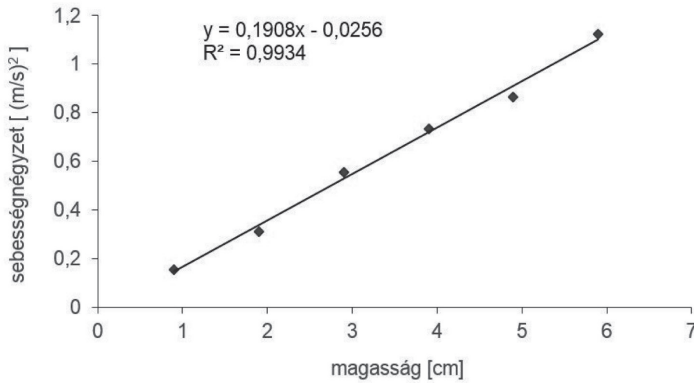
ban tettük meg az első lépéseket a számítógépes mérések saját fejlesztésű eszközeinek kifejlesztésében (Kopasz, Gingl, Makra és Papp, 2008; Kopasz, Makra és Gingl, 2011). Egyetemünk Zaj- és Nemlinearitás Kutatócsoportjával együttműködve készültek el azok a kísérleti eszközök, melyek lehetővé tették, hogy a szakköreinken részt vevő diákok számára elegendő számú mérőrendszert tudjunk biztosítani az önálló munkához.¹ A 2009–2010-es tanév volt az első, amikor virtuális mérés technika szakkört tartottunk a gimnáziumban.

Az első időszak ezeken a foglalkozásokon azzal telik el, hogy megismertetjük a diákokkal a számítógépes mérések fizikai alapjait. Fontos, hogy tudatosan tudják használni az eszközöket, tisztában legyenek lehetőségeikkel és korlátaikkal. Az egyes kísérletekhez kapcsolódó mérések és az adatok feldolgozása során a diákok az egyetemi kutatócsoport által készített mérőprogramon túl táblázatkezelő és grafikonkészítő programot is használnak, így fejlődik az informatikai tudás alkalmazása is.

A számítógépes mérőprogramhoz illesztett szenzorok megismerésével párhuzamosan kísérleteket tervezhetnek és végezhetnek a diákok. Az egyes szenzorok megismerése után valójában olyan méréseket végeznek el, amelyek kapcsolódnak a középiskolai fizika tananyagához, csak általában nem abban a sorrendben és nem abban a tanévben, amikor a tantervek előírják az adott fejezet tárgyalását. A tanulói kreativitás egyik legszebb példája volt, amikor olyan kilencedikes diákoknak adtuk a kezébe a matematikai ingát, akik nem tanultak még a mozgásáról, nem voltak még „megfertözve” a periodikus mozgás, periódusidő fogalmakkal. Nekik az jutott eszükbe, hogy ha meg tudják határozni, milyen magasról indítják az ingát, és az alsó ponton egy fotokapu segítségével mérni lehet az ingatest sebességét is, akkor igazolni tudják a lendületmegmaradás törvényét. Mivel a két mért mennyiség egymással nem egyenes, hanem négyzetes arányban áll, még a linearizálást is elvégezték, hogy sejtésüket pontosabban támasszák alá (1. és 2. ábra).



1. ábra. Tanulói mérés eredménye: matematikai inga ingatestének sebessége a pálya legalsó pontján az indítási magasság függvényében

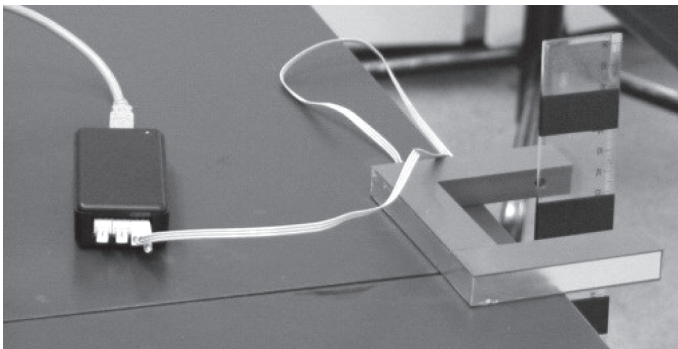


2. ábra. Tanulói mérés eredménye: matematikai inga ingatestének sebessége a pálya legalsó pontján az indítási magasság függvényében: a megsejtett összefüggés igazolásához végzett linearizálás eredménye

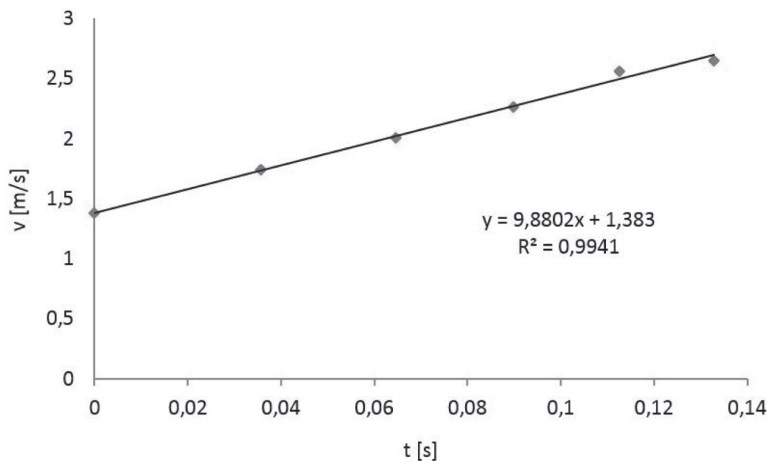
A mérési eredményekkel a diákok a közoktatásban teljesen szokatlan módon igazolták a mechanikai energia megmaradásának törvényét. Habár nem a szokásos úton és nem a szokásos eszközökkel, de eljutottak egy olyan fizikai törvény ismeretéhez és igazolásához, ami egyébként szerepel a tantervekben.

A szabadesés gyorsulásának vizsgálata azért érdekes, mert a hétköznapi tapasztalatokkal ellentéző az az eredmény, hogy a tárgyak azonos sebességgel esnek, ha csak a nehézségi erő érvényesül. (A hétköznapiokban ugyanis a közegellenállás és a felhajtóerő állandóan jelen vannak, ha a légkörben ejtünk egy testet.) Ennek a látszólag egyszerű jelenségnek a vizsgálata bizony sok kérdést felvet, és minden évben felhívja a tanárok figyelmét arra, hogy milyen sok diáknak van a mai napig arisztotelészi világmépe (*Nahalka*, 2002; *Korom*, 2005).

Ha számítógépes méréssel vizsgáljuk a szabadon eső testek gyorsulását, akkor az első probléma az, hogy nagyon rövid időtartamot kell pontosan mérni. Ennek a kérdésnek a megoldására egy elterjedt megoldás az ejtőlétra alkalmazása, amelynek segítségével útszorzozást érhetünk el. Az egyszerűen elkészített eszközökkel a 3. ábrán látható módon maguk a diákok végezhetnek méréseket, majd rögzítették és feldolgozták az adatokat (4. ábra).



3. ábra. A nehézségi gyorsulás mérését lehetővé tevő eszközök: adatgyűjtő, fotokapu és ejtőlétra



4. ábra. Nehézségi gyorsulás mérése fotokapuvál; az adatfeldolgozás táblázatkezelő programmal történt (Mayer Jakab mérése)

A tanulói mérés és adatfeldolgozás eredményeként a nehézségi gyorsulás értéke $9,88 \text{ m/s}^2$ -nek adódott. A 0,7 százalékos relatív hiba soknak tűnhet, de a tanulói mérések gyakorlatában kiemelkedően jónak számít. Ugyanakkor a szabadesés gyorsulásának vizsgálata különösen ráirányította a diákok figyelmét arra, milyen fontos szerepe van a mérőrendszer mintavételezési gyakoriságának a mérések pontosságában.

Következő projektként így különösen érdekes volt a számítógépek hangkártyáját alkalmazó mérésekkel foglalkozni (Gingl és Kopasz, 2011). Ebben az esetben a másodpercenkénti mérések száma 44 100-ra növekedett az előzőekben alkalmazott mérőrendszer 1000Hz-es mintavételi frekvenciájával szemben. Laikus felhasználó számára mindkét mérési gyakoriság nagyon magasnak tűnhet, de sok olyan egyszerű jelenség van körülöttünk, amelyek tanulmányozásában jelentősen eltérő eredményeket kaphatunk a kétféle mérési elrendezéssel. A szabadesés gyorsulását például anélkül mérhettük az előző mérési elrendezéssel, hogy foglalkozni kellett volna a környezet befolyásoló hatásával, csupán alkalmas testet kellett használnunk. A megnövekedett mintavételi frekvenciával azonban már olyan eredményeket kaptunk, amelyek nem magyarázhatóak nagyon egyszerűen.

