



**SZALAY LUCA – BORBÁS RÉKA – FÜZESI ISTVÁN –
TÓTH ZOLTÁN**

A kutatásalapú kémia tanítás hatása a kísérlettervező képesség fejlődésére és a kísérlettervezés elfogadottságára

TANULMÁNYOK

ÖSSZEFOGLALÓ

A Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja keretében létrejött MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoportban arra a következtetésre jutottunk az első, öt tanéven át tartó projektünk végén, hogy a diákoknak az addig kapottnál több segítségre és motivációra van szükségük ahhoz, hogy megtanulják, hogyan kell kémiai kísérleteket tervezni, és ne utasítsák el ezt a tevékenységet. Ezért a Magyar Tudományos Akadémia Köznevelési Kutatási Programjának támogatásával a kutatócsoportunk által 2021 szeptemberében „Kutatásalapú kémia tanítás és rendszerszemléletű gondolkodás” címmel indult újabb, négy tanévre tervezett empirikus kutatási projektünk pontosan ezt célozza. A kísérleti csoportok tanulói feladatlapjai következetesen egy kísérlettervezést tanító séma használatát gyakoroltatják. Az egyik kísérleti csoport ezt a sémát a kontrollcsoporttal azonos, receptszerűen leírt kísérletek elvégzése után tölti ki. A másik kísérleti csoport viszont nem kap leírást a kísérletek elvégzéséhez, hanem azokat a séma segítségével maguknak a tanulóknak kell megtervezni. A diákok motiválása érdekében pedig minden csoport összes feladatlapján szerepelnek azok a kérdések, amelyek az éppen megszerzett tudást a tanulók számára vélhetően releváns kontextusba helyezik, és egyúttal a rendszerszemléletű gondolkodás elemeinek gyakorlására is sarkallják őket. A jelen projekt első tanévében 25 iskola 38 osztályának/tanulócsoportjának 931 hetedik osztályos diákját vontuk be a kutatásba, akiket 31 tanár tanított. Négyéves kötelező kémia tanulásukat a kutatócsoportunk által készített, tanévente hat feladatlapra és tanári útmutatóra épített tanulókísérleti órával kívánjuk befolyásolni. Az alkalmazott oktatási módszerek hatásait az első tanév elején, majd minden tanév végén megírt, az aktuális tantárgyi tartalmak ismeretét, értését és alkalmazását, valamint a kísérlettervező képességeket mérő tesztekkel vizsgáljuk. Minden teszt végén szerepel egy kérdőív, amely a tantárgyi érdemjegyekre, a tantárgy szeretetére, a kísérletek természet-tudományokban betöltött szerepének fontosságára és a tanulókísérletek tervezésének elfogadottságára vonatkozó kérdéseket tartalmaz.

A projekt első tanévében 890 diák által kitöltött két teszt adatainak statisztikai elemzése azt mutatta, hogy a tanulókísérletek megtervezéséhez a feladatlapokon lévő sémát használó

kísérleti csoport szignifikánsan jobban teljesített a kísérlettervező képességet mérő teszten a másik két csoportnál. Ugyanez a csoport kevésbé utasította el a hetedik osztály végén a kísérlettervezést, mint a tanév elején.

Kulcsszavak: *kutatásalapú tanulás, rendszerszemléletű gondolkodás, természettudományos kísérletek, kémiaoktatás, attitűdvizsgálat*

BEVEZETÉS

Az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport¹ első, a Magyar Tudományos Akadémia Tanítási-pedagógiai Kutatási Programja² keretében támogatott, „Megvalósítható kutatásalapú kémia tanítás” című longitudinális empirikus projektje azt célozta, hogy az irányított kutatásalapú oktatási módszer bekerüljön a magyar kémia tanárok által ismert, egyben a mindennapokban is eredményesen használt eszköztárba. A 2016 és 2021 között folyó nagymintás vizsgálatba 18 iskola 31 osztályának/tanulócsoportjának 920 – a projekt kezdetén 12–13 éves – diákját, illetve 24 tanárukat vontuk be. Az eredeti tervek szerint a tanulóknak tanévente hat db tanulóki-sérleteken alapuló feladatlapot kellett megoldaniuk (párokban vagy csoportmunkában). Ezek hatását a projekt első tanévének elején és minden tanév végén íratott tesztek eredményeinek statisztikai értékelésével kívántuk mérni. Minden teszt végén volt egy kérdőív is, amellyel a tantárgyi érdemjegyekről, a tantárgy szeretetéről,

a kísérletek természettudományokban betöltött szerepének fontosságáról, illetve a kísérlettervezés elfogadottságáról/elutasítottaságáról gyűjtöttünk információkat.

A projekt elején a diákokat három csoportra osztottuk. Az 1. csoport volt a kontrollcsoport, akik a projekt teljes időtartama alatt kizárólag receptszerűen leírt tanulóki-sérleteket végeztek. A 2. csoport az első tanévben a kontrollcsoportéval azonos kísérletek elvégzése után papíron oldott meg kísérlettervező feladatokat. A 3. csoport viszont nem kapott receptszerű leírást a kísérletek elvégzéséhez, hanem saját maguknak kellett megtervezni a kísérleteket. Az első tanév után azt a fontos tanulságot lehetett

bekerüljön a kémia tanárok által ismert eszköztárba

levonni, hogy a hetedikes tanulóktól nem várható el, hogy önállóan, minden segítség nélkül, korrekt módon tervezzenek tanulóki-sérleteket (Szalay

és mtsai., 2020). Ezért a következő tanévtől a kísérleti csoportok feladatlapjain szerepeltek a kísérlettervezés legfontosabb elveire és gyakorlatára vonatkozó ismeretek (pl. az „egyszerre csak egy tényezőt változtatunk” elv). Ettől kezdve a 2. csoport diákjai sem terveztek papíron kísérleteket, hanem a

¹ Lásd itt: <https://mta.hu/kozoktatasi-fejlesztesi-kutatasi-program/mta-elte-kutatasalapu-kemia-tanitasi-kutacsoport-112441> (Az adott weboldalon jelenleg már a második projektre kiírt pályázati hirdetmény és – lejjebb görgetve – a jelenlegi összetételű kutatócsoport bemutatkozása olvasható. Azonban megtalálható ott egy olyan link is, amely az előző projekt részben különböző összetételű kutatócsoportjának bemutatkozó oldalára mutat).

² Lásd itt: <https://mta.hu/tantargy-pedagogiai-kutatasi-program>

receptszerűen leírt kísérletek elvégzése után magyarázatot kaptak arról, hogy miért úgy kellett a vizsgálatot elvégezni. A tanulók ezáltal csökkentett kognitív terhelésének (Sweller, 1988) tulajdonítottuk azt, hogy a nyolcadik osztály végére mindkét kísérleti csoport (a 2. és a 3. csoport is) jobban teljesített a kontrollcsoportnál (1. csoport) a kísérlettervező képességet mérő részteszten. Ez a különbség azonban a 9. osztály végén már nem volt kimutatható (Szalay és mtsai., 2021).

A minta diákjai 10. osztályosok voltak a Covid-19-pandémia kezdetén, 2020 márciusában. A digitális oktatásra való áttérés el lehetetlenítette a projekt tervezett módon való befejezését, hiszen a kísérletek egy részét otthon nem lehetett elvégezni, a következő tanévben pedig már nem voltak a diákoknak kötelező kémiaóráik. Így ebben az időszakban csak az utolsó feladatlapok kipróbálását és a teszt megírását önként vállaló kollégák és tanítványaik jóvoltából születtek eredmények. Az eredeti minta kb. felén (461 diákkal) elvégzett utolsó mérés azt mutatta, hogy (a 9. osztály végéhez hasonlóan) nem volt statisztikailag szignifikáns különbség a háromféle módszerrel tanított diákok kísérlettervező képessége között. Feltételezhető, hogy az érési folyamat során a kontrollcsoport tanulói maguktól is eljuthattak a kísérleti csoportok által elért szintre. Az alacsony pontszámátlagokból és a nagy szórásokból arra lehetett következtetni, hogy a kötelező kémiatanulmányaik alatt sok tanuló veszítette el az érdeklődését a tantárgy iránt.

