

MTA Közoktatás-fejlesztési Kutatási Program 2025–2029

Kutatási terv

A természettudományos műveltség összetevőinek vizsgálata és interdiszciplináris fejlesztése a közoktatásban és a tanárképzésben

Examining the components of science literacy and its interdisciplinary improvement in science education and teacher training

Kulcsszavak: természettudományos műveltség, tudományos gondolkodás, kutatási készségek, episztemológiai meggyőződések, tudomány természete, természettudományok iránti attitűd, természettudományok tanulási motivációi, interdiszciplináris szemléletmód, tanulókísérletek, kutatásalapú tanulás, problémaalapú tanulás, tehetséggondozás, pályaaorientáció, általános iskola, középiskola, tanárképzés

Bevezetés

Napjainkban a természettudományos nevelés számos kihívással néz szembe. A tudományos-technológiai fejlődés következtében az utóbbi évtizedekben megsokszorozódott a természettudományok által felhalmozott tudás. Az információs társadalom további hozadéka a különböző digitális csatornákon érkező információözön, amiből nagyon nehéz kiválogatni a megbízható elemeket, elkülöníteni a tudományos eredményeket az áltudományos állításoktól. A korábbi időszakokhoz képest jelentős változás az is, hogy már nem az iskola az egyedüli hely, ahol tanulunk, hanem az élet számos területén (life wide learning). A digitális csatornák, a közösségi média mellett jelen van az iskolán kívüli színtereken történő informális tanulás is.

Mindez egyre nagyobb dilemmát okoz a tantervi célok, tartalmak meghatározásakor és a tanításban alkalmazott eszközök, tanulásszervezési módok, oktatási módszerek kiválasztása során. Számos kérdés merül fel, például: Mit tanítsunk? Hogyan tudja kialakítani az iskola a mindennapokban való eligazodáshoz fontos általános természettudományos tájékozottságot, szemléletmódot, ugyanakkor elősegíteni azt is, hogy minél több diák válassza a természettudományos területen való továbbtanulást? Milyen készségek fejlesztése szükséges a természettudományok sikeres tanuláshoz? Hogyan lehet felkelteni és fenntartani a tanulók érdeklődését, kialakítani a pozitív attitűdjét a természettudományok és a tudományos kutatások iránt? A tanulás ebben a környezetben nem csupán az ismeretek befogadását majd azoknak a felidézését jelenti az iskolai feladatok, dolgozatok során. Felértékelődnek a gondolkodás és a tanulás készségei, például az összefüggések felismerése, kapcsolatteremtés a különböző tantárgyakkal és a mindennapokkal, az egyéni tudásszerzés, az információhoz való hozzáférés, a kritikai értékelés, valamint kérdések, problémák felvetése és azok megválaszolása, megoldása.

A nemzetközi rendszerszintű vizsgálatok (TIMSS, PISA) legutóbbi eredményei, illetve trendanalízisei jelzik, hogy a magyar tanulók természettudományos teljesítménye romló vagy stagnáló tendenciát mutat (OECDa, 2023; von Davier et al., 2024). A TIMSS-vizsgálatok kezdetéhez, az 1995-ös mérési ponthoz viszonyítva a negyedik évfolyamos tanulók eredménye javult, de a legutóbbi két mérési ciklusban (2019-es és 2023-as felmérések) romló trend jellemzi. A 8. évfolyamosok eredménye gyengébb lett a vizsgálat kezdete óta, és a mérés utolsó négy ciklusában nem változott szignifikánsan. A TIMSS 2023 felmérés eredményeinek részletesebb elemzése alapján az is látható, hogy melyek a leginkább fejlesztést igénylő

területek. A magyar tanulók a tartalmi területek közül elsősorban a kémia és a fizika területén, a vizsgált három kognitív dimenzió (ismeret, alkalmazás, gondolkodás) közül az alkalmazást és a gondolkodást mérő feladatokban teljesítettek gyengébben. Ez rámutat arra, hogy a magyar tanulók számára nehézséget jelent a tudás alkalmazása, az összefüggések felismerése, az ismeretlen helyzetekre, összetett problémákra adott adekvát válasz (von Davier et al., 2024).

A PISA-vizsgálatok legutóbbi, 2022-es felmérésében a magyar 15 éves diákok teljesítménye nem tér el szignifikánsan az OECD-tagországok átlageredményétől. Az eredmények képességszintek szerinti megoszlása azonban arra felhívja a figyelmet, hogy a PISA által mért, társadalmi szempontból releváns természettudományos tudás fejlesztése mellett kiemelt feladat a lemaradók felzárkóztatása és a tehetséggondozás. A PISA 2022 adatai alapján a magyar tanulók 23%-a teljesített a 2-es képességszint alatt, ami azt jelenti, hogy a legegyszerűbb természettudományos feladatok megoldása is nehézséget okoz számukra. A legjobban teljesítő, a legfelső két (5-ös vagy 6-os) képességszintet elérő tanulók aránya viszont alacsony, 6,2% (OECD, 2023a).

A nemzetközi felmérések a tanulói teljesítmények mellett rendszeresen vizsgálják azt is, hogy a diákok mennyire tartják értékesnek a természettudományt, mennyire szeretik tanulni és érzik felkészültnek magukat, valamint terveznek-e ilyen irányú karriert. A TIMSS 2023 adatai szerint a magyar nyolcadikos tanulók alig több mint ötöde (22%) tartja értékesnek a természettudományt a mindennapi élete, az iskolai előmenete, illetve a későbbi munkája, lehetőségei szempontjából (40%-uk szerint valamennyire értékes, 38%-uk szerint egyáltalán nem értékes). A magyar tanulók közel fele nyilatkozott úgy, hogy egyáltalán nem szereti a természettudományos tantárgyakat (biológia 39%, kémia 53%, fizika 54%, földrajz 46%), és jelentős részük (biológia 33%, kémia 52%, fizika 52%, földrajz 36%) egyáltalán nem érzi magát magabiztosnak ezekben a tantárgyakban (von Davier et al., 2024). A PISA 2015 felmérés szerint a magyar tanulóknak csak a fele olvas szívesen természettudományos témákról vagy foglalkozik azokkal, és csak 18%-uk tervez természettudományos tanulmányokat folytatni a tankötelezettséget követően (OECD, 2016).

A természettudományos tantárgyak iránti attitűd csökkenését az iskolában töltött évek alatt számos hazai vizsgálat is megerősítette (pl. Chrappán, 2017; Czető, 2022; Csapó, 2000; Csíkos, 2012; Fernengel, 2002; Korom & Purák, 2024; Malmos & Chrappán, 2016; Papp & Józsa, 2000; Radnóti, 2003, 2009). Czető (2022) felmérésében a hazai középiskolások a jövőbeni boldogulásuk szempontjából az angolt, az informatikát és a matematikát tartották a legfontosabb tantárgyaknak, míg legkevesbé fontosnak a fizikát, a rajz és a vizuális kultúrát és az ének-zenét. A tanáraik véleménye is hasonló volt, de ők a három legkevesbé fontos tantárgy közé a fizika helyett a kémiát sorolták. A természettudomány tanulása iránti motiváció a tantárgyi attitűd alakulásához hasonló tendenciát mutat, az iskolai évek során egyre csökken (pl. B. Németh et al., 2022; Józsa et al., 2017; Korom & Purák, 2024).

A természettudományok tanulásában jelentkező kognitív és affektív jellegű problémák összefüggenek egymással. Ahhoz, hogy felkeltsük és fenntartsuk a természettudományok iránti érdeklődést, segítenünk kell a diákokat, hogy felismerjék, miért hasznos számukra a természettudományos tudás. Sikereobbnek érezhetik magukat a tanulásban, ha a szaktudományi ismeretek közvetítése mellett kisiskoláskortól kezdve tudatosan fejlesztjük a tudományos gondolkodásukat, szemléletmódjukat, és támogatjuk őket abban, hogy megtalálják a kapcsolatokat az egyes természettudományos tantárgyak, a tudomány és a hétköznapok, valamint a tudomány és a társadalom között. Mindezek mellett rendkívül fontos a pályaorientáció, a természettudományos továbbtanulási, karrierlehetőségek megmutatása is.

Kutatási programunkban a hangsúlyt a tudományos gondolkodás, a kutatási készségek vizsgálatára és fejlesztésre, valamint az interdiszciplináris szemléletmódra helyezzük. Az általános iskolás és középiskolás tanulók vizsgálata és fejlesztése mellett célul tűzzük ki a

tanárjelöltek episztemológiai meggyőződéseinek, globális kompetenciájának feltárását is. A szerteágazó kutatásunk elméleti keretét a természettudományos műveltség koncepciója adja.