Azonos térfogatú, különböző tömegű golyókat ejtve vizsgáltuk az esési időket (5. ábra). Az egyik test egy vasgolyó volt, a másik pedig egy olyan pingponglabda, melybe egy gombostűfejet rögzítettünk, ami lehetővé tette, hogy elektromágnes segítségével indítsuk el a golyókat.

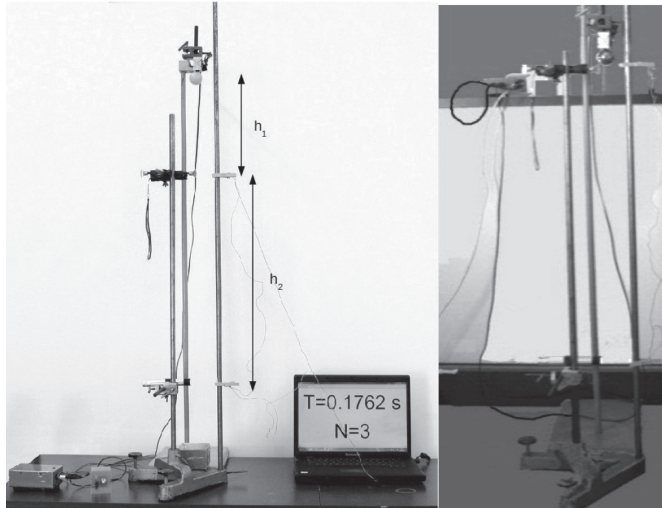
Szabadon eső golyók esetében, ha figyelembe vesszük a közegellenállást és a felhajtóerőt, akkor az egyes eső testek gyorsulása már függ a tömegüktől és a sebességüktől is. (A sebesség nagyságától függően vagy az

$$a = g - \frac{\rho_{lev} \cdot V \cdot g}{m} - \frac{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r}{m} \cdot v, \text{ vagy az}$$

$$a = g - \frac{\rho_{lev} \cdot V \cdot g}{m} - \frac{c_{lev} \cdot A \cdot \rho_{lev} \cdot v^2}{2 \cdot m}$$

összefüggés lesz igaz.)

Az eltérő gyorsulás miatt az esés ideje függ attól, hogy milyen tömegű az eső test. Mindkét esetben azt várjuk tehát, hogy azonos térfogatú, különböző tömegű testek közül a nagyobb tömegű rövidebb idő alatt esik le. Ezt a tényt az iskolások eddig nagy magasságokból ejtett testek mozgásának mérésével tudták vizsgálni.



5. ábra. Mérési elrendezés szabadesés kísérleti vizsgálatához. A második elrendezésben az első fotokapu közvetlenül a felfüggesztett golyó alatt helyezkedik el

Nagyon gyors mintavételezésű eszközünkkel azonban olyan elrendezést is alkalmazhatunk, ahol az első fotokapu közvetlenül az elektromágnesen függő golyó alatt található, és mindkét golyó 71,7cm-t tett meg. Ez az elrendezés segít a diákoknak a probléma elemzésében, hiszen ekkor használhatjuk a kezdősebesség nélküli szabadesésre felírható formulákat, ami a közegellenállás és a felhajtóerő figyelembe vétele esetén jelentős könnyebbséget jelent. A vasgolyó esési ideje 0,3040s (szórása 0,0001s) volt az adott magasságon, míg a pingponglabda 0,3135s (szórása 0,0015s) alatt tette meg ugyanazt az utat. Ebből látható, hogy valóban tantermi körülmények között is kimérhető az esési idők különbsége.

A szabadesés jelenségének kétféle mérési elrendezése eltérő eredményt adott. Ez felhívja a figyelmünket arra a körülményre is, hogy miért is „tarthatnak” a kollégák a mérőkísérletek alkalmazásától. Sokszor előfordul, hogy kísérleteink során többet vagy épp kevesebbet látunk a valóságnak abból a szeletéből, amit éppen modellezni akarunk. Mindkét esetben meg kell tudni magyarázni a tapasztaltakat. Ha diákjaink maguk soha nem végeznek méréseket, az az elvárás alakul ki bennük, hogy a kísérleteknek mindig sikerülniük kell, és a tanár hibájának látják, ha egy jelenség bemutatása valamiért nem lett tökéletes. Azok a tanulók azonban, akik maguk is kísérleteznek, vagy akár kutatnak, nem csak azt tanulják meg, hogy egy-egy kísérlet időként lehet sikertelen vagy kevésbé sikeres, hanem azt is megszokják, hogy minden mérés eredményét meg kell próbálni megmagyarázni, meg kell érteni, miért azt az eredményt kaptuk, amit.

A számítógéppel végzett tanulói mérések még egy fontos tényre rávilágítanak: a természettudományos megismerés során modellek segítségével magyarázzuk a körülöttünk lévő világot. Először egészen egyszerű (vagy annak tűnő) jelenségeket vizsgálunk, majd egyre összetettebb modelleket alkalmazunk. Amikor számítógéppel végzünk nagyon pontos méréseket, sokszor előfordul, hogy szembesülni kell azzal, hogy az eredmények

értelmezéséhez szükség van a műszerek működésének pontos megértésére, vagy arra, hogy eszünkbe jusson, hogy egy termisztorral végzett, egyszerű hőtani mérést is komolyan befolyásolhat egy kis huzat a teremben.

Amikor a diák önálló kutatómunkát végez

A tehetséggondozó szakkörök akkor érik el igazán a hatásukat, ha a részt vevő diákokban feléled a további munka iránti igény. Erre kiváló példa gimnáziumunk tanulója, Király Móric, aki egy tanévig vett részt virtuális mérés technika szakkörön, majd a következő tanévben már önállóan pályázott egy tanulói programozó versenyen, ahol gyakorlati problémát kellett megoldania. A National Instruments myDAQ Pályázatán 2014-ben országos második helyezést ért el az épületen belüli gyalogosforgalom mérési megoldásával. Munkájában a szakkörön megszerzett készségeit és ismereteit kamatoztatta, és segítséget kapott az SZTE Műszaki Informatika Tanszékétől is. A pályamunka tulajdonképpen a fizikatanításban sokszor előkerülő fotokapu egy nagyon speciális megvalósítása volt, kreatív szenzor-alkalmazással és programozói megoldásokkal. Király Móric a projekttel a következő tanévben a 24. Ifjúsági Tudományos és Innovációs Tehetségkutató Verseny második fordulójába jutott.

Ebben a tanévben olyan diákok munkáját is mentorálhatjuk az iskolában, akik majdnem teljesen önállóan végzik kutatómunkájukat. Egy olyan pályázaton veszünk részt, amelyben meghatározott programozási nyelv segítségével kell szenzorokkal végzett fizikai kísérleteket végezni. A programnyelv alapjainak megismertetése után a tanulók önállóan sajátították el az összetett feladatok elvégzéséhez szükséges programozói ismereteket, és készítették célprogramokat egyes fizikai jelenségek vizsgálatához, mint például a folyadék fényáteresztő képességének mérése a rétegvastagság függvényében, vagy egy rugóra függesztett test rezgésidőjének vizsgálata.

A kutatásalapú tanulás alkalmazásának egyik legfőbb feltétele, hogy tanárként a diákjainkat partnerként tudjuk kezelni. Feladatlappal végzett munka esetén többnyire megmarad a tanár irányító szerepe, de itt is fontos az, hogy tudjon bízni a diákokban: ténylegesen a feladatot fogják elvégezni, és nem tesznek kárt egymásban vagy magukban. A kölcsönös bizalmi légkör kialakításának mindenképpen meg kell előznie a tanulói kísérleti munkát. Tanárként meg kell tanulni türelmesen kérdezni, akár a kérdésre is kérdéssel válaszolni, úgy rávezetni a diákokat a helyes megoldásra, hogy ne vegyünk el tőlük a felfedezés örömét – nem pedig azonnal megadni a válaszokat. Amikor szakköri munkában vagy önálló kutatásban támogatjuk a diákokat, teljesen át kell tudni adni az irányítást a diákoknak: ők határozzák meg, mit és milyen módszerekkel vizsgálunk. Tanárként tudni kell a háttérben maradni, de folyamatosan figyelni, támogatni, és csak akkor nyújtani segítséget, ha szükség van rá.