A kérdőívekre adott válaszokból emellett azt szűrtük le, hogy a diákok kémiával szembeni attitűdje az egész projekt alatt

nem volt kielégítő, és a kísérletek természettudományokban betöltött szerepének jelentőségét sem értékelték eléggé. Ez valószínűsíthetően a túlméretezett – és túlnyomó többségben kész tényeket, összefüggéseket, valamint ezek (logikus) magyarázatait – tartalmazó kémiatananyagnak tulajdonítható. Így a kémiaórák többségét föltehetően még a projektben részt vevő osztályok esetében is ezek elsajátítása uralta, nem engedve eleendő időt a természettudományos megismerési folyamat gyakorlásának. Döntő fontosságú lehetett az a körülmény is, hogy a tesztek és kérdőívek kitöltéséért semmilyen jutalom (vagy büntetés) nem adható, mivel

sok tanuló veszítette el az érdeklődését a tantárgy iránt

azok hatásának egységesítése a különböző tanulók esetében lehetetlen (Szalay és mtsai., 2022). A tanulók túlnyomó többsége az előző projekt teljes

időtartama alatt előnyben részesítette a receptszerűen leírt tanulókísérletek végzését a kísérletek megtervezésével szemben. Némileg biztató, hogy 8. osztály végére kicsit növekedett a kísérlettervezés elfogadottsága (a receptszerű kísérletek rovására). Azonban ebből a szempontból meghatározó lehet az, hogy a diákok számára ezek szokatlan feladatok, amelyekkel a „reguláris” kémiaóráikon és főként a tantárgyi érdemjegyeket meghatározó írásbeli, illetve szóbeli értékelések során vélhetően igen ritkán találkoznak.

SZAKIRODALMI ÖSSZEFOGLALÓ

Mivel az előző longitudinális kutatás során csak az általunk alkalmazott módszer múltó pozitív hatását tudtuk kimutatni, a szakirodalomban arra vonatkozó iránymutatásokat

kerestünk, hogy hogyan lehetne tartóssá tenni (és lehetőség szerint növelni) a kísérlettervezés tanításának hatását. Azért tűztük ki ezt a célt, mert egyetértünk a természettudományos oktatás reformját évtizedek óta propagáló kutatókkal, akik szerint a tanuló-kísérleteknek a tanult tantárgyi tartalmak verifikálása és a manuális készségek fejlesztése mellett egyre inkább az érvelési folyamatok és a tudományos gondolkodás gyakorlását kell szolgálnia (pl. Hofstein, 2015). Ugyanis a modern természettudományos műveltség (Schwartz és mtsai., 2006) kialakításának szükségessége miatt az utóbbi évtizedekben a magasabb rendű tanulási és gondolkodási műveletek fejlesztése került a természettudomány-tanítás előterébe.

A magasabb rendű gondolkodási folyamatok közé sorolható az analógiás gondolkodás, a deduktív gondolkodás, az induktív gondolkodás, a korrelatív gondolkodás, a problémamegoldás, a kreatív/divergens gondolkodás és a kritikai gondolkodás (Csapó, 2022). Reid és Amanat Ali (2020) pedig felsorolják a kritikai gondolkodás jellemzőit, közöttük az érvek mérlegelését, a bizonyítékok minőségének megítélését, az állítások és a források hitelességének értékelését, a nyitottságot és a hallgatólagos feltételezések tudatosítását, a lehetséges értelmezések, értékelések és ítéletek megkérdőjelezését.

Al-Ahmadi (2008) összeállított egy listát azokról a jellemzőkről, amelyek megkülönböztetik a természettudományos gondolkodást a kritikai gondolkodástól, amelyre Reid és Amanat Ali (2020) is hivatkozik. Ezek közül kiemelkedik a kísérleti (tágabb értelemben empirikus, tapasztalati) bizonyítékok keresése egy hipotézis alátámasztására

vagy elvetésére. A változók azonosítása és kontrollja, a hipotézisek tesztelése és a kísérletek lépéseinek megtervezése valóban a tudományos jelenségek megértésében és értelmezésében megnyilvánuló tudományos gondolkodás azon elemei közé tartoznak, amelyek szorosan kötődnek a tudományos megismeréshez (Csapó, 2022). Reid és Amanat Ali (2020) szerint a természettudomány-oktatásnak olyan gondolkodási képességeket kell fejlesztenie, amelyek hasznosnak bizonyulnak a tanulók élete során. A fent felsorolt képességek ilyenek, mivel nemcsak a természettudományokkal fog-

lalkozóknak kellene alkalmazni őket, hanem a többi embernek is – pl. annak megítélésekor, hogy egy tudományosnak látszó állítás igaz lehet-e

vagy sem (Duschle és Grandy, 2008). Napjainkban, amikor leggyakrabban már nem az információk elérése, hanem azok valódiságának a megítélése jelent problémát, ez elsődleges fontosságúvá vált. A kérdés csak az, milyen módszerekkel fejleszthetők hatékonyan ezek a képességek. Bár a természettudományos gondolkodás meglétére a közoktatásban tanuló diákoknál az eddigiekben csak 16 és 18 éves kor között sikerült meggyőző bizonyítékokat találni, a kritikai gondolkodás fiatalabb korban is fejleszthető (Serumola, 2003; Al-Ahmadi, 2008; Reid és Amanat Ali, 2020). Meggyőződésünk, hogy a Piaget által definiált formális művelleti gondolkodás kialakulásával (Wadsworths, 1979) párhuzamosan már 12–15 éves korban elkezdődhet a természettudományos gondolkodás egyes elemeinek fejlesztése, nevezetesen a kísérletek korrekt megtervezési módjának tanítása.

a kritikai gondolkodás fiatalabb korban is fejleszthető

Reid és Amanat Ali (2020) hangsúlyozzák, hogy a gondolkodási képességek fejlesztéséhez idő kell, és ez utóbbi a tantárgyi óraszámok által megszabott időkeretben nyilvánvalóan csak a megtanítandó tartalmak csökkentésével biztosítható. Más szerzőkkel (Johnstone és El-Banna, 1989; Kirschner és mtsai., 2006, Mayer, 2010) egyetértésben leírják azt is, hogy a gondolkodást az agy munkamemória-kapacitása szabályozza. Ez pedig szükségessé teszi azt, hogy a diákok ne csak kevesebb, hanem kevésbé elvont fogalmakat és összefüggéseket tanuljanak. Willingham (2019) azonban arra a következtetésre jut, hogy az általános kritikai gondolkodási készségek nem vihetők át egyik tantárgyból a másikba, bár a diszciplínaszpecifikus kritikai gondolkodási készségek (közeli transzfer) explicit módon taníthatók. Ezért a nyílt végű problémákról való kritikus gondolkodást (és ehhez kapcsolódóan a kísérlettervezést) az adott tantárgy (esetünkben a kémia) széles körű tartalmi ismeretei teszik lehetővé.

Cannady és mtsai. (2019) a tudományos módszer alkalmazásával összefüggő kritikai gondolkodást tudományos értelmezésnek („scientific sensemaking”, SSM) nevezték. Nagymintás kutatásukból azt a következtetést vonták le, hogy az SSM szükséges a tartalmi tudás jobb megértéséhez, de az SSM tanításához mindenképp tartalommal gazdag tanórákra van szükség. Állításuk szerint az SSM a természettudományok területén széles körben transzferálható képesség. Logikus – és a szakirodalomban általánosan elfogadott (lásd pl. Crujeiras-Pérez és Jiménez-Alexandre, 2017) –, hogy a kutatásalapú tanulási tevékenységek sikeres alkalmazásához alapos elméleti és gyakorlati előzetes

ismeretek kellenek. A fentieket összefoglalva tehát elmondható, hogy a természettudományos gondolkodás fejlesztéséhez gondosan megválogatott és rendszerezett tantárgyi tartalmak tanítására van szükség.