Elméleti háttér

A tudományos műveltség megközelítései

A természettudományos műveltség (*science literacy*) fogalma a 2000-es évektől, a PISA-vizsgálat természettudományos méréseinek elméleti kerete révén lett közismert. Ugyanakkor a tudományos műveltség (*scientific literacy*) kifejezés már jóval korábban, az 1940-es években megjelent az amerikai neveléstudományi szakirodalomban (Rudolph, 2023), rámutatva arra, hogy a természettudományos és műszaki tények ismerete önmagában alacsony szintű tudást eredményez, helyette a természettudományok átfogó megértésére van szükség (B. Németh & Korom, 2012).

Az eltelt több mint nyolc évtized alatt született műveltségkonceptiók hangsúlyai eltérőek, de közös bennük, hogy három tudásdimenziót ötvöznek: az alapvető tudományos fogalmak megértését, a tudomány természetének (*Nature of Science*, NOS) ismeretét és a tudomány-technológia-társadalom-környezet (*Science-Technology-Society-Environment*, STSE) összefüggéseit (Sjöström, 2024). Mindegyik arra keresi a választ, hogy mi jellemzi a természettudományokban jártas egyént. A műveltségkonceptiókat többféle módon lehet rendszerezni. A műveltség jellege, változásának értelmezése szerint három csoport különíthető el: (1) a leíró műveltségkonceptiók a lényegesnek tartott összetevőket adják meg, (2) a fejlődésmodellek hierarchikusan szerveződnek és a gondolkodás fejlődését alapul véve határozzák meg az egymásra épülő szinteket, (3) a kompetenciaalapú meghatározások a természettudományos műveltséget kompetenciamodellekkel írják le (B. Németh & Korom, 2012).

Egy másik felosztás Roberts (2007) javaslatán alapul, aki kétféle szemléletmódot különített el. Az I. Látásmódhoz (Vision I) a természettudományok tradicionális iskolai oktatásához kapcsoló, a természettudományos diszciplínákat, azok tartalmának, eredményeinek megértését előtérbe helyező műveltségfelfogásokat sorolta. A II. Látásmódhoz (Vision II) a tudományos-technológiai társadalmi kérdéseket hangsúlyozó megközelítéseket, amelyek a tanításba beemelik a tanulók életében várhatóan előforduló, tudományos vonatkozású valós szituációkat, és a tudás gyakorlati helyzetekben való alkalmazására és a problémamegoldó gondolkodásra fókuszálnak. Aikenhead (2007) egy harmadik kategóriát is javasolt, ebbe a természettudományokat más diszciplínákkal, például a társadalomtudományokkal ötvöző komplex, plurális meghatározások tartoznak, amelyeket Roberts (2007) nyomán III. Látásmódnak nevezett el (B. Németh & Korom, 2012). Ez utóbbi megközelítés kibontakozását elősegítette, hogy az I. és a II. Látásmód nem helyezett kellő hangsúlyt a tudomány, a technológia, a társadalom és a környezet közötti kölcsönhatás kritikai megértésére (Sjöström, 2024). A középpontba ezért a tudományos elkötelezettség, a társadalmi, kulturális, politikai és környezeti kérdések, a kritikai gondolkodás és a kommunikáció kerültek Liu (2013). Sjöström (2024) szisztematikus szakirodalmi áttekintése a III. Látásmód különböző interpretációit összegzi, melybe beletartozik például a holisztikus megközelítés, a társadalomba ágyazott tudomány, a felelős és aktív állampolgárság, a fenntarthatóság, a társadalmi-ökológiai igazságosság melletti elkötelezettség, a reflektivitás és a cselekvés.

A különböző műveltségkonceptiók hatottak a természettudományos tantárgyak tanterveinek kidolgozására, de megjelennek az oktatási standardokban és a nemzetközi vizsgálatok értékelési koncepcióiban is. Több áttekintő munkánk foglalkozott ennek áttekintésével (lásd pl. B. Németh & Korom, 2012; Bónus & Csapó, 2022; Korom & Szabó, 2012; Papp et al. 2020). Kutatásunk leginkább az OECD PISA természettudományos műveltségkonceptiójához kötődik, ezért ezt ismertetjük részletesebben.

A természettudományos műveltség koncepciója a PISA-vizsgálatokban

A 2000-ben induló, háromévente ismétlődő felmérés elméleti keretének kidolgozásakor kiemelt szerepet kapott az egyik leghíresebb fejlődési modell, Bybee (1997) műveltségmodellje, amely a természettudományos műveltség fejlődését hierarchikus, a kognitív fejlődéssel és az iskolai tanulásban való előmenetellel egyre magasabb szintre jutó folyamatként tekintette. Szemléletében pedig a II. Látásmódot képviselte. Ebben a modellben a legegyszerűbb szint a *nominális műveltség*, ami azt jelenti, hogy a tanuló már ismer szaktudományos fogalmakat, a fogalomhasználata azonban pontatlan, bizonytalan. Ismeretei „szigetszerűek”, nem látja az összefüggéseket, gyakran vannak tévképzetek és naiv elképzelések a természeti jelenségek magyarázatával kapcsolatban. A következő szint a *funkcionális műveltség*, amelyet a tudományos fogalomkészlet stabil használata és a nagyobb fogalmi rendszerekhez való kapcsolás jellemez. Ezt követi a *procedurális műveltség*, amikor a tanuló nemcsak az alapvető természettudományos fogalmakat, összefüggéseket érti, hanem azzal is tisztában van, hogy milyen kutatási módszerek, eljárások révén jöttek létre a jelenleg elfogadott kutatási eredmények. A legmagasabb szint a *multidimenzionális műveltség*, ahol a tanuló érti a természettudományok más diszciplínák között elfoglalt helyét, ismeri a természettudományok történetét és jellemzőit, valamint ismeri a tudomány, a technika és a társadalom összefüggéseit, és a természettudomány kultúrában játszott szerepét. E legmagasabb szint elérésének támogatása lenne a közoktatás feladata, megteremtve a lehetőséget a felelős állampolgárságnak és az élethosszig tartó tanulásnak.

Az egymást követő PISA-vizsgálatok elméleti kerete a részleteket tekintve kissé változott, de mindegyikben közös, hogy a természettudományos műveltség fókuszába minden esetben a *kompetenciák* kerültek. A 2025-ös vizsgálat előzetesen publikált értékelési keretrendszere három olyan kompetenciát emel ki, amelyek fejlesztése a természettudományos nevelés fő feladata: (1) jelenségek tudományos magyarázata, (2) kutatási tervek kidolgozása és értékelése; tudományos adatok és bizonyítékok kritikus értelmezése, (3) Tudományos információk kutatása, értékelése és felhasználása döntéshozatalhoz és cselekvéshez (OECD, 2023b).

A három kompetencia elsajátítása az ismeret jellegű tudás három formáját igényli. A *tartalmi* vagy *diszciplináris tudás* a természettudományok által leírt fogalmak, tények, összefüggések, modellek, elméletek, törvények ismeretét foglalja magában. A tananyag túlnyomó részét ez a fajta tudás képezi. De ahhoz, hogy a diákok értsék, hogyan jött létre az adott diszciplína ismeretanyaga, mi jellemzi a tudományos megismerést, a tudomány működését, és miért hasznos a személyes életünkben, valamint a társadalom szempontjából a tudomány, további ismeretek is szükségesek. A *procedurális tudás* a természettudományos tudás létrejöttéhez, a tudományos kutatásokhoz nélkülözhetetlen módszerek, eljárások ismeretét jelenti; az arra vonatkozó tudást, hogy milyen módszerekkel lehet megismerni a természeti környezetet. Ide tartozik például a változó fogalma, típusai (függő, független és kontrollált változó); a méréssel kapcsolatos ismeretek (pl. kvantitatív mérések, kvalitatív megfigyelések, skálák, kategorikus és folyamatos változók), a mérési hibák és kiküszöbölésük módszerei; a mérések megismételhetőségét biztosító eljárások, az adatok rögzítésének, ábrázolásának módjai; a változók azonosítása és kontrollja a kísérletek tervezése során; a kísérletek típusai. Az ismeretek harmadik összetevője az *episztemikus tudás*, amely a tudomány természetének, működési alapelveinek ismeretére, megértésére vonatkozik. Ide sorolható például annak ismerete, hogy mi jellemzi a tudományos megfigyelést, mi a különbség a tény, a hipotézis, a modell vagy az elmélet között; mi a különbség a tudomány és a technológia céljai között; melyek a tudomány értékei, hogyan történik a tudományos eredmények elfogadtatása, melyek a tudományos gondolkodás formái (OECD, 2019; Z. Orosz & Korom, 2020, pp. 8–9).