Összegzés

Tapasztalataink szerint a kutatásalapú módszer alkalmazása akkor lehet hatékony, ha kisebb létszámú csoportokban lehet dolgozni a tanulókkal. Ebben az esetben bármely tudásszint és korosztály esetén lehet találni olyan feladatokat, amelyek alkalmasak a tanulók érdeklődésének felkeltésére, és a tantárgyi attitűd javítása mellett tárgyalhatjuk az adott tananyagot. Azok a diákok, akiknek valóban sikerül felkelteni az érdeklődését, később önálló kutatásokat végeznek, és számukra a pályaválasztást is meghatározó élménnyé válhat egy-egy ilyen kutatómunka elvégzése.

A kutatásalapú tanulás alkalmazásának egyik legfőbb feltétele, hogy tanárként a diákjainkat partnerként tudjuk kezelni. Feladatlappal végzett munka esetén többnyire megmarad a tanár irányító szerepe, de itt is fontos az, hogy tudjon bízni a diákokban: ténylegesen a feladatot fogják elvégezni, és nem tesznek kárt egymásban vagy magukban. A kölcsönös bizalmi légkör kialakításának mindenképpen meg kell előznie a tanuló kísérleti munkát. Tanárként meg kell tanulni türelmesen kérdezni, akár a kérdésre is kérdéssel válaszolni, úgy rávezetni a diákokat a helyes megoldásra, hogy ne vegyük el tőlük a felfedezés örömet – nem pedig azonnal megadni a válaszokat. Amikor szakköri munkában vagy önálló kutatásban támogatjuk a diákokat, teljesen át kell tudni adni az irányítást a diákoknak: ők határozzák meg, mit és milyen módszerekkel vizsgálunk. Tanárként tudni kell a háttérben maradni, de folyamatosan figyelni, támogatni, és csak akkor nyújtani segítséget, ha szükség van rá.

Irodalomjegyzék

- Csapó Benő (2002): Az iskolai tudás felszíni rétegei: mit tükröznek az osztályzatok? In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 45–90.
- Csapó Benő (2004): Tudás és iskola. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 147–174.
- Gingl, Z. és Kopasz, K. (2011): High-resolution stopwatch for cents. *Physics Education*, **46**. 4. sz. 430–432. DOI: [10.1088/0031-9120/46/4/009](https://doi.org/10.1088/0031-9120/46/4/009)
- Kopasz Katalin, Gingl Zoltán, Makra Péter és Papp Katalin (2008): A virtuális mérés technika kísérleti lehetőségei a közoktatásban. *Fizikai Szemle*, **58**. 7–8. sz. 267–271.
- Kopasz, K., Makra, P. és Gingl, Z. (2011): Edaq530: a transparent open-end and open-source measurement solution in natural science education. *European Journal of Physics*, **32**. 2. sz. 491–504. DOI: [10.1088/0143-0807/32/2/020](https://doi.org/10.1088/0143-0807/32/2/020)
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 31–51.
- Nahalka István (2002): A gyermektudomány elemei a fizikában. In: Radnóti Katalin és Nahalka István (szerk.): *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Papp Katalin és Józsa Krisztián (2000): Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok? *Fizikai Szemle*, **50**. 2. sz. 61–67.
- Radnóti Katalin (2002): A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai. *Új Pedagógiai Szemle*, **52**. 5. sz. 38–49.
- Veres Gábor (2010): Kutatásalapú tanulás – a feladatok tükrében. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 61–77.

Jegyzet

¹ www.inf.u-szeged.hu/noise/edudev

**Korom Erzsébet¹ – Pásztor Attila² –
Gyenes Tamás³ – B. Németh Mária²**

¹ Szegedi Tudományegyetem Oktatásmélettani Tanszék

² MTA-SZTE Képességfejlesztési Kutatócsoport

³ Szegedi Tudományegyetem TTK fizikatanár–matematikatanár MSc szak, hallgató

Kutatási készségek online mérése a 8–11. évfolyamon

A SAILS projekt a kutatási készségek ('inquiry skills') értékelésekor elsősorban a tanórai tevékenységekre koncentrált, és a kutatási készségek formatív értékelésének módjait, lehetőségeit helyezte előtérbe. A hazai munkacsoport a formatív értékelés mellett a kutatási készségek diagnosztikus értékelési lehetőségeit is vizsgálta azokra a tapasztalatokra építve, amelyek a tudás- és képességvizsgálatok, valamint a számítógép-alapú mérések területén az SZTE Oktatásmélettani Kutatócsoport és az MTA-SZTE Képességfejlesztési Kutatócsoport munkái révén az elmúlt évtizedekben összegyűltek. Kidolgoztunk egy olyan természettudományos tesztet, amely számítógép-alapon működve méri négy kutatási készség (kutatási kérdés azonosítása, vizsgálatok tervezése, adatok értelmezése, következtetések levonása) fejlettségét. A tanulmányban a tesztfejlesztés tanulságait mutatjuk be egy gimnazisták körében 8–11. évfolyamon zajlott pilot mérés eredményeinek tükrében.

Bevezetés

A kutatási készségek fejlettségének diagnosztizálására irányuló kutatásunk közvetlen előzményének tekinthető, hogy elkészítettük és bemértük a SAILS projektben részt vevő török kutatócsoport által kidolgozott 20 ítemes, papíralapú teszt online változatát. Az öt készséget (kutatási kérdés, hipotézis és változók azonosítása, adatok közlése és értelmezése) vizsgáló, készségenként négy többszörös választásos feladatot tartalmazó tesztet (Yalaki, Cakmakci, Yahsi, Gümüs, Gürel, Yüksel és Ince, 2014) 6. és 8. évfolyamos tanulók körében próbáltuk ki három iskola négy osztályában (Korom, B. Németh és Pásztor, 2015). Az eredmények jelezték, hogy a 6. évfolyamon a teszt nem mér megbízhatóan, ebben az életkorban a diákok még nem ismernek olyan fogalmakat, mint például kutatási kérdés, hipotézis, változó. A 8. évfolyamosok is elsősorban azokban a feladatokban teljesítettek jól, amelyek szerves részét képezik a magyar természet-tudományos oktatásnak (pl. adatok értelmezése táblázatok, ábrák alapján).

A kutatás folytatásaként – felhasználva a hazai online felmérések tapasztalatait (Molnár és Csapó, 2013; Molnár, 2015) és a természettudományos tudás diagnosztikus értékelésére (Csapó és Szabó, 2012) és online mérésére (Csapó, Korom és Molnár, 2015) kidolgozott tartalmi keretet – saját teszt fejlesztésébe kezdtünk. Mivel hazánkban nincs hagyománya a kutatási készségek vizsgálatának, nem állnak rendelkezésre feladatok, mérési tapasztalatok, célunk egy olyan teszt kidolgozása volt, amely tartalmilag és for-

mailag változatos feladatokkal, számítógép-alapon működve fedi le a természettudományos vizsgálódás, kutatás legfontosabb elemeit. A tanulmányban a tesztfelkészítés tanulságait és a gimnazisták körében zajlott pilot mérés eredményeit összegezzük.

Elméleti háttér

A természettudományos gondolkodás a gondolkodás specifikus típusa, olyan értelmi folyamatok összessége, amelyek természettudományos témákkal, problémákkal való foglalkozás során, illetve a tudományos megismerő tevékenység különböző formái közben zajlanak (Kuhn, 2002; Dunbar és Fugelsang, 2005). A természettudományos gondolkodás részét képezi mindaz, amit Piaget (1964) formális műveleti gondolkodásnak vagy Lawson (1995) hipotetikus-deduktív gondolkodási mintázatoknak nevezett. A terület-általános gondolkodási képességek mellett a természettudományos gondolkodásban fontos szerepet játszanak a terület-specifikus tartalmi elemek is (Zimmerman, 2007). Mindkét tudásterület kutatása hosszú múltra tekint vissza. A tartalmi vagy fogalmi tudás vizsgálatában a tanulás, ismeretszerzés eredményén van a hangsúly, azt vizsgálják, hogyan értelmezik a tanulók a tudományos fogalmakat, jelenségeket. A gondolkodási képességek esetében a tudásszerzés folyamata, a kutatás, vizsgálódás, valamint a problémamegoldás és az ehhez szükséges készségek, képességek kerülnek a középpontba.