Több szerző szerint is kulcsfontosságú az, hogy hogyan és miről beszélgetnek a diákok az egyes tanórai tevékenységek során (Mercer, 2007; Cannady és mtsai., 2019). Varadarajan és Ladage (2022) azt találták, hogy a strukturált csoportos megbeszélések lehetőséget biztosítottak a tanulók kezdeti kísérleti terveinek felülvizsgálatához és átdolgozásához szükséges metakognitív elköteleződés fejlesztéséhez. Cothron és mtsai. (2000) egy „Experiment Design Diagram” („Kísérlettervezési Diagram”) nevű sémát publikáltak a „fair testing” („egyszerre csak egy tényezőt változtatunk”) elv alkalmazásának segítésére. Ez végigvezeti a tanulókat a

kevesbé elvont fogalmakat és összefüggéseket tanuljanak

folyamaton a hipotézisalkotástól a független és a függő változók, valamint a konstansok azonosításán, illetve a használt eszközök és anyagok kivá-

lasztásán keresztül a kísérlet konkrét lépéseinek megtervezéséig. Marx és munkatársai azt közlik (1998), hogy a természettudományos tárgyak tanárai gyakran találták nehéznek a diákjaiknak való hatékony segítségnyújtást azon a téren, hogy átgondolt kérdéseket tegyenek fel, vizsgálatokat tervezzenek, és következtetéseket vonjanak le az úgy nyert adatokból. Ezért a készen kapott és a gyakorlatban előzetesen kipróbált, kutatásalapú módszert alkalmazó feladatok hasznos eszközökké válhatnak az erre vállalkozó pedagógusok kezében.

Több tanulmány is rámutatott: ha a tanulók látják, hogy a tanulási tevékenységek hogyan kapcsolódnak a mindennapi

életükhöz, és nagyobb felelősséget éreznek az éppen végzett vizsgálat/kutatás iránt, akkor valószínűleg motiváltabbak lesznek (Hofstein és Kesner, 2006; Hofstein és Lunetta, 2004). Ezért a kémia valós élet problémáival való összefüggésben történő tanítás széles körben tanulmányozták és javasolták a tanulók motivációjának növelésére (pl. Mandler és mtsai., 2012). Ez a kontextus alapú megközelítés segít a tanulóknak abban, hogy az elvont kémiai fogalmakat a mindennapi életükben tapasztaltakhoz kapcsolják, ami előmozdítja a tudományos megértés fejlődését (pl. Marks és Eilks, 2010; Baydere, 2021). Még jobb, ha egy tevékenység lehetőséget biztosít a problémahelyzetek holisztikus megértésére, azaz a problémahalmazon belüli és azon túli releváns, egymással összefüggő komponensek együtt történő kezelésére (Nagarajan és Overton, 2019; Varadarajan és Ladage, 2022). Ezt a rendszerszemléletű gondolkodásnak nevezett megközelítést az utóbbi években több csoport is

kutatta (pl. Ben-Zvi Assaraf és Orion, 2010; Nagarajan és Overton, 2019; Varadarajan és Ladage, 2022).

2020-ban Reid és Amanat

Ali azonban rámutatott, hogy még fel kell tárnai, milyen mértékben játszhat szerepet a rendszerszemléletű gondolkodás alkalmazása az iskolákban.

Végezetül: a kutatás alapú tevékenységeket a tanárok nem fogják elég gyakran használni, ha az így kialakított képességeket senki nem értékeli. Erre az értékelésre elsősorban az alkalmazott módszerek hatékonyságának méréséhez van szükség. Másrészt az

eredményesnek bizonyuló módszerek alkalmazásának széles körben való elterjedése is csak akkor várható, ha ezek eredményeinek értékelése az országos szintű (érettségi) vizsgákon és versenyeken is megvalósul. Reid és Amanat Ali (2020) azonban megállapítja, hogy a gondolkodási képességek mérése a formális iskolai értékelés során rendkívül nehéz. Al-Osaimi (2012) hangsúlyozza, hogy a tesztek kidolgozását a kritikai gondolkodásban központi szerepet játszó készségek és képességek részletes elemzésével kell kezdeni. Schafer és Yezierski (2020) közlik, hogy az erről folyó vitába bevont tanárok szerint fontos a különböző fogalmi szinteken történő tanulási célok értékelése.

KUTATÁSI KÉRDÉSEK

A Magyar Tudományos Akadémia Köznevelési Kutatási Programja³ keretében az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás

Kutatócsoport⁴ újabb négy tanévre nyert támogatást a „Kutatásalapú kémia tanítás és rendszerszemléletű gondolkodás” című projekt kivitelezése.

A longitudinális vizsgálat során továbbra is az irányított kutatás alapú tanulás diákok kísérlettervező képességére és ténybeli tudására gyakorolt hatását mérjük. Ennek során a diákok készen kapják a kutatási kérdést, és az ő feladatuk csak a vizsgálatok/kísérletek megtervezése, illetve a tapasztalatok értelmezése. A jelen projektben azonban a kísérleti csoportok tanulói egy olyan, a kísérlettervezést segítő séma kitöltését is

előmozdítja a tudományos megértés fejlődését

³ Lásd itt: <https://mta.hu/koznevelasi-fejlesztesi-kutatasi-program>

⁴ Lásd itt: <https://mta.hu/koznevelasi-fejlesztesi-kutatasi-program/mta-elte-kutatasalapu-kemia-tanitasi-kutatocsoport-112441>

gyakorolják, amely a *Cothron* és mtsai. (2000) által publikált, a Szakirodalmi összefoglalóban már röviden ismertetett Kísérlettervezési Diagram egyszerűsített változata. A diákok motiválása érdekében minden feladatlapon szerepelnek a kontextusalapú megközelítés, illetve a rendszerszemléletű gondolkodás elemeinek alkalmazását megkívánó kérdések. Utóbbiak hatását az alkalmazott, kísérlettervezési képességek fejlesztését célzó módszerektől elkülönítve nem tudjuk mérni, hiszen az egységes motivációs hatás reményében a kontrollcsoport feladatlapjain is megtalálhatók. Továbbra is szükségesnek gondoljuk azonban, hogy megvizsgáljuk a kipróbált módszerek potenciális hatását a tantárgyi érdemjegyekre és attitűdökre, valamint a természettudományos kísérletek fontosságának megítélésére, illetve a kísérlettervező tevékenység elfogadottságára. A jelen empirikus kutatásba 25 iskola 38 osztályának/tanulócsoportjának 931 (a projekt kezdetén 12-13 éves) diákját vontuk be, akiket akkor 31 tanár tanított. A fentiekben leírtak ismeretében a longitudinális vizsgálat során a következő kutatási kérdésekre (KK1–KK3) kerestük a választ:

KK1: Milyen hatással van hosszabb távon a tanulók kísérlettervező képességére a tanulókísérletek tervezését segítő séma?

KK2: Milyen hatással van hosszabb távon a tanulók (a feladatlapok megoldása során megszerzett) kémia tantárgyi tudására a tanulókísérletek tervezését segítő séma?

KK3: Hogyan változik/változnak egy hosszabb, a fenti módszereket alkalmazó kutatás során

- 1) a tanulók kémia tantárgyból szerzett érdemjegyei;
- 2) a kémia tantárgy kedveltsége;
- 3) az, hogy mennyire tartják fontosnak a tanulók a kísérletek szerepét a természettudományokban;
- 4) az, hogy előnyben részesítik-e a receptszerűen leírt kísérletek elvégzését a saját maguk által megtervezett kísérletek elvégzéséhez képest?