A PISA természettudományos elméleti keretei a kezdetektől fogva nagy hangsúlyt fektetnek a tudás alkalmazásának különböző kontextusaira: a jelenségeknek a tanulók saját

tapasztalataihoz kötődő *személyes kontextusára*, valamint a *helyi* és a *globális* aspektusokra. A felmérés feladatai ezért mindhárom kontextust érintik. Például az ivóvíz kapcsán megjelennek a tanulók mindennapjaihoz kötődő témák, de olyan átfogóbb kérdések, problémák is, mint például a vízszennyezések megelőzése, az ivóvíz-készlet megóvása vagy az aszályok és hatásaik. A 2025-ös felmérésnek kiemelt része lesz továbbá a *tudományos identitás* vizsgálata, amely magában foglalja a tudományos nézőpontok és megközelítések értékelését, a tudományos identitás affektív elemeit, a tudományhoz való viszonyulást, valamint a környezeti tudatosságot, a felelősségvállalást és a cselekvőképességet, reflektálva a természettudományos műveltség III. Látásmódjára (OECD, 2023b).

A műveltségkoncepciók áttekintése alapján látható, hogy a természettudományos műveltség komplex rendszer, sokféle komponensből tevődik össze, amelyek tudatos fejlesztése az iskolai természettudományos nevelés feladata. Ahhoz, hogy megtaláljuk a fejlesztés hatékony módszereit, ismernünk kell az összetevők fejlődését és az azt befolyásoló tényezőket. A továbbiakban néhány olyan összetevőre koncentrálnunk, amelyek kiemelt szerepet kapnak a kutatási programunkban. Röviden meghatározzuk ezeket, és bemutatunk néhány kutatási előzményt, eredményt.

A természettudományos műveltség összetevőinek kutatása

Tudományos ismeretek megértése, tévképzetek, metafogalmi tudatosság

Zimmerman (2005) a gyerekek természettudományos gondolkodására (*scientific reasoning*) vonatkozó kutatások két irányát különítette el. Az egyik a tanulók szaktudományi fogalmainak kialakulására, a fogalmi fejlődésre és a fogalmi váltásra helyezi a hangsúlyt, a másik azokra az általános gondolkodási folyamatokra, stratégiákra, tevékenységekre, amelyek révén a tanulók kialakíthatják a tudományos ismeretrendszerüket. E két kutatási irányzat történetét, eredményeit, oktatási vonatkozásait áttekintő tanulmány (Korom, 2022) alapján röviden összefoglaljuk a legfontosabb eredményeket és a további kutatásra váró témákat.

Az 1970-es években kezdődtek azok a kutatások, amelyek az értelmes tanulást, az iskolában elsajátított tudás megértését, alkalmazását vizsgálták. Az eredmények jelezték, hogy a természettudományos tantervekben szereplő tudományos fogalmak megértése nehézséget okoz a diákoknak, és fogalmaik, elképzeléseik, magyarázataik gyakran eltérnek a tudományosan elfogadott ismeretektől. Ezeket a tanulói elképzeléseket tévképzeteknek (*misconceptions*) nevezték el, majd később számos további kifejezést (pl. naív elméletek, gyermeki elképzelések, alternatív nézetek) is használtak a jelenség leírására. A napjainkig eltelt közel fél évszázad alatt a biológia-, fizika-, kémia-, földrajz-tananyag számos témájában zajlottak feltáró vizsgálatok világszerte (lásd pl. Neidorf et al., 2020 áttekintését) és hazánkban (pl. Kádár & Farsang, 2019; Korom, 2002, 2005; Tóth, 2000) is. Az eredmények alapján elmondható, hogy a tévképzetek tartósak, gyakran ellenállnak az iskolai oktatásnak, megelőzésük, illetve megváltoztatásuk a tanulók ismeretrendszerének jelentős átrendeződését igényli. A tévképzetek kutatása nyomán bontakozott ki a fogalmi fejlődés és fogalmi váltás kutatása, amely sokféle módon értelmezi a tanulók kognitív struktúrájában történő változásokat és az azokat elősegítő oktatási módszereket (áttekintő tanulmányok pl. diSessa, 2014; Korom, 2005; Özdemir & Clark, 2007).

A tévképzetek, megértési nehézségek, problémák feltárása napjainkban is releváns kutatási terület. Különösen a fogalmi fejlődést támogató készségek, tanulási és tanítási stratégiák és azok összefüggései kapnak kiemelt figyelmet. Nemzetközi szinten is kevésbé vizsgált, de rendkívül fontos a fogalomalkotás metakognitív dimenziója, a metafogalmi tudatosság. Az a képesség, amelynek segítségével a tanulók értelmezni tudják a fogalmaikat és a kontextust, amelyben azok előfordulnak. Ebben a megközelítésben a naív elméletek lecserélésére való törekvés helyett a tudás hétköznapi és tudományos reprezentációjának tudatos elkülönítését támogató oktatási módszerek kerülnek előtérbe (Korom & Csikos, 2024).

Tudományos gondolkodás, kutatási készségek

A tudományos gondolkodás Zimmerman (2005) által jelzett másik nagy kutatási területéhez a tudományos ismeretek elsajátításának procedurális jellegű összetevői sorolhatók. Olyan mentális folyamatok, amelyeket a tudományos problémákkal való foglalkozás, a tudományos vizsgálódás, kutatás során, valamint a kutatásból származó tudás és annak változására való reflektáláskor használunk (lásd pl. Dunbar & Klahr, 2012). Ide tartoznak az általános gondolkodási képességek, például az induktív, deduktív, analógiás, oksági, kombinatív, valószínűségi gondolkodás (Adey & Csapó, 2012), valamint a kutatási készségek (*inquiry skills*). Wenning (2007) meghatározásában ezek a kérdésfeltevés, hipotézisalkotás, kísérlet tervezése, kivitelezése, a változók azonosítása és kontrollja, a tapasztalatok, adatok rögzítése, elemzése, a következtetések levonása és az eredmények kommunikálása. Az amerikai természettudományos standardokban (NRC, 2013) a kutatási készségek tudományos gyakorlatok (*scientific practices*) elnevezéssel szerepelnek, és közéjük sorolják a tudományos ismeretek megszerzéséhez szükséges készségek és tevékenységek (modellek fejlesztése és használata, vizsgálatok tervezése és kivitelezése, adatok elemzése és értelmezése, matematikai és komputációs gondolkodás alkalmazása, magyarázatok alkotása és megoldások tervezése).

A kutatási készségek elsajátításáról korábban azt gondolták, hogy csak serdülőkortól, a formális gondolkodás kialakulásától lehetséges. Később számos vizsgálat bizonyította, hogy már óvodáskorú gyerekek is képesek megérteni a tudományos vizsgálatok alapvető eljárásait, például képesek eldönteni egy kísérletről, alkalmas-e az adott hipotézis tesztelésére, illetve képesek egyszerű vizsgálatokat tervezni, vagy adatok alapján következtetéseket megfogalmazni (részletes áttekintést lásd pl. Korom, 2024). A kutatások arra is felhívták a figyelmet, hogy a tudományos gondolkodás a természetes kíváncsiságból, a mindennapi gondolkodásból ered, de annál sokkal összetettebb, jobban strukturált és kifinomultabb (Zimmerman & Klahr, 2018). A tudományos gondolkodás és a kutatási készségek fejlesztését célszerű kisiskoláskorban elkezdeni, és a természettudományos nevelés teljes időszaka alatt tudatosan támogatni. Megfelelő oktatási módszer ehhez a probléma- és a kutatásalapú tanulás. Jól ötvözhetők a digitális technológia nyújtotta lehetőségekkel, például modellezés, szimulációk alkalmazása, vagy digitálisjáték-alapú kutatásalapú tanulás. Ez utóbbira példa a saját fejlesztésű BioTudós program (Bónus et al., 2024).

A tudomány természete

A természettudományos műveltséget értelmező modellekben meghatározó összetevőként van jelen – így a természettudományos tantervekben is – a tudomány természetnek (*Nature of Science*, NOS) megértése (Nagy & Korom, 2022). A tudomány természete kifejezés a természettudomány értékeit, fejlődését, fogalmainak kialakítását, az egyetértés létrejöttét a tudományos kérdésekben a tudós közösségen belül, valamint a természettudományos tudás sajátos jellemzőit foglalja magában (Lederman, 1992; Cho et al., 2011). Lederman (2007) a NOS hét komponensét különíti el: (1) megfigyelés és következtetés – e kétféle eljárás közötti különbség ismerete; (2) elmélet és törvény – annak ismerete, hogy mi az elmélet, és mi a törvény; (3) képzelet és kreativitás – a kutatás emberi tevékenység, melyben fontos szerepe van az ötletelésnek és az emberi kreativitásnak; (4) a tudomány szubjektivitása – annak ellenére, hogy a tudományosságnak megvannak a kritériumai, melyek az objektivitásra törekednek, a kutatók saját meggyőződésekkel, világnézettel rendelkeznek; (5) a természettudományos tudás kulturális beágyazottsága – a kutatókra hatással van az enkulturáció, a társadalmi és politikai környezet; (6) a természettudományos tudás változékonysága – a tudományos tudás új bizonyítékok hatására lecserélhető; (7) a természettudomány empirikus jellege – a tudományos tudás keletkezésében a kísérleteknek és azok ellenőrizhetőségének fontos szerepe van.