Számos elméleti keret és mérőeszköz született a természettudományos gondolkodáshoz szükséges gondolkodási képességek feltárására. Piaget (1964) munkáira alapozva kezdetben egyéni interjúkkal, később osztálytermi környezetben alkalmazható módszerekkel diagnosztizálták, hogy a gyerekek a kognitív fejlődés mely szakaszában vannak (lásd pl. Shayer, Adey és Wylam, 1981). A formális gondolkodás vizsgálatára több papír-ceruza teszt is készült. Ilyen például Lawson (1978) tesztje (Classroom Test of Scientific Reasoning, CTSR) és annak továbbfejlesztett változatai. A Tobin és Capie (1981) által kidolgozott Test of the Logical Thinking (TOLT) öt képességet mér: változók kontrollja, arányossági, valószínűségi, korrelatív és kombinatív gondolkodás. Raodrangka (1991) Group Assessment of Logical Thinking (GALT) tesztje a konzervációt, arányossági gondolkodást, változók kontrollját, kombinatív, valószínűségi és korrelatív gondolkodást mérve különíti el a tanulókat a gondolkodás konkrét, illetve formális szintje szerint.

A természettudományos gondolkodás specifikus elemei a természettudományos tárgy vizsgálatához kötődő kutatási készségek. Jelentőségüket jelzi, hogy hangsúlyosak a természettudományos nevelés standardjaiban, valamint a nemzetközi vizsgálatokban is. A TIMSS 2011 vizsgálat elméleti kerete a kognitív műveletek (tudás, alkalmazás, gondolkodás) mellett külön felhívja a figyelmet a tudományos vizsgálódás fontosságára (Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan és Preuschoff, 2009). A 4. és a 8. évfolyamon egyaránt elvárt, hogy a tanulóknak megfelelő ismereteik legyenek a tudomány működéséről, a tudományos kutatás természetéről, és rendelkezzenek a tudomány műveléséhez szükséges olyan alapvető készségekkel, mint a kutatási kérdések és hipotézisek megfogalmazása, vizsgálatok tervezése, adatok ábrázolása, adatok elemzése és értelmezése, következtetések levonása. A kutatási készségek mérése nem elkülönülten, hanem az egyes tartalmi területekbe (biológia, fizika, kémia és földrajz) ágyazottan történik.

A PISA vizsgálatokban (OECD, 2014) a természettudományos műveltség része a szaktudományi ismeretek mellett az episztemológiai (a tudományos vizsgálatokról és azok eredményeként létrejövő tudományos értelmezésekről való tudás) és a procedurális tudás, valamint a tudás alkalmazása különböző kontextusokban. A tudományos vizsgálódás mint procedurális tudás (a PISA kifejezésével kompetencia) van jelen, melynek három összetevője a tudományos kérdések azonosítása, a jelenségek tudományos magyarázata és a tudományos bizonyítékok használata.

A nemzetközi vizsgálatok mellett több átfogó, nemzeti felmérés is foglalkozik a kutatási készségekkel. Az amerikai természettudományos standardokban (NRC, 1996; NGSS, 2013) a természettudományos műveltség elemei között kiemelt szerepet kap a természettudományos vizsgálódás. Iskolai fejlesztéséhez részletes útmutatók, oktatási segédanyagok készültek (lásd pl. NRC, 2000). A kutatási készségek pontosabb meghatározásához, hierarchikus szerveződésük értelmezéséhez Wenning (2005, 2007) dolgozott ki elméleti keretet, és egy arra épülő tesztet (Scientific Inquiry Literacy Test, ScInqLit). A német ESNaS-projektben (Evaluation of the National Educational Standards for Natural Sciences at the Lower Secondary Level), követve a 2004-ben kidolgozott nemzeti standardokat, országos longitudinális vizsgálattal mérték a kutatási készségeket biológiai tartalmakon (Wellnitz, Hartmann és Mayer, 2010).

A természettudományos gondolkodás fejlesztésére irányuló kutatások részeként részletesebben is vizsgálták a gondolkodás néhány elemét. Például a változók kontrollját és annak összefüggését a feladatok, adatok típusával (Zhou, Han, Koenig, Raplinger, Pi, Li, Xiao, Fu és Bao, 2015), a tudomány természetének ismeretét, az elméletek megértését, kísérletek tervezését, eredmények interpretálását és azok összefüggését az intelligenciával, szövegértéssel, problémamegoldással, térbeli képességekkel (Mayer, Sodian, Koerber és Schwippert, 2014). Számos tapasztalat gyűlt össze a kutatásalapú tanulás hatékonyságának értékelési lehetőségeiről is (lásd pl. Gormally, Brickman, Hallar és Armstrong, 2009; Liu, Lee és Linn, 2010; Harlen, 2013).

A természettudományos gondolkodás tartalom-specifikus jellegére számos kutató felhívja a figyelmet, ami kihat a mérésre használt módszerekre is (Osborne, 2013). Kind (2013) olyan skálák alkalmazását javasolja, amelyek a természettudományos gondolkodást három tevékenységgel (hipotézisek megfogalmazása, vizsgálatok tervezése és megvalósítása, valamint a kutatási eredmények értelmezése) írják le, és figyelembe veszik a hozzájuk szükséges tartalmi, procedurális és episztemológiai tudást.

Az eddigi vizsgálatokban elsősorban papír-ceruza teszteket alkalmaztak. A technológiai alapú értékelésben rejülő előnyök kiaknázásával lehetőségünk van arra, hogy a mindennapi pedagógiai gyakorlatban is könnyen alkalmazható diagnosztikus tesztekkel vizsgáljuk a diákok természettudományos gondolkodását, kutatási készségeit, kövessük azok fejlődését. Ehhez kidolgoztuk a természettudományos gondolkodás online diagnosztikus mérésének elméleti hátterét (Adey és Csapó, 2012; Korom, Molnár és Csapó, 2015), és számos feladatot fejlesztettünk a kutatási készségek mérésére (Nagy L.-né, Korom, Pásztor, Veres és B. Németh, 2015).

A kutatási készségek vizsgálata

Az adatfelvétellel elsősorban arra kerestünk választ, hogy mérhető-e a számítógépes felületre készült feladatokkal, feladattípusokkal a kutatási készségek. Célunk az alkalmas módszerek megalapozása, megbízhatóan működő feladatok kidolgozása, feladatsorok szerkesztése volt, de a természettudományos teljesítményekkel összefüggésben is megfogalmaztunk kérdéseket. Választ kerestük arra, hogy megbízhatóan mér-e a teszt, illetve az egyes készségek működésére irányuló résztesztek. Vizsgáltuk, hogy van-e fejlődés a kutatási készségek működésében a középiskolai évek alatt; van-e különbség a természettudományos tantárgyakat integráltan, illetve diszciplínákra (tantárgyakra) tagoltan tanuló diákok között. Ez utóbbi részmintában különböznek-e a természettudományos tantárgyakat normál, illetve emelt óraszámú tanulóknak eredményei.

Minta

A mintát (1. táblázat) egy fővárosi hat évfolyamos alternatív gimnázium 8. és 9., valamint két kisvárosi négy évfolyamos gimnázium 9–11. évfolyamos tanulói alkották (N=227; a fiúk aránya 41,3 százalék).

1. táblázat. A minta jellemzői

Iskolatípus	Évfolyam	Tanulók száma			
		Normál óraszám*	Emelt óraszám	Összesen	
Gimnázium (diszciplináris oktatás)	9.	8	19	27	120
	10.	18	19	37	
	11.	40	16	56	
Alternatív gimnázium (integrált oktatás)	8.	45	-	45	107
	9.	62	-	62	
Teljes minta		173	54	227	227

*Megjegyzés: az alternatív gimnáziumban a normál óraszámhoz képest 30–40%-kal kevesebb.