A KK1–KK2 kutatási kérdésekkel kapcsolatos eredmények minden fontos részletére kitérő cikk egy angol nyelvű folyóiratban jelent meg (Szalay és mtsai., 2023). Ezért a jelen tanulmányban csak összefoglaló jelleggel mutatjuk be a legfontosabb következtetéseket. Az érdemjegyekkel és attitűdökkel kapcsolatos kutatási kérdésre (KK3) adott válaszokat azonban az eddigiekben máshol nem közöltük, és ezért az ezeket alátámasztó adatok a Függelékben⁵ szerepelnek.

KUTATÁSUNK MÓDSZERTANA

A négy tanévre (2021–2025) tervezett longitudinális vizsgálat során a projekt kezdetekor 7. osztályos diákok négy évig tartó kötelező kémiaoktatását akarjuk befolyásolni. Ezért a mintába (az előző empirikus kutatásunkhoz hasonlóan) ismét kizárólag olyan hat vagy nyolc évfolyamos gimnáziumok

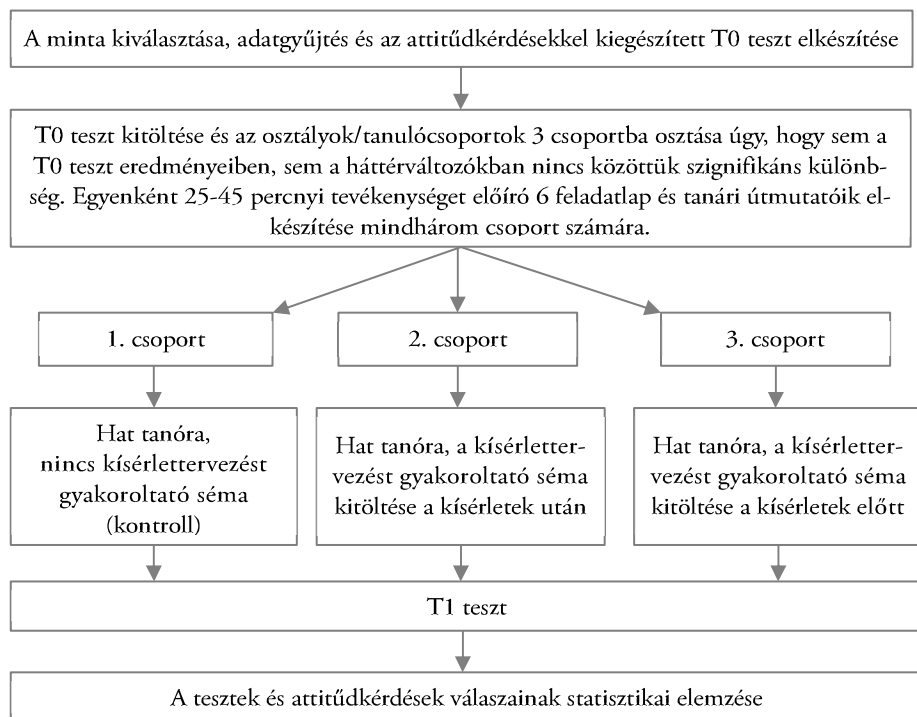
⁵ A Függelék elektronikus formában érhető el itt: <https://upszonline.hu/index.php?attachment=730506007>

tanulói kerültek be, akik várhatóan a 7. osztály kezdetétől a 10. osztály végéig ugyanabban az iskolában tanulják a kémiát. A jelen projektben az osztályokat/tanulócsoportokat úgy osztottuk a következő három csoportba, hogy sem a projekt elején (2021 szeptemberében) általuk kitöltött teljesítménymérő teszten (0. teszt, rövidítve T0) elért pontszámaik, sem a statisztikai elemzésekhez szükséges háttérváltozók (ld. később) eloszlása tekintetében nem volt közöttük szignifikáns különbség. Az 1. csoport

(kontroll) tanulói csak receptszerű leírás alapján végeztek csoportos tanulókísérleteket, így nem tanultak kísérlettervezést. A 2. csoport ugyanúgy végezte ugyanazokat a kísérleteket, de utána ki kellett tölteniük a feladatlapokon a kísérlettervezést tanító sémát. A 3. csoportnak pedig a kivitelezés előtt a séma segítségével kellett megterveznie azon tanulókísérleteket, amelyeket a másik két csoport receptszerű leírás alapján végzett. Az 1. tanévben alkalmazott kutatási modell az 1. ábrán látható.

1. ÁBRA

A 2021/2022. tanévben alkalmazott kutatási modell (0. teszt, azaz az attitűdkérdésekkel kiegészített teljesítménymérő előteszt, rövidítve: T0; 1. teszt, azaz az attitűdkérdésekkel kiegészített teljesítménymérő 1. utóteszt, rövidítve: T1)



Az előző longitudinális vizsgálat eredményeinek elemzése során bebizonyosodott, hogy a tanulók egyes teszteken nyújtott teljesítményét más paraméterek (háttérváltozók) is befolyásolják (Szalay és mtsai., 2021). Ezért a jelen projekt kezdetén is összegyűjtöttük a diákokról a következő meta-adatokat: a tanuló nemét, az édesanyja legmagasabb fokú iskolai végzettségét (amivel az adott diák szocioökonómiai státuszát jellemeztük), és az iskolája „rangját” (a résztvevő oktatási intézményeket a legjobbiskola.hu oldalon közölt helyezéseik szerint három kategóriába sorolva: *erős*, *közepes* és *gyenge* – bár itt meg kell jegyezni, hogy ezek a hat vagy nyolc évfolyamos gimnáziumok a tanulók korai szelekciós mechanizmusából kifolyólag megkülönböztetetten jó helyzetben lévő iskolák).

Mind a négy tanévre hat-hat feladatlap és tanári útmutató fejlesztését tervezzük, három változatban a három fenti csoport számára. A feladatlapoknak természetesen a jelen projektben is beilleszthetőnek kell lennie a mintában szereplő iskolák különféle helyi tantervei szerint folyó kémiaoktatásba (Hennah, 2019). Az előzőekben írtak alapján a tanulók kognitív terhelésének mérséklése érdekében a jelen projekt 1. tanévében mind a feladatlapok hosszát, mind a megoldásukhoz elvárt tárgyi tudás mennyiségét és absztrakciós szintjét csökkentettük.

A 2. és 3. csoport feladatlapjain egyaránt szerepelnek a változók azonosítására és kontrolljára vonatkozó kérdések, de természetesen az adott helyzethez igazított megfogalmazásban. A 2. csoport (ún. 2. típusú)

feladatlapjain a kísérlettervezést gyakoroltató séma kérdései a receptszerű kísérletek elvégzése után, az előtte éppen elvégzett tanulókísérletre vonatkozó megfogalmazásban olvashatók. A 3. csoport (ún. 3. típusú) feladatlapjain a kísérlettervezést gyakoroltató séma kérdései pedig olyan elvégzendő tanulókísérlet megtervezését segítik, amelyhez a diákok nem kapnak receptszerű leírást. Minden típusú feladatlap végén „Gondolkodjunk!” címszó alatt található a tanulókísérlet és a vonatkozó tárgyi tudást kontextusba helyező, egyúttal a rendszerszemléletű gondolkodás elemeit gyakoroltató kérdések.

A 2016 és 2020 közé tervezett előző empirikus kutatásunk utolsó tanévében folyó munkát megzavarta a Covid-19-járvány miatt 2020 márciusától elrendelt távoktatás.