Már a kisiskolások is rendelkeznek a tudomány természetének kezdetleges megértésével (Koerber et al., 2015). A tanulók NOS-nézeteinek fejlettsége azonban jelentős különbségeket

mutat (Nagy & Korom, 2025). A legjobban megértett NOS-jellemző az, hogy a tudomány empirikus adatokon alapszik, majd ezt követi a kreativitás fontossága a tudományban (Cofré et al., 2019). A fejlődési tendenciák eltérőek, és nem minden NOS-szempontra esetében mutatható ki (Deng et al., 2011). A tudomány kreatív jellemzői kapcsán a természettudományok tanulásával eltöltött idő és a NOS-nézetek fejlettsége között összefüggés mutatható ki (Tsai, 2006). Hodson és munkatársai (2014) vizsgálatában a NOS-tartalmak megértésének fejlettsége összefüggést mutatott a társadalmi-tudományos kérdésekben (Socio-scientific Issues, SSI) való jártassággal.

A tanulói NOS-megértés fejlesztéséhez a NOS-tartalmak integrálása a tanórai tartalmakba és a hozzájuk kapcsolódó reflexió az egyik leghatékonyabb módszer (Lederman, 2007). A fejlesztés azért fontos, mert a tanulók akkor tudják megérteni a természettudomány komplex jellegét és dinamikus természetét, ha a természettudományok tanulása során fokozatosan formálódik a tudományos szemléletük, látásmódjuk. Célként fogalmazható meg, hogy a formális természettudományos oktatás végére a tanulók többsége kifinomult nézetekkel rendelkezzen a tudomány természetét illetően (Nagy & Korom, 2025).

Episztemológiai meggyőződések

Az episztemológia a tudással, annak eredetével, természetével és korlátaival foglalkozik (Hofer & Bendixen, 2012). Az elmúlt évtizedekben az egyének episztemológiai meggyőződései, melyek a tudás természetéről (a tudományos tudás jellemzőiről) és a tudományos megismerés természetéről (a tudás megszerzésének folyamatáról) (Hofer & Pintrich, 1997) alkotott meggyőződések foglaltak magukba, a pszichológiai és pedagógiai kutatások kiemelt témáivá váltak (Muis et al., 2016). Az integratív kutatási megközelítés alapján az episztemológiai meggyőződések terület-általánosak és terület-specifikusak egyaránt lehetnek. Az utóbbihoz tartoznak a természettudomány-specifikus episztemológiai meggyőződések, melyek feltáró vizsgálatát végezzük a kutatási programban.

A természettudományos episztemológiai meggyőződések vizsgálatára a leggyakrabban alkalmazott kérdőív a Conley-féle 26 ítemes kérdőív (Conley et al., 2004). A kérdőív alapjául szolgáló elméleti modell a következő dimenziók mentén különíti el a természettudományos episztemológiai meggyőződések: (1) forrás (*source*) – meggyőződések a tudás és a tudományos ötletek forrásáról (pl. tudósok, tanárok, könyvek); (2) bizonyosság (*certainty*) – a helyes válaszok mennyisége és minősége a természettudományos tudás tekintetében; (3) fejlődés (*development*) – a tudományos tudás változásának és megváltoztathatóságának kérdései; (4) indoklás (*justification*) – a kísérletek szerepe és a tudás igazolása (Conley et al., 2004, Korom et al., 2023). A vizsgálatokban a változóközpontú megközelítés mellett hangsúlyos a személyközpontú megközelítés alkalmazása is (Guo et al., 2021).

A tanulók episztemológiai meggyőződései hatással vannak a tanulási és gondolkodási folyamataikra (King & Kitchener, 2002), összefüggnek a tanulmányi teljesítményükkel (Greene et al., 2018; Stoel et al., 2017) és a tanulási motivációjukkal (Guo et al., 2021; Nagy et al., 2021, 2023). A kutatások eredményei alapján a személyes episztemológia, mintegy mentális szűrőként működve, fontos szerepet tölt be az ismeretszerzési folyamatokban, ahol a tanulók új információkkal és azok forrásaival lépnek interakcióba (Hofer & Bendixen, 2012). A fejlett episztemológiai meggyőződések mentális támaszai lehetnek a gondolkodásnak, amikor az egyénnek az áltudományos jelenségekben (pl. oltások, homeopátia, diéták), a tudományhoz és technológiához kapcsolódó etikai dilemmákban (pl. mesterséges intelligencia, génmódosítás, biorobotok) kell az információkat kritikusan értékelniük és döntést hozniuk (Bråten, 2010).

Célok

Kutatásunk célja a természettudományos műveltség néhány összetevőjének vizsgálata általános és középiskolás tanulók, valamint tanárjelöltek körében. Továbbá fejlesztőprogramok kidolgozása az előzetes nemzetközi kutatási tapasztalatok és saját kutatási eredményeink alapján. A fejlesztőprogramok kipróbálása, hatásuk vizsgálata pedagógiai kísérletekben.

Kutatási kérdések

- (1) Milyen a tanulók kutatási készségeinek fejlettsége?
- (2) Milyen fejlettséget, mintázatot mutatnak a tanulók episztemológiai meggyőződéseik és NOS-nézeteik?
- (3) Milyen megértési problémák, tévképzetek azonosíthatók a tanulók természettudományos tudásában?
- (4) Mi jellemzi a tanulók természettudományos tantárgyak iránti attitűdjét, tanulási motivációját?
- (5) Hogyan ítélik meg a középiskolások és a tanárjelöltek a globális kérdésekben való tájékozottságukat?
- (6) Milyen fejlettséget, mintázatot mutatnak a tanárjelöltek episztemológiai meggyőződéseik?
- (7) Hogyan hatnak a fejlesztőprogramok a tanulók természettudományos attitűdjére, tanulási motivációjára, episztemológiai meggyőződéseire, NOS-nézeteire, pályaválasztási terveire?
- (8) Hogyan hat a kisiskolásoknak szóló fejlesztőprogram a tanítók önhatékonyaságára a tanulók kísérletek előkészítése, megvalósítása terén?
- (9) Hogyan vélekednek a tanárok az interdiszciplináris szemléletű tananyagokról és alkalmazásukról?

Módszerek

Minta

Empirikus vizsgálataink általános iskolai mintáját az országos partneriskolai hálózattal rendelkező Szegedi Iskolai Longitudinális Program, illetve szegedi és Szeged környéki iskolák adják. A mérőeszközök fejlesztését, adaptálását lehetővé tevő pilot vizsgálatokba, valamint a középiskolai tanulókkal tervezett mérésekbe szegedi, Szeged környéki és nagykőrösi iskolákat tervezünk bevonni. A tanárjelöltek vizsgálatába a Szegedi Tudományegyetem mellett más egyetemek hallgatóinak bevonását is tervezzük. Amennyiben lehetőség adódik rá, a tanárjelölteknél a természettudomány-környezettan tanári szakon („Z-szakon”) tanulók részmintáját is vizsgáljuk.

A kisiskolásoknak tervezett fejlesztőprogram kipróbálása és hatásának vizsgálata az SZTE Báthory István Gyakorló Gimnázium és Általános Iskolában zajlik. Az interdiszciplináris tananyagok kipróbálásába szegedi iskolákat tervezünk bevonni. A tehetséggondozó szakkör tanulóit a Dél-alföldi régióból toborozzuk.

Tervezett vizsgálatok, fejlesztőprogramok

1. Általános iskolai tanulók kutatási készségeinek, episztemológiai meggyőződéseinek, a tudomány természetéről való nézeteinek, metafizikai tudatosságának, természettudományos tanulási motivációjának vizsgálata; középiskolás tanulók biológiai, fizikai, kémiai tudásának, attitűdjének, tanulási motivációjának vizsgálata

Az általános iskolások körében tervezett kutatásaink relevanciáját adja, hogy nemzetközi és hazai viszonylatban egyaránt kevés információ áll rendelkezésre a vizsgálandó területek fejlődéséről ebben a korosztályban. Ugyanakkor kiemelt életkori szakaszról van szó, hiszen a kognitív fejlődésben a konkrét műveletek szakaszából ekkor történik átlépés a formális

műveletek, az absztrakt gondolkodás szakaszába. A tervezett mérési pontok igazodnak a hazai természettudományos nevelés szakaszaihoz. A természettudomány-tanulás kezdeti szakaszának végén (4. évfolyam), az integrált 5–6. évfolyamos természettudományos tanulmányok végén (6. évfolyam) és a természettudományok diszciplináris szemléletű szakaszában (7. évfolyam) tervezünk keresztszeti vizsgálatokat. A középiskolai felméréseket 9–10. évfolyamon tervezzük. A kutatási készségek és a metafogalmi tudatosság vizsgálata terveink szerint longitudinális lesz, két-két adatfelvétellel. Eredményeinket felhasználjuk a fejlesztőprogramok tervezésénél, a mérőeszközöket a pedagógiai kísérletek elő- és utóméréseiben.