Az alternatív gimnáziumban természettudomány tantárgyat tanulnak a diákok, a 8. évfolyamon heti 4, a 9. évfolyamon heti 3 órában. Ez az általános, diszciplináris tantervekhez képest kb. 30–40 százalékkal kevesebb. A tanítás nem a központi tankönyvek alapján történik, hanem az iskolában fejlesztett taneszközök, digitális tananyagok, illetve feladatok felhasználásával. A tananyag a szokásosnál kevesebb ismereti elemet tartalmaz, de megtalálhatók benne a fizika, kémia, biológia alapvető fogalmai, modelljei. A hangsúly a gondolkodáson, a tantárgyközi kapcsolatokon és az attitűdformáláson van. Rugalmasabbak az időkeretek, gyakori a projekt-, illetve a differenciált foglalkoztatás, a gyakorlati feladatok megoldása, a kísérletezés. A vizsgált csoportokban a tanítás során előforduló kísérletek döntően nem irányított vagy nyitott kutatások voltak, inkább strukturált feladatok.

A két kisvárosi gimnáziumban biológia-kémia, illetve matematika-fizika tagozat egyaránt megtalálható. A vizsgálatba bevont tanulók egy része a normál óraszámú kerettanterv szerint halad, a tagozatos diákok emelt óraszámú tanulásra egy vagy több természettudományos tantárgyat.

Mérőeszköz

A 20 feladatból álló, összesen 68 ítemet tartalmazó teszt négy kutatási készséget mér: (1) kutatási kérdés azonosítása, (2) vizsgálatok tervezése, (3) adatok értelmezése, (4) következtetések levonása. Mivel a cél a tudományos gondolkodás, a természettudományos kutatáshoz szükséges tudás vizsgálata, a válaszok megadása nem igényel szaktudományi ismereteket, vagy ha igen, azok megtalálhatók a feladatok szövegében. A teszt alternatív és többszörös választást, szelektálást igénylő zárt feladatokból áll, illetve három feladat a megadott elemek manipulatív kombinálásával kéri vizsgálatok tervezését.

A továbbiakban egy-egy példát mutatunk be a négy kutatási készséget mérő feladatokra. A kutatási kérdés azonosításához a tanulónak azt kell eldönteni, hogy a leírt kísérleti helyzettel mely kutatási kérdések válaszolhatók meg (1. ábra). A helyes megoldáshoz a kísérleti szituációban azonosítani kell a változókat, azok értékeit.

A tanulók műanyag zacskóból és textilből ejtőernyőt készítettek, amire játékerberkét függesztettek. Az ejtőernyőt leejtették. Többféle ejtőernyővel, de egyféle emberkével kísérleteztek.



Választ kaphattak-e a következő kutatási kérdésekre a kísérlet segítségével?
Kattintással válaszolj!

Hogyan függ az esés ideje...

...az emberke tömegétől? igen nem

...az ejtőernyő tömegétől? igen nem

...az ejtőernyő anyagától? igen nem

...az ejtőernyő méretétől? igen nem

Előző Következő

1. ábra. Példa a kutatási kérdés azonosítását mérő feladatra

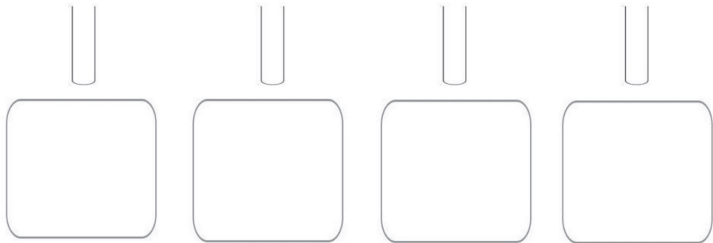
A vizsgálat tervezése részeszt feladatai a kísérleti elrendezés megtervezését, vizsgálati módszerek kiválasztását, a függő, független és a rögzített változók azonosítását, a kontroll szerepének ismeretét mérik. A 2. ábrán látható feladat interaktív, amelyben nemcsak megtervezni, ténylegesen össze is kell állítani egy vizsgálatosorozatot. Segítette a megoldást, hogy megadtuk, kombinatorikailag négy eset lehetséges.

Egy kísérletben a kutatók az élesztőgombák légzését vizsgálták. Négyféle kémcsőkísérlet állítottak össze desztillált víz, cukor és szárított élesztő felhasználásával. A légzés során keletkező szén-dioxid kimutatása egy jelzőanyag (indikátor) segítségével történt.

Állítsd össze a kísérleti rendszert úgy, hogy bizonyítható legyen: a fejlődő szén-dioxid az élesztőgombák légzésének eredménye!

Mit tegyünk a kémcsővekbe a bizonyításhoz? Egy kémcsőbe több anyagot is belerakhatsz.
Húzd az anyagok nevét a kémcsővek alatti helyre!

desztillált víz cukor szárított élesztő jelzőanyag



Vizsgálat 1 Vizsgálat 2 Vizsgálat 3 Vizsgálat 4

Előző Következő

2. ábra. Példa a vizsgálat tervezését mérő feladatra

Az adatok elemzését, értelmezését vizsgáló feladatokban a diákoknak táblázatban vagy grafikonon, diagramon közölt adatokat kell elemezniük, adatsorokat összevetniük (3. ábra).

A táblázat egy elejtett (szabadon eső) test által függőlegesen lefelé megtett utat mutat az elejtés pillanatától kezdve. Vizsgáld meg, hogy milyen messzire kerül a test az elejtés helyétől, majd válaszolj a kérdésekre!

Kattints a legördülő menüben a válaszra!

Idő (s)	Hely (cm)
0	0
0,1	5
0,2	20
0,3	45
0,4	80
0,5	125
0,6	180

Melyik az a két időpillanat, amelyek között a legrövidebb utat tette meg a test?

Válassz! ▾

Melyik az a két időpillanat, amelyek között 35 cm utat tett meg a test?

Válassz! ▾

Hogyan változik a test által 0,1 másodpercenként megtett út hossza?

Válassz! ▾

Hogyan mozog a test?

Válassz! ▾

◉ Előző

Következő ◉

Legördülő listában: 0–0,1 s / 0,1–0,2 s / 0,2–0,3 s / 0,3–0,4 s

0,1–0,2 s / 0,2–0,3 s / 0,3–0,4 s / 0,4–0,5 s

Ugyanolyan mértékben nő. / Ugyanolyan mértékben csökken. / Nem ugyanolyan mértékben nő. / Nem ugyanolyan mértékben csökken.

Gyorsul. / Lassul. / Egyenletes a sebessége.

3. ábra. Példa az adatok értelmezését mérő feladatra

A következtetést igénylő feladatok egy-egy kísérletet, annak eredményeit és tapasztalatait írják le. A tanulóknak a rendelkezésre álló információk alapján kell eldönteni, hogy helyesek-e vagy sem a megadott következtetések (4. ábra).

Egy zöldségből vagy gyümölcsből és két fémdarabból elemet állítottak össze a tanulók. Megmérték az elem által létrehozott feszültséget. Többféle összeállítást készítettek. Ezek voltak a tapasztalataik:

- János citromba szűrt egy magnézium- és egy rézlemez, 1,6 V-ot mért.
- Erzszi citromba szűrt egy cink- és egy rézlemez, 0,9 V-ot mért.
- Olivér burgonyába szűrt két vasszöveget, 0 V-ot mért.
- Kati burgonyába szűrt egy cink- és egy rézlemez, 1,1 V-ot mért.

Le lehet-e vonni ezeket a következtetéseket a méréseikből? Kattintással válaszolj!

A feszültség függ a fémek anyagától.	<input type="radio"/> igen	<input type="radio"/> nem
A feszültség nem függ a fémek távolságától.	<input type="radio"/> igen	<input type="radio"/> nem
A feszültség nem függ a fémdarabok nagyságától.	<input type="radio"/> igen	<input type="radio"/> nem
A feszültség függ a zöldségtől vagy a gyümölcstől.	<input type="radio"/> igen	<input type="radio"/> nem

4. ábra. Példa a következtetések levonását mérő feladatra

Adatfelvétel

A mérés 2015 tavaszán zajlott osztálytermi környezetben. A teszt megoldására egy tanóra állt rendelkezésre. Az adatfelvétel számítógépen, az eDia platform (Molnár és Csapó, 2013, Molnár, 2015) alkalmazásával valósult meg. Az adatok elemzése az SPSS 22.0, az Mplus 7.31 és a ConQuest programmal történt.