Emiatt a 2021 és 2025 közötti időszakra tervezett vizsgálatok során minden egyes feladatlap mindhárom változatának úgy kell elkészülnie, hogy a tanulókísérletek szükség esetén otthon is megvalósíthatók legyenek. Ennek érdekében minden egyes feladatlap mindhárom típusának digitális változatában az ehhez megfelelő instrukciók szerepelnek. A 2021/2022. tanév hat feladatlapját és tanári útmutatóját a kipróbálásban részt vevő tanárok visszajelzései alapján véglegesítettük. Az ezeket tartalmazó fájlok szerkeszthető változatban letölthetők a kutatócsoportunk honlapjáról.⁶

A módszerek hatékonyságát az eddigiekben a projekt 1. tanévének (2021/2022.) elején (0. teszt, rövidítve: T0) és végén (1. teszt, rövidítve: T1) megíratott teljesítménymérő

⁶ <https://ttomc.elte.hu/publications/92>

tesztekkel mértük, amelyek végén szerepelt a tantárgyi érdemjegyekre és a tantárgyi, valamint a kísérletekkel kapcsolatos attitűdökre vonatkozó kérdőív. A kutatócsoportunk honlapjáról⁷ mindkét

teszt és részletes javítási útmutatójuk is szerkeszthető formában tölthető le. Ezek papíron való kitöltésére egy-egy tanóra 40 perce

állt a tanulók rendelkezésére, ami a szakirodalomban elfogadott módszernek számít (*Cannady és mtsai.*, 2019). A diákok semmilyen jutalmat vagy büntetést nem kaphattak a teszteken nyújtott teljesítményükért, illetve a kérdőívek kitöltéséért, mert azok hatása nem lett volna az összes tanulóra nézve egységesíthető. A teszteken szerzett pontszámokat, illetve a teljesítménymérő teszt feladatait követő kérdésekre adott válaszokat vetettük össze az eredmények statisztikai elemzése során. A két teljesítménymérő teszt és a kérdőívek szerkezete alapvetően megegyezett a korábbi longitudinális projektben alkalmazottakéval, és validálásuk is az előző projekt tanév végi tesztjeiéhez hasonló módon folyt (*Szalay és mtsai.*, 2022). A kísérlettervezési képességet mérő feladatok a kísérleti csoportok (2. és 3. csoport) feladatlapjain szereplő kísérlettervezést gyakoroltató séma kérdéseiből álltak, de a minden diák számára teljesen új kontextushoz igazítva, hogy a közeli transzfer megléte vizsgálható legyen. A tantárgyi tartalmak szempontjából a teljesítménymérő tesztek feladatai a vonatkozó kerettantervek által az adott életkorra előírt, és ezen belül a feladatlapjaink által tárgyalt témák köré csoportosultak.

semmilyen jutalmat vagy büntetést nem kaphattak

Az érdemjegyekkel és attitűdökkel kapcsolatos kutatási kérdés (KK3) megválaszolásához szükséges adatokat szintén a korábbi longitudinális kutatásban alkalmazott mód-

szerrel, a teljesítménymérő tesztek végén lévő kérdőívvel gyűjtöttük. Ezek változását a tanév folyamán részben a tanuló által megadott, az

előző tanév végén, illetve félévkor kapott tantárgyi érdemjegyek összevetésével, részben az alábbi három, tantárgyi, illetve a kísérletekkel kapcsolatos attitűdre vonatkozó, ötfokú Likert-skálán megválaszolandó kérdésre (attitűdkérdések, AK1–AK3) adott válaszok elemzésével mértük.

- **AK1:** „Annál nagyobb számot karikázz be, minél jobban kedveled a természetismeret / kémia tantárgyat (1: egyáltalán nem szereted; 5: nagyon szereted)!”
- **AK2:** „Annál nagyobb számot karikázz be, minél fontosabbnak tartod, hogy a természettudományokban az elképzeléseinket kísérletekkel igazoljuk (1: egyáltalán nem fontos; 5: nagyon fontos)!”
- **AK3:** „Annál nagyobb számot karikázz be, minél inkább egyetértesz az alábbi kijelentéssel: »Jobban szeretem az olyan kísérleteket, amelyeket leírás (recept) alapján kell elvégezni, mint amelyeket nekem kell megtervezni.«”

Az adatok statisztikai elemzését az IBM SPSS Statistics szoftverrel végeztük. Az ANOVA-elemzés során a három csoport nyers átlagpontszámait és azok szórását (SD) mind a T0, mind a T1 tesztek esetében kiszámítottuk a teljes teszten szerzett

⁷ <https://ttomc.elte.hu/publications/92>

összes pontszámra, valamint a tárgyi tudást mérő feladatokat tartalmazó résztesztre, illetve a kísérlettervező képességet mérő feladatokat tartalmazó résztesztre kapott pontszámokra is. A beavatkozás hatását a kísérleti csoportok (2. és 3. csoport) kontrollcsoporthoz (1. csoport) viszonyított fejlődésére a Cohen-*d* hatástényező (Cohen, 1988) mutatta, amelynek értékeit a két teszteredmény közötti különbség (T1 és T0) átlagainak és szórásainak figyelembevételével számítottuk ki.

A diákok teszteken nyújtott teljesítményét, tantárgyi érdemjegyeit, illetve a tantárggyal és a természettudományos kísérletekkel szemben mutatott attitűdjeit a saját projektünkben végzett, mindhárom csoport esetében különböző módon megvalósított fejlesztésen kívül nyilvánvalóan más tényezők is befolyásolták. Ezért mind a teljesítménymérő tesztek eredményeit, mind az érdemjegyekre, illetve az attitűdkérdésekre vonatkozó válaszokat a jelen projekt első tanévének végén kovarianciaanalízissel (IBM SPSS Statistics ANCOVA) is értékeltük. Ennek során a tanulónak a projekt kezdetén írt T0 teszten nyújtott teljesítménye volt a kovariáns, a teljes teszten, illetve a kísérlettervezési képességet és a tárgyi tudást mérő részteszteken szerzett pontszámok, valamint az érdemjegyekben, illetve az attitűdökben a tanév során bekövetkező változások a függő változók; a fejlesztés (tehát a

kitöltött feladatlapok típusát jelölő csoport), az iskola erőssége, az anya iskolázottsága (diplomás/nem diplomás) és a nem (fiú/lány) pedig a tényezők (paraméterek).⁸ Az egyes tényezők ANCOVA modell által becsült hatását a parciális éta-négyszet értékekkel jellemeztük.

A tanév végén összesen 890 olyan diák maradt az eredeti mintából, akik mind a két teljesítménymérő tesztet megírták, és egyúttal a hozzá-

juk kapcsolódó, az érdemjegyekre, valamint az attitűdökre vonatkozó kérdéseket is megválaszolták (az 1. csoportból 302 tanuló, a 2. csoportból 297 tanuló, a 3. csoportból pedig 291 tanuló).

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A teljesítménymérő teszteken és résztesztjeiken elért pontszámok változása

A jelen projekt 1. tanévének végén kitöltött teszt eredményeinek elemzése szerint szignifikáns különbség volt az egyes csoportok között, mind a teljes teszten, mind annak résztesztjein elért átlagos pontszámok által mutatott eredményességben (Szalay és mtsai., 2023). A 3. csoport jobban, a 2. csoport gyengébben teljesített, mint a kontrollcsoport (1. csoport). Ez igazolni látszik Gott és Dugan (1998) figyelmeztetését, miszerint

⁸ Kutatásunk módszertanában a tanulók korábbi iskolájának erőssége tudatosan nem szerepel mint vizsgálati szempont. Ennek oka, hogy a fejlesztés a tanulók jelenlegi iskolájában történik, tehát a tanév végi tesztekkel mért fejlődésre már az van hatással. A projekt elején írt T0 teszten nyújtott eredmények is a tanulók jelenlegi iskoláját jellemzik, mivel azok válogatták ki őket előzőleg a felvételi folyamat során. Továbbá: az egyes tanár szerepét az iskola hatása részének tekintjük, ahogy Snook és munkatársai (2009) is. Tanár és tanár között természetesen jelentős különbségek lehetnek ugyanabban az iskolában is, de ennek kiegyenlítésére (is) szolgál a nagy mintaszám (ld. Lawrie, 2021).

nem minden kutatásalapú tanulókísérlet alkalmas arra, hogy a tanulókat e téren fejlessze, mivel ez azok szerkezetétől és követelményeitől függ. Eredményeink összhangban vannak *Baird* (1990) véleményével is, miszerint a céltudatos kísérlettervezés nem spontán módon történik, hanem meg kell tanulni.