2. Tanárjelöltek episztemológiai meggyőződéseinek és globális kompetenciájának vizsgálata

Az episztemológiai meggyőzések mentális szűrőként működnek az ismeretszerzésben, az új tudás elsajátításában, befolyásolják a tudományos gondolkodást, a tudomány szerepéről, működéséről való gondolkodást, az adatok, bizonyítékok értékelését, a tudományos és az áltudományos információk megkülönböztetését. A tanulók episztemológiai meggyőződéseinek fejlődését jelentős mértékben befolyásolják a tanárok episztemológiai meggyőzödései. A tanárjelöltek vizsgálata ezért fontos visszajelzéssel szolgálhat a tanárképzés számára a képzés különböző szintjein álló, különböző szakokon tanuló hallgatók episztemológiai meggyőzödéseinek fejlettségéről.

Terveink között szerepel továbbá, hogy megvizsgáljuk a különböző (két tantárgy tanítására, illetve az integrált természettudomány tanítására felkészítő) tanári mesterszakokon tanuló egyetemisták attitűdjét, jártasságuk megítélését néhány globális, társadalmilag érzékeny természettudományos kérdés (pl. fenntarthatóság, járványok, klímaváltozás) kapcsán a 2018-as PISA-vizsgálat globális kompetenciát vizsgáló kérdőívének felhasználásával. A természettudományos műveltség komplex fejlesztéséhez olyan szaktárgyi és pedagógiai tartalmi tudás szükséges, amely képes megmutatni az inter- és multidiszciplináris kapcsolatokat, kapcsolatot teremteni a tudomány és a társadalom, a tudomány és a hétköznapiak között.

3. Gondolkodási és kutatási készségek fejlesztése az általános iskola alsó tagozatán

Célunk az alsó tagozatos tanulók számára az életkori sajátosságaiknak megfelelő, a gyermekek által elvégzett egyszerű tevékenységekre alapozott természettudományos fejlesztőprogram kidolgozása, melynek fókuszában a kísérleti tapasztalatszerzésre alapozott gondolkodásfejlesztés és kutatási készségek fejlesztése áll. A program két egymásra épülő részből tevődik össze.

3.1. Betűtanuláshoz kapcsolódó természettudományos tanulói aktivitások

Betűtanuláshoz kapcsolódó tanulói aktivitások, kísérletek fejlesztése, melyek első évfolyamon a Magyar nyelv és irodalom – Olvasás tantárgy keretében, tanórai keretek között megvalósíthatók. A fejlesztett anyagok egy részének kipróbálása tanórai környezetben. Ehhez kapcsolódó 6–8 órás továbbképzés kidolgozása tanítók számára.

3.2. Kisiskoláskori természettudományos fejlesztőprogram

Az általános iskola 2–4. évfolyamán, iskolai keretek között megvalósítható – természettudományos témájú – vizsgálatokat, kísérleteket tartalmazó foglalkozások fejlesztése. A fejlesztett anyagok kipróbálása iskolai környezetben. Ehhez kapcsolódó 10 órás tanári továbbképzés kidolgozása. Terveink között szerepel a vizsgálatok, kísérletek, illetve ezek megvalósításhoz szükséges eszközök leírását tartalmazó digitális vagy nyomtatott módszertani kiadvány készítése, illetve a fejlesztőmunka hatékonyságának vizsgálata elő- és utómérés típusú pedagógiai kísérlet keretében.

A kutatás relevanciáját indokolja, hogy a kisiskoláskor rendkívül fontos időszak a természettudományos érdeklődés és a gondolkodásfejlesztés megalapozása szempontjából. Ugyanakkor a 2020-ban bevezetett Nemzeti alaptanterv (NAT, 2020) jelentős változást hozott a hazai kisiskoláskori természettudományos nevelésben azáltal, hogy a korábbi gyakorlattól eltérően a környezetismeret tantárgy tanítása nem 1. évfolyamtól, hanem 3. évfolyamtól kezdődik. Az első két évfolyamon csak a többi tantárgy tanulásába ágyazva vagy a tanórákon kívüli iskolai tevékenységek során van lehetőség természettudományos témák bevonására.

Az első évfolyamra tervezett program az olvasástanuláshoz kapcsol kísérleteket. Ahogyan a tanulók haladnak a betűk megismerésében a tanév során, az adott betűhöz köthető egyszerű vizsgálatot is elvégeznek, megbeszélik a tapasztalatokat. Mindez támogatja a betűk, hangok elsajátítását az asszociációk, kapcsolatok kialakításával, és segítheti az anyagi tulajdonságok, fizikai jelenségek megfigyelését, az egyszerű kísérleti eszközök használatának megtanulását is (pl. az „V” betű tanulásakor néhány egyszerű kísérletet végeznek, amely révén a víz néhány tulajdonságát is megismerik).

A 2–4. évfolyamra tervezett kísérletezős foglalkozások kibővítik a környezetismeret tantárgy szűkös tanórai időkeretét. Lehetőséget biztosítanak olyan tanórán kívüli, délutáni foglalkozások keretében megvalósuló tanulói tevékenységekre, amelyek előkészítik a tudományos ismeretek elsajátítását és a tudományos gondolkodás megalapozását. A program további hozadéka lehet a tanítók kompetenciáinak, önhatékonyságának fejlesztése a természettudományos gondolkodás tudatos fejlesztése és az egyszerű tanulói vizsgálatok, kísérletek előkészítése és irányítása terén.

4. Interdiszciplináris szemléletű oktatási anyagok általános iskolásoknak, középiskolásoknak

Az általános iskola felső tagozatán, illetve középiskolában alkalmazható interdiszciplináris, STEM-szemléletű oktatási anyagok kidolgozása, amelyek a minden tanuló számára fontos természettudományos műveltség megalapozását célozzák. Támogatják néhány alapvető tudományos fogalom megértését, a természettudományos gondolkodás, az episztemológiai meggyőződések, a NOS-nézetek és a természettudományokhoz való viszony formálódását, a tanulás tanulását.

A tartalmak kapcsolódnak a tanulók tapasztalataihoz, érdeklődéséhez, a mindennapokban is előforduló fontos témákhoz (pl. fenntarthatóság, technológiai fejlődés, egészség megővése), ugyanakkor a személyes kontextus mellett megmutatják a helyi vagy globális szempontokat, társadalmi vonatkozásokat is. Az oktatási anyagok digitális formában lesznek elérhetők. Beilleszthetők a tantárgyankénti, diszciplináris szemléletű oktatásba, de alkalmazhatók az integrált természettudományos nevelésben is. Az oktatási anyagokban tervezett feladattípusok, tanulói tevékenységek többféle oktatási módszerre, eljárásra (pl. kutatásalapú tanulás, problémaalapú tanulás, vita, szövegfeldolgozás) épülnek, a tanulók aktív tevékenységére alapoznak.

Célunk a tudományos szemléletmód fejlesztése, a tudomány és az áltudomány közötti különbségek megmutatása, az információk kritikus értékelésének elősegítése. A kidolgozott foglalkozások megvalósíthatóságát, hatását, a róluk alkotott tanári és tanulói véleményeket tanórákon vagy szakköri foglalkozásokon tervezzük vizsgálni esettanulmány és kérdőíves vizsgálat keretében.

A kutatást indokolja, hogy az általános iskola felső tagozatán a természettudományos nevelés leginkább diszciplináris módon szerveződve, a biológia, kémia, fizika és földrajz tantárgyak keretében valósul meg. Középiskolában az iskolatípustól, illetve korosztálytól függően tantárgyi vagy integrált keretek között is folyhat. A tantárgyakra bontott oktatás nehézsége, hogy a tanulók nem, vagy csak nehezen látják meg az összefüggéseket a diszciplinák között, a tudásuk széttagolt, szigetszerű. A szűkös időkeret, a tananyag fesztett tempóban történő feldolgozása során ritkán van lehetőség az ismeretek összekapcsolására, a

jelenségek komplex, többszemponútú megközelítésére. A Nemzeti alaptanterv (NAT 2020) lehetőséget biztosít arra, hogy a természettudományos nevelés az általános iskola felső tagozatán integrált formában is megvalósulhasson. Elérhetők ehhez tankönyvek is. A programunk újdonsága, hogy az interdiszciplináris szemléletmód mellett hangsúlyt fektet a tudományos gondolkodás, szemléletmód fejlesztésére és a tudomány működésével, természetével kapcsolatos nézetek, meggyőződések formálására is.