Eredmények

A teljes teszt reliabilitásmutatója mind a négy vizsgált évfolyamon megfelelő, ami arra utal, hogy összességében a teszt alkalmas a természettudományos kutatási készségek vizsgálatára (2. táblázat). A részterületekre bontásból kiderült, hogy a Cronbach- α értéke három készség esetében megfelelő, a kutatási kérdés azonosításánál viszont alacsony. Ennek egyik oka lehet, hogy ilyen típusú feladatokkal a tanulók valószínűleg még nem találkoztak. Előfordulhat, hogy a „kutatási kérdés” kifejezés volt ismeretlen számukra, és nem értették meg a feladatot, de a későbbiekben azt is meg kell vizsgálnunk, hogy nem feladat- vagy tesztszerkesztési probléma áll-e a háttérben. Mivel e részteszt megbízhatósága nem megfelelő, kihagytuk a tanulói teljesítmények elemzéséből.

2. táblázat. A teszt reliabilitása résztesztenként és évfolyamonként

Résztesztek	Itemszám	Cronbach- α			
		8. évf.	9. évf.	10. évf.	11. évf.
Kutatási kérdés azonosítása	16	0,47	0,55	0,64	0,50
Vizsgálatok tervezése	20	0,85	0,86	0,83	0,85
Adatok értelmezése	16	0,77	0,82	0,79	0,78
Következtetés	16	0,72	0,75	0,72	0,86
Teljes teszt	68	0,90	0,91	0,91	0,90
Teszt (a kutatási kérdés azonosítása nélkül)	52	0,92	0,91	0,90	0,91

A teszt belső összefüggései

A teszt továbbfejlesztéséhez hasznos információkkal szolgál a teszt struktúrájának, belső összefüggésrendszerének elemzése. A korrelációanalízis szerint a résztesztek között a teljes mintában és évfolyamok szerinti bontásban is szignifikáns, közepesen erős a kapcsolat (3. és 4. táblázat). Ez arra utal, hogy a résztesztek által mért készségek kapcsolatban vannak egymással, a mért konstruktum szerves részét képezik.

3. táblázat. A résztesztek közötti korrelációs együtthatók a teljes mintán

Változók	Teszt	Vizsgálatok tervezése	Adatok értelmezése
Vizsgálatok tervezése	0,88		
Adatok értelmezése	0,75	0,52	
Következtetés	0,80	0,55	0,54

4. táblázat. A résztesztek közötti korrelációs együtthatók évfolyamok szerinti bontásban

Változók	Évfolyam											
	Teszt				Vizsgálatok tervezése				Adatok értelmezése			
	8.	9.	10.	11.	8.	9.	10.	11.	8.	9.	10.	11.
Vizsgálatok tervezése	0,87	0,90	0,90	0,82								
Adatok értelmezése	0,79	0,83	0,78	0,75	0,48	0,61	0,49	0,43				
Következtetés	0,83	0,82	0,91	0,81	0,55	0,59	0,72	0,42	0,58	0,58	0,66	0,52

Az elméleti modell további teszteléséhez megerősítő faktoranalízist ('confirmatory factor analyses', CFA) végeztünk. Az elemzés alapját a feladatok adták: hat feladat a vizsgálatok tervezése, négy feladat az adatok értelmezése, és szintén négy feladat a következtetés faktorhoz kapcsolódott. A háromfaktoros modell illeszkedési mutatói megfelelőnek bizonyultak: $\chi^2=103,040$; $df=74$, $CFI=0,941$, $TLI=0,927$, $RMSEA=0,042$. Összehasonlításként az egydimenziós modellre is elvégeztük az elemzést. A modell illeszkedési mutatói jelentősen romlottak: $\chi^2=176,418$; $df=77$, $CFI=0,797$, $TLI=0,760$, $RMSEA=0,076$, a két modell közötti különbség szignifikáns: $\chi^2=72,626$; $df=3$ $p<0,001$. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a három látens faktor empirikusan is igazolható.

Az itemek működésének elemzéséhez a valószínűségi tesztelmélet eszköztárából a dichotóm Rasch-modellt használtuk. Az EAP/PV reliabilitás-értéke megfelelő: 0,882. A személy-item térkép (5. ábra) alapján elmondható, hogy a teszt csak részben fedti le a vizsgált minta tanulóinak képességtartományát. A tanulók többsége a magasabb képességtartományokban, a 0 és 2 logit között helyezkedik el. Mind az alsó, mind a felső tar-

ományban vannak tanulók (az utóbbiban több), akik képességszintjének nem megfelelő a teszt, túl nehéz, illetve túl könnyű. Az itemek nehézségét tekintve megállapítható, hogy az alacsonyabb képesség tartományokban több olyan item is van, amelynél nincsenek tanulók, azok az itemek túl könnyűek voltak. A magasabb képességszinteken fordított a helyzet, nincs olyan item, ami differenciálja a magas képességszintű tanulókat.

személy	item
3	XX
	X
	XX
	XX
	XXX
	XXXX
2	XXXXX 4
	XXXXXXXX 30
	XXXXXX 5 32
	XXXXXXXX 17
	XXXXXXXX 3
	XXXXXXXX 15
1	XXXXXX 6 18
	XXXXXXXX
	XXXXXXXXXX 2 16 20
	XXXXXX 48
	XXXXXXXX 19 38 39 50
	XXXXXXXX 12 51
0	XXXXXXXXXX 13 14
	XXXXXXXX 35
	XXXXXX 1 46 52
	XXXXXX 44 45
	XXXXX 7 10 11 34 37 42
	XXXX 40
-1	XX
	XXX 24 31 33
	X 36
	XX 8 28 43 47 49
	22 41
	9
-2	27
	26
	25 29
	23
	21
-3	X
	X

Ha az elemzést a résztesztek szerint képzett dimenziókra is elvégezzük, tovább árnyaljuk a képet. A multidimenzionális within-item módszerrel kapott személyi-item térképek (6. ábra) szerint az 1. dimenzióban (tervezés) jelenik meg a legszélesebb képesség tartomány. Mindhárom részteszt (dimenzió) felső képesség tartományában relatíve nagy – a tervezésben 40 (17,6 százalék), az adatértelmezésben 28 (12,3 százalék), a következtetésben 32 (14,1 százalék) – azoknak a tanulóknak a száma, akik képességszintje magasabb, mint ami a teszt bármely itemének megoldásához szükséges. De vannak olyanok is, relatíve kevesebben – a tervezésben 22 (9,7 százalék), az adatértelmezésben 4 (1,8 százalék), a következtetésben 14 (6,2 százalék) –, akik képességszintje alacsonyabb, mint az itemek nehézsége.

A tanulói teljesítmények elemzése

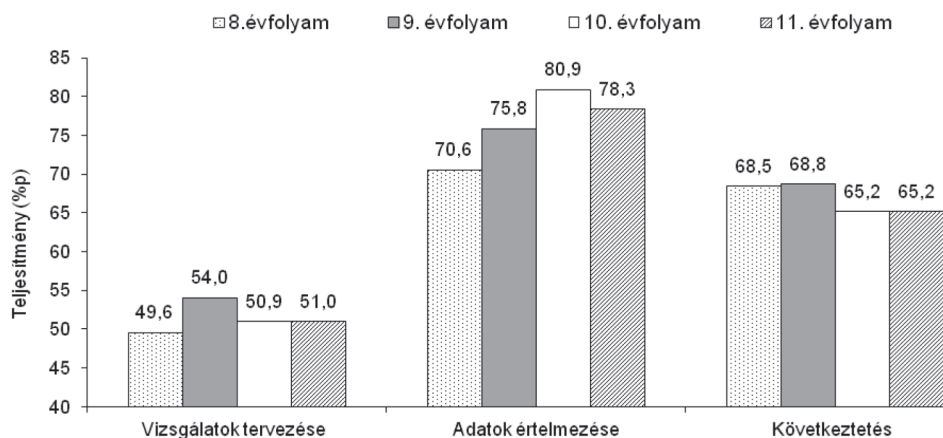
Összehasonlítva az évfolyamokat, a teljes teszten nem, a résztesztek közül csak az adatértelmezésben találtunk szignifikáns különbséget, a 8. évfolyamon gyengébb, a 10. évfolyamon jobb teljesítmények születtek (7. ábra). A nemek között a teljes teszten nincs szignifikáns különbség (fiúk: átlag=61,8 százalékpont, szórás=19,33 százalékpont, lányok: átlag=63,5 százalékpont, szórás=16,7 százalékpont; $F=0,426$, $p=0,51$; $t=0,711$, $p=0,48$). Az adatértelmezésben viszont a lányok voltak jobbak (fiúk: átlag=73,1 százalékpont, szórás=21,9 százalékpont, lányok: átlag=78,3 százalékpont, szórás=16,6 százalékpont; $F=6,662$, $p=0,01$; $t=1,942$, $p=0,05$).