Az ANCOVA elemzés szerint a 7. osztály elején elsősorban az iskola erősségének, valamint – kisebb mértékben – az anya iskolai végzettségének volt számottevő hatása a T0 teszten és résztesztjein elért eredményekre. A fejlesztés után négy tényező vált meghatározóvá: a fejlesztés, az iskola erőssége, az anya iskolai végzettsége és az előzetes tudás. Ez összhangban van a korábban *Snook és mtsai.* (2009) által közöltekkel, miszerint a tanulók teljesítményét elsődlegesen az otthonról magukkal hozott tudás és attitűd határozza meg. (Esetünkben az iskola kezdeti hatása nyilván a felvételi eredmények szerinti erős szelekciónak köszönhető.) A továbbiakban pedig az iskola, és mindenekelőtt a tanár hatása a meghatározó. Ezek pedig mind korlátozzák az alkalmazott oktatási módszerek határait. Esetünkben a 7. osztály végén (az előzetes tudás szerepén túl) a tárgyi tudást tekintve az iskola erősségének, míg a kísérlettervező képesség vonatkozásában a fejlesztésnek volt nagyobb hatása.

A fentiek alapján feltételezhető, hogy 7. osztályban, a 3. csoport esetében a kísérlettervezést gyakoroltató séma használata a tanulókísérletek megtervezése során elősegítette a kísérlettervező képesség fejlődését. E séma kitöltése viszont a receptszerűen leírt tanulókísérletek elvégzése után negatívan befolyásolta a 2. csoport tanulóinak a tárgyi

tudást mérő részteszten nyújtott teljesítményét. Ez utóbbi (váratlan) eredmény egyik lehetséges magyarázata az, hogy a 2. csoport tanulói fölösleges időtöltésnek érezték a tanulókísérletek után a séma kitöltését. Ez negatívan befolyásolhatta a motivációjukat a kutatásban való részvételükre, és ezen belül a teljesítménymérő teszt (nehéznek és/vagy unalmasnak talált) tárgyi tudást mérő feladatainak megoldására is.

A tantárgyi érdemjegyek és az attitűdök változása

A tantárgyi érdemjegyek változása

A 7. osztályban félévkor szerzett kémia tantárgyi érdemjegyek (az előző projekthez hasonlóan) ismét gyengébbek a természetismeretből kapott érdemjegyeknél (1. függelék). A tantárgyi érdemjegyek csökkenése nem meglepő annak tudatában, hogy a 7. osztályban tanított kémiatananyag sokkal több és nehezebb, mint az 5. és 6. osztályban tanított természetismeret tantárgy tananyaga.

Ezt tapasztaltuk az előző longitudinális vizsgálatunk 1. tanévében is (*Szalay és mtsai.*, 2022).

az otthonról magukkal hozott tudás és attitűd határozza meg

A tantárgy kedveltsége (az AK1 kérdésre adott válaszok eredményei)

Érdekes, hogy miközben a kontrollcsoport tanulói esetében a kémia kedveltsége nem szignifikánsan rosszabb a természetismereténél, a kísérleti csoportoknál ebben a tekintetben statisztikailag kimutatható volt a negatív irányú változás (2. függelék).

Lehetséges, hogy a kísérlettervezést gyakoroltató séma kitöltését ezek a diákok nehéz és/vagy időigényes feladatnak tartották,

amely plusz terhet jelent az adott időkeretre egyébként is túlméretezett és magas absztrakciós szintet elváró kémia tananyag elsajátítása mellett. A közepes erősségű iskolákban csökkent leginkább a kémia

kedveltsége. Ez összefüggésben lehet azzal, hogy a közepes erősségű iskolákban nagyobb mértékű volt a tantárgyi érdemjegyek csökkenése, mint a másik két kategóriában.

A kísérletek fontosságának megítélése (az AK2 kérdésre adott válaszok eredményei)

Némiképp biztató, hogy a kísérletek természettudományokban betöltött szerepének megítélése a jelen projekt első tanévében (az előző vizsgálat első évével ellentétben) legalább nem romlott, illetve statisztikailag szignifikáns változás nem volt kimutatható (3. függelék). Meglehet, hogy ez már részben a 2020-as Nemzeti alaptantervhez illeszkedő kerettantervek (*Kerettantervek*, 2020) nyomán készült tankönyvek hatása, amelyekben explicit módon szerepel a kísérletek tervezése. A korábbi empirikus kutatásunk esetében ugyanis a kísérletek fontosságának megítélése a 7. osztály során egyértelműen szignifikánsan csökkent (Szalay és mtsai., 2022). Ezt akkor az abban a tanévben a kémia tantárgy tanulása során készen kapott sok tényanyagnak tulajdonítottuk. *Serumola* (2003) is azt találta az általa 12–15 éves tanulók körében végzett vizsgálatok során, hogy a kísérletek kérdésfelvetésként való felfogása a természettudományos vizsgálatok során egy fejlődési folyamat eredménye, amelyet nem lehet homogén módon felgyorsítani.

A tanulókísérletek elvégzésének módja (az AK3 kérdésre adott válaszok eredményei)

A kísérletek megtervezéséhez a feladatlapokon szereplő sémát alkalmazó 3. csoport a fejlesztés során a kísérlettervezés elfogadása irányába mozdult el a kontrollcsoportéhoz képest, ami pozitív fejleménynak tekinthető. Viszont a kísérletterveztetést gyakoroltató sémát a receptszerű kísérletek végrehajtása után kitöltő 2. csoport preferenciája kismértékben ugyan, de tovább tolódott a receptszerű kísérletezés felé. A fiúk kedvelték meg leginkább a kísérlettervezést igénylő tanulókísérleteket (4. függelék).

A KUTATÁSI EREDMÉNYEKBŐL LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK, AZOK KORLÁTAI ÉS JÖVŐBELI ALKALMAZÁSAI

Az empirikus kutatásunk során föltesztelt kutatási kérdésekre az eddigi eredmények alapján adható válaszok a következőkben foglalhatók össze.

KK1: A tanulókísérletek tervezését segítő séma alkalmazásának pozitív hatása kimutatható volt a kísérleteket annak segítségével megtervező 3. csoport tanulói esetében.

KK2: Negatív hatása volt a tanulók kémia tantárgyi tudására a tanulókísérletek tervezését segítő séma alkalmazásának a 2. csoport esetében a receptszerű kísérletek elvégzése után.

KK3:

- a) A tanulók kémia tantárgyból 7. osztályban félévkor szerzett érdemjegyei szignifikánsan rosszabbak voltak, mint a természetismeret tantárgyból 6. osztály végén kapott érdemjegyek.
- b) A kémia tantárgy kedveltsége a természetismeret tárgyéhoz viszonyítva a kontrollcsoport esetében nem változott, de a kísérleti csoportok esetében csökkent.
- c) Nem változott szignifikáns mértékben az, hogy mennyire tartják fontosnak a tanulók a kísérletek szerepét a természettudományokban.
- d) A 3. csoport tanulói az első tanév végén kevésbé utasították el a saját maguk által megtervezett kísérleteket, mint a tanév elején. A 2. csoport tanulói viszont még inkább a receptszerű kísérletek preferálása irányába mozdultak el.

Az eredmények általánosításának legfontosabb korlátja a jelen esetben is az a tény, hogy a mintát kizárólag a projektben részt vevő hat- vagy nyolcosztályos gimnáziumok erősen válogatott tanulói alkották. Nem tudható, hogy milyen hatása lett volna a beavatkozásnak egy reprezentatív, pláne hátrányos helyzetű mintán. Természetesen a pápíron végzett kísérlettervezés is csak egyfajta képet tud adni a diákok ilyen irányú képességeiről.