5. Tehetséggondozó foglalkozások a modellezési és problémamegoldó készségek fejlesztésére

A középiskolásoknak szóló tehetséggondozó szakkör kidolgozása és hatásának vizsgálata az SZTE TTIK Fizikai Intézetével közösen valósul meg. A program a szakértői tudás fejlesztését, a fizika, mérnöki szakok irányába történő pályaeorientációt, a továbbtanuláshoz szükséges elmélyültebb tudás és készségek megszerzését támogatja. Olyan diákokat kíván megszólítani, akik érzékenyek a fizikához köthető problémák iránt, szívesen foglalkoznak kihívást jelentő, a tudás alkalmazását, új ötletek kidolgozást, kritikai gondolkodást igénylő feladatokkal. A szakkör foglalkozásai, tevékenységei a modellezési és a problémamegoldó készségek fejlesztésére irányulnak, ami csoportmunkában valósul meg. A diákok személyes jelenléttel, illetve online is bekapcsolódhatnak, és közösen dolgoznak az előre meghatározott problémákon. A szakkörrel felvett videók utólag visszanezeshetők, ami akkor is hasznos, ha a hallgató elmaradt a modellezésben és akkor is, ha gyakorolni akar. Ez a munkaforma kapcsolódik a középiskolások diákköri kutatómunkáihoz is.

A program koncepciójában, módszereiben kapcsolódik a Fizikai Intézet által elnyert, „Problem solving methods for Engineering Physics” című, a Lundi Egyetemmel közös EUGLOH-pályázatához, amely egyetemisták körében fejleszti a modellezési és problémamegoldó készségeket. Ezt a programot terjesztik ki a középiskolai tehetséggondozásra. Egy középiskolai pilot szakkör tapasztalatai alapján a cél egy országos lefedettséget biztosító online középiskolai modellezési, problémamegoldási szakkör indítása.

Az SZTE TTIK Fizikai Intézetében több éves hagyománya van a középiskolai korosztályt megcélzó tehetséggondozásnak. Mindez különböző formákban valósul meg. A szakkörök tartása (diákolimpiai felkészítő szakkör fizikából és asztrofizikából, valamint a tanári igényekre reagálva, az utóbbi időben alapozó mérőszakkörök is) mellett lehetőséget biztosítanak középiskolásoknak kutatómunka végzésére is. Több diák szerepelt már a felkészítésükkel az OTDK középiskolai szekciójában. Ezeken túl tudománynépszerűsítő foglalkozásokat is tartanak, amelyekből kiemelkedik a KísérletEST nevű tematikus bemutató-sorozat, valamint az egyetemi kutatólaboratóriumok látogatásának lehetősége. Mindezen tevékenységek célja a természettudományos pályák népszerűsítése, a továbbtanulási célok befolyásolása. Ugyanakkor kevés adat áll rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy mennyire hatékonyak ezek a tevékenységek. Tervezzük ezért, hogy megvizsgáljuk, hogy a bekapcsolódó diákok pályaválasztási attitűdjében milyen változásokat okoz, ha részt vesznek a Fizikai Intézet által szervezett programokon.

A tervezett fejlesztés célja a tehetséggondozás, pályaeorientáció, a kutatás-fejlesztés utánpótlása. Napjainkban nagy a természettudományi, informatikai, mérnöki diplomával rendelkezők iránti munkaerőpiaci igény, ugyanakkor egyre csökken a fiatalok érdeklődése a természettudományok és a matematika iránt. Ez a probléma nem újkeletű, közel két évtizeddel ezelőtt felhívta rá a figyelmet az európai természettudományos oktatás helyzetét elemző Rocard-jelentés (Rocard et al., 2007). A 2021-es OECD-adatok alapján a hazai felsőoktatásban tanulók – alap-, mesterszakos és doktori hallgatók – 23%-a végez STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) szakokon (OECD, 2023c). A STEM alapszakokat megkezdő hallgatók 68%-a szerez diplomát bármilyen szakon az elméleti képzési idő 3 éves távlatában, és csak 56%-a végez STEM tudományterületeken (OECD, 2023c). Tehát nemcsak a hallgatók „bevonása”, megtartása is fontos feladat. A lemorzsolódás oka lehet többek között az alapvető

szaktárgyi ismeretekben és a természettudományok tanulásához szükséges készségek (pl. matematikai, gondolkodási készségek) fejlettségében jelentkező hiányosság. A középiskolásoknak tervezett szakköri foglalkozások mellett, hogy segíthetik a tehetségek kibontakozását, támogathatják a sikeres egyetemi tanulmányokhoz szükséges tudás, szemléletmód megszerzését is.

Mérőeszközök, eljárások

A kutatási készségek vizsgálatát kisiskoláskorban a Science-K Inventory tesztel (Koerber et al. 2019; Nagy & Korom, 2023) végezzük. Idősebb tanulónál saját fejlesztésű tesztet használunk. Ugyancsak saját fejlesztésű mérőeszközt használunk a metafogalmi tudatosság vizsgálatában (Korom & Csíkos, 2024). Az episztemológiai meggyőződések a Conley-féle kérdőív magyarra adaptált változatával (Korom et. al., 2023), a NOS-nézeteket az általunk magyar nyelvre adaptált SINOS-kérdőívvel (Chen et al., 2013, Nagy & Korom, 2025), a természettudományok tanulási motivációt a magyar nyelvre adaptált SMQ II kérdőívvel (B. Németh et al., 2022; Glynn et al., 2011) mérjük. A globális kérdésekben való jártasság vizsgálatában a PISA 2018 felmérésben használt kérdőívet (OECD, 2018) vesszük alapul.

A kisiskoláskori fejlesztőprogramnál esettanulmányt, az interdiszciplináris tananyagok kipróbálásánál elő- és utóméréses, kísérleti és kontrollcsoportos pedagógiai kísérletet és tanári kérdőíves vizsgálatot/interjút tervezünk. A tehetséggondozó szakkört elő- és utómérés típusú pedagógiai kísérletben vizsgáljuk. Ennek keretében a fizika iránti érdeklődés, attitűd, karriercélok mérésére kérdőívet dolgozunk ki, amellyel azonosítani tudjuk a tehetséggondozásba bevont tanulók irányultságát (természetmegfigyelési, technológiai irányultság, matematikai), valamint azt, hogy elméleti vagy inkább kísérleti beállítottságúak.

Terveink szerint a kérdőíves vizsgálatok, valamint a tudás- és képességtesztek felvétele számítógépalapon zajlik. Az adatfelvételeket a kutatócsoport tagjai a partneriskolák pedagógusainak bevonásával végzik. Az adatok leíró statisztikai elemzéséhez az SPSS, a mérőeszközök belső szerkezetének vizsgálatához és validációjához az Mplus, a változók közötti kapcsolatok strukturális egyenletekkel való modellezéséhez (Structural Equation Modeling, SEM) a Jamovi programot használjuk. Kutatásainkban a változóközpontú megközelítések mellett az episztemológiai meggyőződések kapcsán személyközpontú megközelítést is alkalmazunk, ehhez látens profil elemzést végzünk (LPA), ami lehetővé teszi a csoporton belüli mintázatok megismerését és fejlődésének nyomon követését. A kvantitatív módszerek mellett kvalitatív módszereket is alkalmazunk: a foglalkozások megfigyelését, tanítói, tanulói interjút. Az interjút elemzésénél a résztvevők válaszait AI-alapú beszédfelismerő szoftver segítségével (pl. Whisper (OpenAI)) szöveges fájlkká alakítjuk, majd tartalomelemző szoftverrel (pl. ATLAS.ti, Voyant Tools) elemezzük.