5. ábra. A tanulók és az itemek elhelyezkedése a közös, logitegységben kifejezett képességskálán (egy 'x' átlagosan 1,5 tanulót reprezentál)

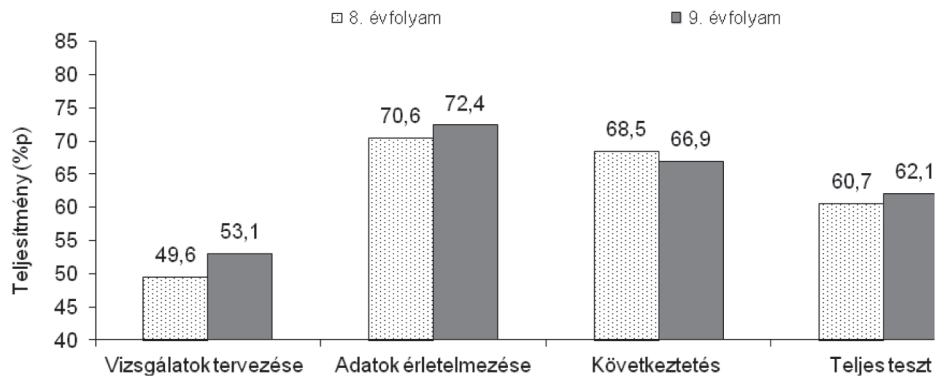
személy	item			
	1. dimenzió (tervezés)	2. dimenzió (adatértel- mezés)	3. dimenzió (következ- tetés)	
2	X			
	X	X		
	X		XX	
	XX	X	X	
	XX	X	X	
	XX	XX	X	
	XX	XX	XX	
	XXX	X	XXX	
	XXX	XXX	XX	
	XXXX	XXX	XXXX	
1	XXXXX	XXXXX	XXXX 4	
	XXX	XXXXX	XXXXX 5	
	XXXXXXXX	XXXXX	XXXXXX 3 17 30 32	
	XXXXX	XXXXX	XXXXXXXX 15	
	XXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX 18	
	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX 2 6 20	
	XXXXXXXX	XXXXX	XXXXX 16 19	
	XXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX 12 38 39 48 50	
	XXXXX	XXXXX	XXXXX 13 51	
	XXXXX	XXXXX	XXXXX 14 35	
0	XXXXXXXX	XXXXX	XXXXXXXX 1 45 46 52	
	XXXXX	XXXXX	XXXXX 10 34 37 42 44	
	XXXX	XXXXX	XXXX 7 11 40	
	XXX	XXXXX	XXXX 33	
	XXX	XXXX	XXX 24 31 36 43 49	
	XX	XX	XXX 8 28 41 47	
	X	X	X 9 22	
	XX	XX	XX 27	
	XX	XX	X 26	
	X	X	X 25	
-1	X	X	X 29	
	X	X	23	
	X	X		
	X		X 21	
	-2	X	X	
		X		
		X		

6. ábra. A tanulók és az itemek elhelyezkedése a közös, logitegységben kifejezett képességszállán a három dimenzió szerint (egy 'x' két tanulót reprezentál; itemek sorszáma: tervezés 1–20; adatértelmezés 21–36, következtetés 37–52)

Iskolatípusok szerint vizsgálva a teljesítményeket, az alternatív gimnázium két évfolyamán egyik részteszt esetében sem mutatkozott szignifikáns különbség (8. ábra). Ez azt jelzi, hogy egy tanév alatt lényegesen nem változik a tanulók tudása a vizsgált területen.



7. ábra. A teszten és a részteszteken elért teljesítmények évfolyamoként



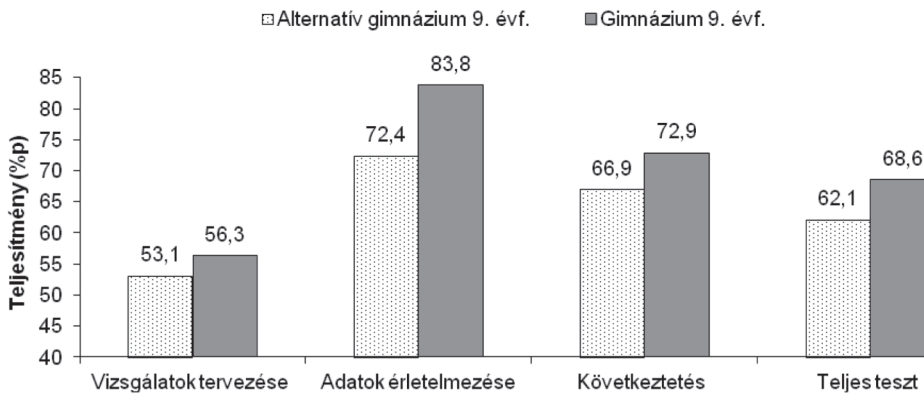
8. ábra. A teszten és a részteszteken elért teljesítmény az alternatív gimnáziumban

A négy évfolyamos gimnáziumokban – a várakozásnak megfelelően – a természettudományokat emelt órázámban tanulók teljesítménye szignifikánsan magasabb a teljes teszten ($F=8,599$, $p=0,004$, $t=4,117$, $p=0,00$) és a részteszten egyaránt ($F=1,195$, $p=0,277$, $t=2,674$, $p=0,09$; $F=8,025$, $p=0,005$, $t=3,201$, $p=0,02$; $F=9,900$, $p=0,002$, $t=4,134$, $p=0,00$). Az eredményeket az 5. táblázat mutatja.

5. táblázat. A teszten elért eredmények a négy évfolyamos gimnáziumokban a természettudományos képzés jellege szerint

Résztesztek	Normál órászám (N=66)		Emelt órászám (N=54)	
	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Vizsgálatok tervezése	50,1	24,8	58,1	20,7
Adatok értelmezése	74,5	20,5	85,2	10,3
Következtetés	63,3	24,1	75,5	15,0
Teljes teszt	60,5	19,2	70,4	11,9

Az iskolatípusok tanulóinak összehasonlítására csak a 9. évfolyamon van lehetőségünk (9. ábra), az eredmények a kis elemszámok miatt tájékoztató jellegűek. A hatosztályos, a természettudományos tantárgyakat integráltan oktató alternatív gimnázium és a négy évfolyamos, diszciplináris természettudományos képzést folytató gimnáziumok között csak az adatértelmezésben van szignifikáns különbség a négy évfolyamos gimnáziumi tanulók javára ($F=9,185$, $p=0,003$ $t=3,223$, $p=0,002$). Mindez arra utal, hogy a kutatási készségek fejlesztésében a lényegesen kevesebb óraszámú megvalósuló, integrált szemléletű oktatás hasonló eredményeket tud elérni.



9. ábra. A hat évfolyamos alternatív és a négy évfolyamos gimnáziumok 9. évfolyamos tanulóinak teljesítményei

Az elemzés szerint az összes lehetséges részmintában a vizsgálatok tervezése részteszt bizonyult a legnehezebbnek, az adatok értelmezése pedig a legkönnyebbnek. Különösen alacsony volt a teljesítmény a 2. ábrán bemutatott feladatban, ahol a tanulók 34 százaléka nem ért el pontot, és csak 5,3 százaléka adott tökéletes megoldást. A nehézséget valószínűleg az okozta, hogy a jó megoldáshoz szisztematikusan át kellett gondolni az egyes vizsgálatokat úgy, hogy minden megadott tényező szerepére külön-külön lehessen következtetni a vizsgálatok eredményei alapján.

Összegzés

Kutatásunk a természettudományos gondolkodás egyik alapvető összetevőjének, a tudományos kutatás készségeinek feltárására irányuló teszt kismintás kipróbálására irányult gimnazista tanulók körében. A vizsgálat eredményei alapján elmondható, hogy a teszt megbízhatóan működik a 8–11. évfolyamon, a mérési adatok illeszkednek a tesztfejlesztés során kialakított elméleti struktúrához; a kutatási kérdések azonosítása részteszt esetében azonban további pontosítás, fejlesztés szükséges.