Most sem szabad elfelejtkezni arról, hogy a szocioökonómiai háttér, az iskola és a tanár nyilvánvaló hatása mellett számos egyéb körülmény is közrejátszhatott az általunk elemzett adatok létrejöttében. Ezek kiküszöbölésére nem feltétlenül elegendő a viszonylag

nagy mintaszám sem (Lawrie, 2021). Egyetlen vizsgálat sem képes minden tényező és összefüggés valós hatásának mérésére (Mack és mtsai., 2019). Ráadásul a statisztikai hibák összeadódása is vezethet olyan értékekhez, amelyek hamis következtetések levonására sarkallnak.

A jelen tanulmányban közölt adatok vonatkozásában is föltételezhető, hogy a diákok motivációs szintje erősen befolyásolta a tesztek kitöltésére való hajlandóságukat. Ebben a projektben is a kezdetektől tudták a mintába bevont diákok, hogy a teszteken nyújtott teljesítményük nem számít bele a kémiából szerzett érdemjegyükbe. Ezen kutatásmódszertani okokból most sem tudunk változtatni.

Annak érdekében, hogy segítsük a diákokat abban, hogy a kísérletek természettudományokban betöltött szerepének fontosságát felismerjék, a jelen projekt 2. tanévértől kezdve minden típusú feladatlap tanári példányának elején szerepel a következő emlékeztető: „Kérjük szépen a tanár kollégákat, legyenek szívesek bátorítani a diákjaikat a kísérletezésre azzal, hogy kiemelik a kísérletek fontosságát a természettudományokban, és megdicsérik őket, ha jól gondolkodnak.”

A kísérleti csoportok tanulói feladatlapjaira továbbá a

2022/2023. tanév kezdetétől beillesztettük az alább idézett szövegrészeket.

A 2. típusú feladatlapokon ez szerepel a kísérlet-

tervezést gyakoroltató séma előtt:

„A valódi tudományban a bizonyítékokat jól megtervezett kísérletekkel gyűjtik. Azért, hogy áltudományos átverésekkel ne vezethessenek félre benneteket, jó, ha megértitek,

kevesbé utasították el
a saját maguk által
megtervezett kísérleteket

hogyan kell helyesen megtervezni egy kísérletet. Ennek érdekében válaszoljatok a következő kérdésekre!” A 3. típusú feladatlapokon a kísérlettervezést gyakoroltató séma előtt az idézett utolsó mondat helyett ez olvasható: „A következő kérdésekre adott válaszaitok segítenek ebben.”

Végezetül néhány, a jelen kutatásunk szempontjain kívül eső, de a vizsgálat ideje alatt szerzett vagy megerősített tapasztalatról ejtünk szót.

A tanulókísérletek fontosságát ismereteink szerint még senki nem kérdőjelezte meg sem hazánkban, sem másutt. Ugyanakkor egy nem reprezentatív felmérésünk és személyes tapasztalataink szerint sajnos sok hazai intézményben nem

adottak annak elégséges feltételei. A tanárok minden adandó alkalommal (a projektben adott visszajelzések és más, személyes találkozások kapcsán is) jelzik, hogy mennyire túlszűfolt a kémia tananyag, milyen alacsony az óraszám, és hogy mindezek miatt milyen kevés mindenre az idő. A kísérletezés időigénye pedig a legészszerűbb szervezés esetén is nagy (a tanóra előtt, közben és után is). A kísérletekhez való eszközök és anyagok megvásárlásához szükséges elegendő anyagi forrás gyakori hiányán túl ez lehet a tanulókísérletek ritkaságának fő oka – sokkal inkább, mint a tanárok többek által feltételezett alacsony szintű motivációja.

További nehézséget jelent, hogy az általunk fontosnak tartott kísérlettervező képesség fejlődése hagyományosan nem szokott szerepelni azon követelmények között, amelyeket érdemjegyekkel értékel a magyar közoktatási rendszer. A tantervek által előírt

követelmények pedig nem könnyen teljesíthetők. E nézőpontból is jobban érthetővé válik a kémia tanulmányok előrehaladtával a motiváció csökkenése. Jelen vizsgálatunkban a jegyek és az attitűdkérdésekre adott válaszok változásai mindössze azt mutatják, hogy ezt a negatív trendet sajnos az általunk végzett beavatkozás sem képes megfordítani.

Üdvözlendő tény, hogy a 2020-as Nemzeti alaptantervben és a hozzájuk kapcsolódó kémia-kerettantervekben fejlesztési követelményként, illetve javasolt tevékenységként megjelent az egyszerűbb vizsgálatok tervezése.

A jobb eredmények érdekében azonban szükséges volna, hogy a kimeneti mérésekben – az érettségi vizsgákon és a természettudományos kompetenciamérésben (lásd alább) – számottevő mértékben megjelenjen e képesség vizsgálata.

Szerencsére a PISA felmérések publikált ada-

tainak médiavisszhangja nyomán tavaly óta már bevezették országos szinten a kötelező természettudományos kompetenciamérést is. Ennek nem titkolt célja a magyar tanulók nemzetközi méréseken nyújtott teljesítményének javulása – hiszen a PISA által vizsgált készségek és képességek fontos részét képezi a természettudományos kísérletek tervezésével kapcsolatos tudás. Amennyiben az iskolák (esetleg a tanárok) teljesítményének megítélésakor a természettudományos kompetenciamérések során kapott hozzáadott érték jelentős súllyal esne latba, és a tanárok megismerhetnék a főlzsabadított (remélhetően releváns, ténylegesen a kísérlettervező képesség szintjét mérni képes) feladatokat, annak bizonyára volna jótékony hatása a mindennapi tanítási gyakorlatra is.

a kísérletezés időigénye
a legészszerűbb
szervezés esetén is nagy

ÖSSZEZEGÉS

A Magyar Tudományos Akadémia 2021 szeptemberében indult Közoktatás-fejlesztési Kutatási Programja keretében kutatócsoportunk a „Kutatásalapú kémia tanítás és rendszerszemléletű gondolkodás” című, négy tanévre tervezett projekt megvalósításához kezdett hozzá. Ennek során egy kísérlettervezést irányító séma használatát gyakoroltatjuk a kísérleti csoportok diákjaival. A mintában részt vevő tanulók motivációját pedig az összes általunk készített feladatlapon szereplő, a kontextusalapú, illetve a rendszerszemléletű oktatás elveit alkalmazó kérdésekkel, feladatokkal igyekszünk fönntartani.

A jelen projekt első tanévének eredményei közül a legfontosabbnak azt tartjuk, hogy a kísérlettervezést gyakoroltató sémát a tanulókísérletekre vonatkozóan, azok elvégzése előtt kitöltő kísérleti csoport diákjai szignifikánsan jobban teljesítettek a tanév végén a kísérlettervező képességet mérő részteszten, mint a kísérleteket készen kapott leírás alapján kivitelező kontrollcsoport tanulói. Biztatónak tűnik az az eredmény is,

szignifikánsan jobban teljesítettek a tanév végén

hogy a kísérlettervezést ily módon hat alkalommal gyakorló kísérleti csoport a másik két csoportnál kevésbé utasítja el a kísérletek tervezését.

Arra nézve még csak feltételezéseink vannak, hogy a kísérlettervező sémát a receptszerű kísérletleírások alapján végrehajtott kísérletek után kitöltő másik kísérleti csoport teljesítménye a tanév végén miért volt szignifikánsan gyengébb a másik két csoporténál a tantárgyi tudást mérő részteszten. Érdekes az is, hogy ők még a tanév elején mértnél is nagyobb mértékben ragaszkodnak a leírás alapján

végzett kísérletekhez. Eredményeink szerint a jelenleg is folyó kutatás további eredményeinek elemzése segíti majd e vá-

ratlan fejlemények értelmezését.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Közoktatás-fejlesztési Kutatási Programja támogatta. (A támogatói okirat száma: SZKF-6/2021.) Köszönjük a projektben részt vevő minden kolléga és diák hozzájárulását az itt közölt eredményekhez.