A kutatás résztvevői, személyi és intézményi feltételek

Kutatócsoport vezetője

Dr. Korom Erzsébet

tanszékvezető, habilitált egyetemi docens, SZTE Neveléstudományi Intézet, Oktatáselmélet Tanszék

biológia-kémia szakos középiskolai tanári végzettség, PhD-fokozat, több mint 30 éves felsőoktatási, kutatási tapasztalat a természettudományos nevelés terén (kutatási területek: fogalmi fejlődés, természettudományos gondolkodás fejlődése, fejlesztése, oktatási módszerek), kutatócsoport-vezetői, mérés-értékelési, digitálistananyag-fejlesztői tapasztalatok

tervezett feladatok: a kutatócsoport munkájának tervezése, szervezése, koncepció kidolgozása, közreműködés a feltáró vizsgálatokban, a tananyagfejlesztésben, a fejlesztő kísérletek megvalósításában

Szakmai megvalósítók

Dr. B. Németh Mária

egyetemi adjunktus, SZTE Neveléstudományi Intézet, Pedagógiai Értékelés és Tervezés Tanszék

biológia-kémia szakos középiskolai tanári végzettség, PhD-fokozat, közoktatási és felsőoktatási tanítási tapasztalat, több mint 30 éves kutatói tapasztalat a természettudományi tudás értékelése területén, tantervfejlesztési, feladatírási tapasztalat

tervezett feladatok: mérőeszközök fejlesztése, adatgyűjtések koordinálása, adatelemzés

Dr. Nagy Márió Tibor

egyetemi tanársegéd, SZTE Neveléstudományi Intézet, Nevelélmélet Tanszék

biológia-kémia szakos középiskolai tanári végzettség, közoktatási tanítási tapasztalat, felsőoktatási tanítási és kutatási tapasztalat, digitálistananyag-fejlesztői tapasztalat

tervezett feladatok: közreműködés a feltáró vizsgálatok (tanulók, tanárjelöltek) megvalósításában, az interdiszciplináris feladatok kidolgozásában, kipróbálásában

Dr. Bónus Lilla

egyetemi tanársegéd, SZTE Neveléstudományi Intézet, Nevelélmélet Tanszék

biológia-kémia szakos középiskolai tanári végzettség, felsőoktatási tanítási és kutatási tapasztalat, digitálistananyag-fejlesztői tapasztalat

tervezett feladatok: közreműködés a feltáró vizsgálatok (tanulók) megvalósításában, az interdiszciplináris feladatok kidolgozásában, kipróbálásában

Prof. Dr. Bozóki Zoltán József

MTA doktora, egyetemi tanár, tudományos tanácsadó, okleveles fizikus, SZTE TTIK Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék, MTA-SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport; több mint 30 éves felsőoktatási, kutatási tapasztalat a fotoakusztikus mérési módszerek optimalizálása, kutatása, a fotoakusztikus mérőrendszerek fejlesztése földgázipari, klímakutatási és környezetvédelmi alkalmazások területén; pályaorientációs, tudománynpszerűsítő tevékenységek

tervezett tevékenység: tehetséggondozó fizikaszakköri foglalkozások kidolgozása, megvalósítása

Prof. Dr. Földi Péter

MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, SZTE TTIK Fizikai Intézet, Elméleti Fizika Tanszék; több mint 20 éves felsőoktatási tapasztalat, kutatási tapasztalat az elméleti fizika, a fény-anyag kölcsönhatás leírása, kvantumoptika területén; szakmai tapasztalatok a tehetséggondozásban, tudománynpszerűsítésben

tervezett tevékenység: tehetséggondozó fizikaszakköri foglalkozások kidolgozása, megvalósítása

Dr. Kopasz Katalin

egyetemi adjunktus, a fizika szak módszertan oktatója az SZTE TTIK Fizikai Intézetében, matematika-fizika szakos tanár, kutatótanár az SZTE Báthory István Gyakorló Gimnáziumban; kutatási projektek résztvevője, fizikatankönyvek lektora, több évtizedes tapasztalattal rendelkezik a tehetséggondozásban, tudománynpszerűsítésben

tervezett tevékenység: tehetséggondozó fizikaszakköri foglalkozások kidolgozása, megvalósítása

Csiszár Imre

az SZTE Báthory István Gyakorló Gimnázium fizika-matematika szakos középiskolai tanára, mesterpedagógus, mentorpedagógus, a Szegedi Regionális Természettudományos Diáklaboratórium (SzeReTeD) vezetője, Közoktatási Innovatív Pedagógiai Díjjal kitüntetett pedagógus; szakmai tapasztalat tananyagfejlesztésben, tehetséggondozó foglalkozások kidolgozásában, vezetésében, a Selye János Diáklaborhálózat kiépítésében

tervezett tevékenység: az általános iskola alsó tagozatára tervezett fejlesztőprogramok kidolgozása, kipróbálásának irányítása, a tanítóknak, tanároknak szóló továbbképzések kidolgozása és megvalósítása

Kissné Gera Ágnes

a Szegedi Arany János Általános Iskola nyugalmazott intézményvezetője, biológia-földrajz szakos tanára, mesterpedagógus, jelenleg óraadó, MTA Pedagógus Kutatói Pályadíjjal és Szeged Megyei Jogú Város Pedagógus Életműdíjával kitüntetett pedagógus; szakmai tapasztalat tantervfejlesztésben, tankönyvírásban, tananyagfejlesztésben, kutatási projektek megvalósításában

tervezett tevékenység: tanulási készségek fejlesztését segítő feladatok kidolgozása a természettudományos tantárgyak tananyagába ágyazva, digitális tananyag, kutatásalapú foglalkozások fejlesztése: az áltudományos tartalmak formai, tartalmi jellemzői, eszközrendszere, tudományos és az áltudományos szövegek elemzése

Veres Gábor

a Közgazdasági Politechnikum nyugalmazott biológia-kémia szakos tanára, MTA Pedagógus Kutatói Pályadíjjal kitüntetett pedagógus, tantervfejlesztő, tankönyvíró, European Baccalaureate külső szakértő (biológia, kémia), hazai és nemzetközi kutatási projektek szakmai megvalósítója

tervezett tevékenység: a műveltségi és a szakértői típusú tudás közötti különbségek felismeréséből adódó paradigmaváltás nehézségeinek feltárása a természettudományok általános és középiskolai tanításában, az inter- és multidiszciplináris jellegű természettudományos problémák alkalmazása az oktatásban, tantervelemzés, kontextusháló, mintafeladatok kidolgozása

Czira Beáta

a nagykorösi Arany János Református Gimnázium és Kollégium biológia-kémia szakos középiskolai tanára, az SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola 1. évfolyamos hallgatója

tervezett tevékenység: középiskolások környezeti tudásának, környezeti attitűdjének, ökoszorongásának vizsgálata, közreműködés az interdiszciplináris feladatok kidolgozásában

D. Nagy Fruzsina

matematika-kémia szakos középiskolai tanár, az SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola 2. évfolyamos hallgatója, felsőoktatási demonstrátori és oktatói tapasztalat (SZTE TTIK Bolyai Intézet, SZT BTK Neveléstudományi Intézet)

tervezett tevékenység: matematikai alapkészségek, kémiatanulási motiváció és a tanulmányi eredményesség vizsgálata egyetemisták körében, közreműködés az interdiszciplináris feladatok kidolgozásában

Gyarmati Marcell

biológia-kémia szakos tanár, gyakorló pedagógus (Szegedi Alsóvárosi Általános Iskola, Alföldi ASzC Gregus Máté Mezőgazdasági Technikum és Szakképző Iskola), az SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola 1. évfolyamos hallgatója

tervezett tevékenység: tanárjelöltek, tanítók vizsgálata laborszorongás témában, közreműködés az interdiszciplináris feladatok kidolgozásában

Kovács Kincső

biológia-kémia szakos középiskolai tanár, az SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola 1. évfolyamos hallgatója

tervezett tevékenység: középiskolások kémiatanulási motivációjának, kémiatudásának (megértési problémák, tévképzetek) és metafogalmi tudatosságának vizsgálata, közreműködés az interdiszciplináris feladatok kidolgozásában

Személyi és intézményi feltételek

A kutatócsoport tagjai szerteágazó természettudományos és pedagógiai tudással, közoktatási és felsőoktatási tanítási tapasztalattal, sokrétű kutatási tapasztalattal rendelkeznek. A résztvevők között vannak neveléstudományi kutatók és doktori hallgatók, fizikus oktatók, kutatók, általános és középiskolai tanárok, mentortanárok. A kutatócsoport tagjai közül többen is jártasak tanterv- és tananyagfejlesztésben, tankönyvírásban, tehetséggondozásban, tanártovább-képzésben, tudománynépszerűsítésben. A munkába bevont PhD-hallgatók kutatási témái a természettudományos neveléshez, gondolkodásfejlesztéshez kötődnek, a projektben végzett vizsgálataikat beépíthetik a disszertációjukba, hasznosíthatják későbbi kutatómunkájukban.