A teljesítmények csak részben igazolták hipotéziseinket. A 8–11. évfolyamos korosztályban nincs szignifikáns különbség a tanulók eredményeiben. Iskolatípusok szerinti bontásban a négy évfolyamos gimnáziumok tanulói az adatértelmezésben jobbnak bizonyultak, mint az integrált természettudományt tanuló, hat évfolyamos gimnáziumba járó diákok. A természettudományos tantárgyakat emelt szinten tanulók minden kutatási készség esetében szignifikánsan jobban teljesítettek, mint a normál óraszámú képzésben részt vevők.

Pilot kutatásunk eredményei felhívják a figyelmet arra, hogy a középiskolai tanulmányok során nem történik lényeges változás, ami arra utalhat, hogy a hazai természettudományos oktatásban nem kap jelentőségének megfelelő hangsúlyt a természettudományos gondolkodás és a tudományos megismerés módszereinek tanítása, készségeinek fejlesztése.

Adataink jelzik, hogy a mérőeszköz továbbfejlesztéséhez, a kutatási kérdések és a hipotézisalkotás vizsgálatára új feladattípusok kidolgozására van szükség. A kutatás folytatásában az átdolgozott tesztet nagyobb mintán, illetve szélesebb körben próbáljuk ki, fiatalabb korosztályokat és más iskola-típusokat is bevonva.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a SAILS (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science) FP7-es projekt és az MTA Szakmódszertani Pályázat 2014 támogatásával valósult meg.

A 8–11. évfolyamos korosztályban nincs szignifikáns különbség a tanulók eredményeiben.

Iskolatípusok szerinti bontásban a négy évfolyamos gimnáziumok tanulói az adatértelmezésben jobbnak bizonyultak, mint az integrált természettudományt tanuló, hat évfolyamos gimnáziumba járó diákok.

A természettudományos tantárgyakat emelt szinten tanulók minden kutatási készség esetében szignifikánsan jobban teljesítettek, mint a normál órászámú képzésben részt vevők.

Irodalomjegyzék

- Adey, Philip és Csapó Benő (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 17–58.
- Csapó Benő, Korom Erzsébet és Molnár Gyöngyvér (2015, szerk.): *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
- Csapó Benő és Szabó Gábor (2012, szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Dunbar, K. és Fugelsang, J. (2005): Scientific Thinking and Reasoning. In: Holyoak, K. J. és Morrison, R. G. (szerk.): *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. Cambridge University Press, Cambridge. 705–725.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B. és Armstrong, N. (2009): Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3. 2. sz. 16.
DOI: [10.20429/ijotl.2009.030216](https://doi.org/10.20429/ijotl.2009.030216)
- Harlen, W. (2013): *Assessment and inquiry based science education: Issues in policy and practice*. TWAS-Strada Costiera, Trieste.
- Kind, P. M. (2013): Establishing assessment scales using a novel disciplinary rationale for scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 50. 5. sz. 530–560. DOI: [10.1002/tea.21086](https://doi.org/10.1002/tea.21086)
- Korom Erzsébet, B. Németh Mária és Pásztor Attila (2015): Kutatási készségek online vizsgálata 6. és 8. évfolyamon. In: Csikos Csaba és Gál Zita (szerk.): *13. Pedagógiai Értékelési Konferencia: PÉK 2015: Program, tartalmi összefoglalók*. SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged. 174.
- Korom Erzsébet, Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2015): A természettudományi online diagnosztikus mérések tartalmi kereteinek elméleti háttere. In: Csapó Benő, Korom Erzsébet és Molnár Gyöngyvér (szerk.): *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest. 17–33.
- Kuhn, D. (2002): What is scientific thinking and how does it develop? In: Goswami, U. (szerk.): *Handbook of childhood cognitive development*. Blackwell, Oxford. 371–393. DOI: [10.1002/9780470996652](https://doi.org/10.1002/9780470996652)

- Lawson, A. E. (1978): The development and validation of a Classroom Test of Formal Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, **15**. 1. sz. 1–24. DOI: [10.1002/tea.3660150103](https://doi.org/10.1002/tea.3660150103)
- Lawson, A. E. (1995): *Science teaching and the development of thinking*. Wadsworth Publishing Company, California.
- Liu, O. L., Lee, H-S. és Linn, M. C. (2010): Multifaceted assessment of inquiry-based science learning. *Educational Assessment*, **15**. 2. sz. 69–86. DOI: [10.1080/10627197.2010.491067](https://doi.org/10.1080/10627197.2010.491067)
- Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S. és Schwippert, K. (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://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.005)
- Molnár Gyöngyvér (2015): *A képességmérés dilemmái: a diagnosztikus mérések (eDia) szerepe és helye a magyar közoktatásban*. Géniusz Műhely Kiadványok. 2. sz. 16–29.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2013): Az eDia online diagnosztikus mérési rendszer. In: Józsa Krisztián és Fejes József Balázs (szerk.): *II. Pedagógiai Értékelési Konferencia: PÉK 2013: Program, előadás-összefoglalók*. SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged. 82.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O’Sullivan, C. Y. és Preuschoff, C. (2009): *TIMSS 2011 assessment frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Chestnut Hill, MA.
- Nagy Lászlóné, Korom Erzsébet, Pásztor Attila, Veres Gábor és B. Németh Mária (2015): A természettudományos gondolkodás online diagnosztikus értékelése. In: Csapó Benő, Korom Erzsébet és Molnár Gyöngyvér (szerk.): *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest. 35–116.
- National Research Council (NRC) (1996): *National science education standards*. National Research Council. National Academies Press, Washington, DC. DOI: [10.17226/4962](https://doi.org/10.17226/4962)
- National Research Council (NRC) (2000): *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, National Research Council. The National Academies Press, Washington, DC. DOI: [10.17226/9596](https://doi.org/10.17226/9596)
- NGSS Leads States (2013): *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press, Washington, DC. DOI: [10.17226/18290](https://doi.org/10.17226/18290)
- OECD (2014): *PISA 2012 results in focus. What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. OECD, Paris. DOI: [10.1787/9789264208780-en](https://doi.org/10.1787/9789264208780-en)
- Osborne, J. (2013): The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, **10**. sz. 265–279. DOI: [10.1016/j.tsc.2013.07.006](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.07.006)
- Piaget, J. (1964): Cognitive development in children: development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, **2**. 3. sz. 176–186. DOI: [10.1002/tea.3660020306](https://doi.org/10.1002/tea.3660020306)
- Raodrangka, V. (1991): The construction of a Group Assessment of Logical Thinking (GALT). *Kasetsart Journal: Social Sciences*, **12**. 2. sz. 148–154.
- Shayer, M., Adey, P. és Wylam, H. (1981): Group tests of cognitive development: Ideals and a realization. *Journal of Research in Science Teaching*, **18**. 2. sz. 157–168. DOI: [10.1002/tea.3660180208](https://doi.org/10.1002/tea.3660180208)
- Tobin, K. G. és Capie, W. (1981): The development and validation of a Group Test of Logical Thinking. *Educational and Psychological Measurement*, **41**. 2. sz. 413–423. DOI: [10.1177/001316448104100220](https://doi.org/10.1177/001316448104100220)
- Wellnitz, N., Hartmann, S. és Mayer, J. (2010): Developing a paper-and-pencil-test to assess students’ skills in scientific inquiry. In: Çakmakçı, G. és Taşar, M. F. (szerk.): *Contemporary science education research: Learning and assessment*. Pegem Akademi. Ankara. 289–294.
- Wenning, C. J. (2005): Levels of inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. *Journal of Physics Teacher Education Online*, **2**. 3. sz. 3–11.
- Wenning, C. J. (2007): Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, **4**. 2. sz. 21–24.
- Yalaki, Y., Çakmakçı, G., Yahşi, D., Gümüş, B. S., Gürel, A., Yüksel, G. K. és İnce, İ. (2014): *Development and validation of an assessment instrument for inquiry skills*. SAILS / SMEC Conference 2014, DCU, Dublin, Ireland.
- Zhou, S., Han, J., Koenig, K., Raplinger, A., Pi, Y., Li, D., Xiao, H., Fu, Z. és Bao, L. (2016): Assessment of scientific reasoning: The effects of task context, data, and design on student reasoning in control of variables. *Thinking Skills and Creativity*, **19**. sz. 175–187. DOI: [10.1016/j.tsc.2015.11.004](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.11.004)
- Zimmerman, C. (2007): The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, **27**. 2. sz. 172–223. DOI: [10.1016/j.dr.2006.12.001](https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001)