IRODALOM

- Al-Ahmadi, F. M. (2008): *The development of scientific thinking with senior school physics students* (Ph.D. theses). University of Glasgow, Glasgow. Letöltés: <https://theses.gla.ac.uk/241> (2023. 01. 05.).
- Al-Osaimi, K. H. (2012): *The development of critical thinking skills in the sciences* (PhD theses). University of Dundee, Dundee. Letöltés: <https://discovery.dundee.ac.uk/en/studentTheses/the-development-of-critical-thinking-skills-in-the-sciences> (2023. 01. 12.).
- Baydere, F. K. (2021): Effects of a context-based approach with prediction–observation–explanation on conceptual understanding of the states of matter, heat and temperature. *Chem. Educ. Res. Pract.* 22. 3. sz., 640–652.
- Ben-Zvi Assaraf, O. és Orion, N. (2010): Four case studies, six years later: developing system thinking skills in junior high school and sustaining them over time. *J. Res. Sci. Teach.* 47. 10. sz., 1253–1280.

- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates, USA, 20–27.
- Cothron, J. H., Giese, R. N. és Rezba, R. J. (2000): *Students and Research: Practical Strategies for Science Classrooms and Competitions* (3rd ed). Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque (IA).
- Crujeiras-Pérez, B. és Jiménez-Aleixandre, M. P. (2017): High school students' engagement in planning investigations: findings from a longitudinal study in Spain. *Chem. Educ. Res. Pract.* **18**. 1. sz., 99–112.
- Csapó B. (2022): A gondolkodás fejlesztése és a tudás alkalmazása a természettudomány diagnosztikus értékelésének tartalmi kereteiben. *Magyar Tudomány*. **183**. 11. sz. („Tematikus összeállítás: A STEM tanításának és tanulásának aktuális kérdései”). Letöltés: https://mersz.hu/hivatkozas/matud202211_f81023/#matud202211_f81023 (2023. 01. 05.).
- Duschle, R. és Grandy, R. (szerk.; 2008): *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam Sense.
- Gott, R. és Duggan, S. (1998): *Understanding Scientific Evidence – Why it Matters and How It Can Be Taught*. In: M. Ratcliffe (Ed): ASE (The Association for Science Education) Guide to Secondary Science Education, pp. 92–99, Cheltenham: Stanley Thornes.
- Hennah, N. (2019): A novel practical pedagogy for terminal assessment, *Chem. Educ. Res. Pract.* **20**. 1. sz., 95–106.
- Hofstein, A. (2015): The Development of Higher Order Learning Skills in High School Chemistry Laboratory: „Skills for Life”. In: Garcia-Martinez, J. és Serrano-Torregosa, E. (szerk.): *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (1st ed.). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 517–535.
- Hofstein, A. és Kesner, M. (2006): Industrial chemistry and school chemistry: Making chemistry studies more relevant. *Int. J. Sci. Educ.* **28**. 9. sz., 1017–1039.
- Hofstein, A. és Lunetta, V. N. (2004): The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Sci. Educ.* **88**. 1. sz., 28–54.
- Johnstone A., H. és El-Banna, H. (1989): Understanding learning difficulties – a predictive research modell. *Studies in Higher Education*. **14**. 2. sz., 159–168.
- Kerettantervek: A 2020-as Nemzeti alaptantervhez illeszkedő kerettantervek. (2020). Letöltés: https://www.oktas.hu/koznevelas/kerettantervek/2020_nat (2023. 01. 12.).
- Kirschner, P. A., 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.
- Lawrie, G. (2021): Considerations of sample size in chemistry education research: numbers do count but context matters more! *Chem. Educ. Res. Pract.* **22**. 4. sz., 809–812.
- Mack, M. R., Hensen, C. és Barbera, J. (2019): Metrics and Methods Used To Compare Student Performance Data in Chemistry Education Research Articles. *J. Chem. Educ.* **96**. 3. sz., 401–413.
- Mandler, D., Mamlok-Naaman, R., Blonder, R., Yayon, M. és Hofstein, A. (2012): High-school chemistry teaching through environmentally oriented curricula. *Chem. Educ. Res. Pract.* **13**. 2. sz., 80–92. DOI: 10.1039/c1rp90071d
- Marks, R. és Eilks, I. (2010): Research-based development of a lesson plan on shower gels and musk fragrances following a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry teaching. *Chem. Educ. Res. Pract.* **11**. 2. sz., 129–141.
- Marx, R. W., Freeman, J. G., Krajcik, J. S. and Blumenfeld, P. C. (1998): Professional Development of Science Teachers. In: Fraser, B., és Tobin, K. (szerk.): *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 667–680.

- Mayer, R. E. (2010): Learning with technology. In: Dumont, H., Istance, D. és Benavides F. (szerk.): *The nature of learning: Using research to inspire*. OECD, Paris. 179–198.,
- Mercer, N. (2007): Sociocultural discourse analysis: Analysing classroom talk as a social mode of thinking. *J. Appl. Linguist. Prof. Pract.* 1. 2. sz., 137–168.
- Nagarajan, S. és Overton, T. (2019): Promoting systems thinking using project- and problem-based learning. *J. Chem. Educ.* 96. 12. sz., 2901–2909.
- Nemzeti alaptanterv (2020) – 5/2020. (I. 31.) Korm. rendelet A Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet módosításáról, Magyar Közlöny, 2020. jan. 31., 17, pp. 290–446. Letöltés: <https://magyarkozlony.hu> (2023. 01. 12.).
- Reid, N., Amanat Ali, A. (2020): *Making Sense of Learning*, Springer Nature Switzerland, AG.
- Schwartz, Y., Ben-Zvi, R. and Hofstein, A. (2006): The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chem. Educ. Res. Pract.* 7. 4. sz., 203–225.
- Serumola, L. B. (2003): *A study of scientific thinking with young adolescents* (Ph.D. theses). University of Glasgow, Glasgow. Letöltés: <https://theses.gla.ac.uk/4230> (2023. 01. 12.).
- Schafer, A. G. L. és Yezierski, E. J. (2020): Chemistry critical friendships: investigating chemistry-specific discourse within a domain-general discussion of best practices for inquiry assessments. *Chem. Educ. Res. Pract.* 21. 1. sz., 452–468.
- Snook, I., O’Neil, J., Clark, J., O’Neil, A. és Opneshaw, R. (2009): Invisible Learnings: A commentary on John Hattie’s book Visible learning: A synthesis of over 800 metaanalyses relating to achievement. *New Zealand Journal of Educational Studies.* 44. 1.sz., 93–106.
- Sweller, J. (1988): Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12. 2. sz., 257–285.
- Szalay L., Borbás R., Füzesi I. és Tóth Z. (2022): A kémia tantárggyal és a természettudományos kísérletekkel kapcsolatos attitűdök változása egy kutatásalapú természettudomány-tanításhoz kapcsolódó longitudinális vizsgálat során. *Új Pedagógiai Szemle.* 72., 3–4. sz., 49–73.
- Szalay L., Borbás R., Füzesi I. és Tóth Z. (2023): Scaffolding of experimental design skills. *Chem. Educ. Res. Pract.* 24. 2. sz., 599–623. DOI: 10.1039/d2rp00260d
- Szalay L., Tóth Z. és Borbás R. (2021): Teaching of experimental design skills: results from a longitudinal study. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 22, 1054–1073.
- Szalay L., Tóth Z. és Kiss E. (2020): Introducing students to experimental design skills, *Chem. Educ. Res. Pract.* 21. 4. sz., 331–356.
- Wadsworths, B. J. (1979): *Piaget’s theory of cognitive development: An introduction for students of psychology and education*. Longman, London.