A kutatócsoport tagjai közül hét kolléga (Korom Erzsébet, B. Németh Mária, Kissné Gera Ágnes, Veres Gábor, Csizsár Imre, Bónus Lilla, Nagy Márió Tibor) több éven át dolgozott együtt az SZTE Neveléstudományi Intézetéhez, illetve az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoportjához kötődő projektekben. Például a „Diagnosztikus mérések fejlesztése” projektben vagy az Európai Unió FP7-es keretprogramjának PRIMAS és SAILS projektjeiben, az MTA Szakmódszertani Pályázatában. Az együttműködés 2016 és 2020 között az MTA Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programjában folytatódott. Az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoportban nemzetközi és hazai tanulmányokban publikált oktatásmódszertani fejlesztéseket dolgoztunk ki. Ilyen például a digitálisjáték-alapú kutatásalapú tanulást támogató BioTudós program (Bónus et al., 2024), a középiskolai kémiatanításba építhető kutatásalapú foglalkozás (Orosz et al., 2023), a kémiai kísérletek tervezését, kivitelezését támogató vegyszer- és kísérletadatbázis (Kovács et al., 2021). [Gondolkodtató természettudomány-tanítás](#) címmel ötkötetes tanári kézikönyv-sorozatot jelentettünk meg a természettudományos gondolkodás műveleteinek fejlesztéséhez (Kisiskoláskor, Fizika, Kémia, Biológia, Komplex természettudomány). Ezt követően négy kolléga (Korom Erzsébet, Kissné Gera Ágnes, Nagy Márió Tibor, Bónus Lilla) 2021 és 2025 között a természettudományos gondolkodás személyre szabott fejlesztését célzó munkacsoportban dolgozott együtt az MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoportban. Jelen pályázat keretében szeretnénk folytatni az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoportban megkezdett kutatásainkat, együttműködve az SZTE Fizikai Intézetének munkatársaival, valamint az ELTE oktatójával, Weiszbürg Tamással, aki a „Z-szak” megalapítója.

Sikeres pályázatok esetén együttműködést tervezünk a gondolkodásvizsgálatok terén az MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoporttal, továbbá a metafogalmi tudatosság vizsgálatában az MTA-SZTE Metakogníció Kutatócsoporttal. Nemzetközi kutatói együttműködést alakítunk ki a svéd Lund University kutatóival. A mérőeszközök fejlesztése kapcsán folytatjuk az együttműködést német és indonéz kutatókkal.

A kutatócsoport a megvalósítás során támaszkodik SZTE Neveléstudományi Intézet, az SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola, az SZTE Fizikai Intézet, az SZTE Báthory István Gimnázium és Általános Iskola, valamint Szegedi Regionális Természettudományos Diáklaboratórium által biztosított szakmai tapasztalatokra, személyi és infrastrukturális feltételekre.

A kutatás megvalósításába a szakmai megvalósító kollégákon kívül bevonunk pedagógusokat, iskolai koordinátorokat. További segítők a fejlesztőanyagok, kiadványok

formázásában közreműködő szövegszerkesztők, a honlap fejlesztését és az interaktív feladatok programozását végző informatikusok, a szakmai anyagok lektorai, valamint a kutatás szervezésében és az adminisztratív feladatok ellátásában segítő kollégák.

A tervezett feladatok ütemezése a kutatási időszakra

2025. szeptember – 2026. augusztus

- A tanulók és tanárjelöltek vizsgálatának előkészítése a kutatási készségek, episztemológiai meggyőződések, NOS-nézetek, természettudományok tanulási motivációja, globális kompetencia témákban: szakirodalmi áttekintések, közvetlen kutatási előzmények feltárása, mérőeszközök előkészítése, a minták kiválasztása, az adatfelvételek szervezése.
- Kérdőív kidolgozása a tehetséggondozó fizikaszakkör elő- és utóméréséhez.
- A kisiskoláskori két fejlesztőprogram anyagának és tanítói, tanári képzésének kidolgozása.
- Az interdiszciplináris szemléletű tananyagok fejlesztési koncepciójának kidolgozása: tantervek elemzése, tartalmak kiválasztása.
- A tehetséggondozó fizikaszakkör anyagának, menetének kidolgozása.

2026. szeptember – 2027. augusztus

- A tanulók és tanárjelöltek vizsgálatának adatfelvételei, az adatok elemzése, publikációk írása.
- Szakirodalmi áttekintések készítése, mérőeszközök adaptálása vagy fejlesztése (pilot vizsgálatok) a környezeti attitűd, környezeti tudás, ökoszorongás, kémiai tévképzetek, kémiai metafogalmi tudatosság, laborszorongás témákban.
- A Betűtanuláshoz kapcsolódó természettudományos tanulói aktivitások című fejlesztőprogramban a tanítók felkészítése, a foglalkozások kipróbálása, kvalitatív vizsgálatok (megfigyelések, interjúk).
- Interdiszciplináris szemléletű digitális tananyagok fejlesztése.
- A tehetséggondozó fizikaszakkör megvalósítása, elő- és utómérés lebonyolítása.
- Szakmai nap szervezése a kutatócsoport partneriskoláinak, az eredmények disszeminációja.

2027. szeptember – 2028. augusztus

- A tanulók és tanárjelöltek vizsgálatának további adatfelvételei, az adatok elemzése, publikációk írása.
- A pilot vizsgálatok eredményeinek elemzése, konferencia-anyagok, tanulmányok készítése.
- Kisiskoláskori természettudományos fejlesztőprogramban a tanárok felkészítése, a foglalkozások kipróbálása, kvalitatív vizsgálatok (megfigyelések, interjúk).
- Az interdiszciplináris digitális tananyagok kipróbálása, elő- és utómérések lebonyolítása.
- A tehetséggondozó fizikaszakkör tapasztalatai: adatok feldolgozása, publikáció írása.

2028. szeptember – 2029. augusztus

- A felmérések eredményeinek publikálása.
- A kisiskoláskori fejlesztőprogramok kipróbálásának tapasztalatai: adatok feldolgozása, esettanulmány írása; a fejlesztőprogramok anyagaiból tanítók, tanárok számára oktatási segédanyag készítése, közzététele.
- Az interdiszciplináris digitális tananyagok véglegesítése, adatok elemzése, publikáció írása.
- A tehetséggondozó fizikaszakkör videós anyagainak közzététele, a szakkör menetének kidolgozása az országos szintű meghirdetéshez.
- Szakmai rendezvények szervezése, az eredmények disszeminációja.

A kutatómunka várható eredményei, hasznosítása

A kutatómunka során több témában újszerű, nemzetközi viszonylatban is jelentős eredmény születhet. Kutatási eredményeinket nemzetközi folyóiratokban (évente minimum 2 db Q1 vagy Q2 besorolású tanulmány), hazai bírálati rendszerű folyóiratokban, nemzetközi (EARLI JURE, EARLI) és hazai (PÉK, ONK) konferenciákon publikáljuk. A fejlesztőprogramok anyagát digitális formában közzétesszük a kutatócsoport honlapján.

A disszeminációs tevékenységek részeként eredményeinket megismertetjük a kutatócsoport és a SzeReTeD labor partneriskolaival, a természettudományos tanárképzés szakmodszertanos oktatóival, a Dél-alföldi régió természettudományos tantárgyakat oktató pedagógusaival, tanárjelöltekkel. Műhelyfoglalkozásokat szervezünk, ahol lehetőség nyílik a szakmai diskurzusra és tapasztalatcserére. A kutatócsoport tagjai rendszeresen tartanak előadásokat hazai és külföldi tanároknak, vesznek részt nyári egyetemeken. Ezek a fórumok is alkalmasak a tudásmegosztásra, a kutatásba bevont témák megvitatására.

Vizsgálataink eredményei felhasználhatók a tanterv- és tananyagfejlesztésben, a tanárképzésben, a középiskolai tehetséggondozásban, az általános iskolai, középiskolai természettudományos tanórákon vagy tanórán kívüli foglalkozásokon. A fejlesztőprogramok és tapasztalataik beépíthetők a tanító- és tanárképzésbe. A kutatási eredmények és az interdiszciplináris tananyagok megismertethetők a tanár szakos hallgatókkal a kutatócsoport tagjai által tartott egyetemi kurzusokon.

Irodalom

- Adey, P. & Csapó, B. (2012). A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In B. Csapó & G. Szabó (Eds.), *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez* (pp. 17–58). Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Aikenhead, G.S. (2007). *Expanding the research agenda for scientific literacy*. Paper presented to the Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction. Uppsala University, Uppsala, Sweden, 28–29 May 2007.
- B. Németh, M., & Korom, E. (2012). A természettudományos műveltség és az alkalmazható tudás értékelése. In B. Csapó & G. Szabó (Eds.), *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez* (pp. 59–92). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- B. Németh, M., Tóth, E., Csíkos, Cs., & Korom, E. (2022). A természettudomány tanulásának motivációi a 6. és a 8. évfolyamon. *Magyar Tudomány*, 183(11), 1407–1419.
- Bónus, L., & Csapó, B. (2022). A magyar és az amerikai természettudomány-tanítás tartalmának összehasonlító elemzése az új sztenderdek tükrében. *Magyar Pedagógia*, 122(4), 189–211. <https://doi.org/10.14232/mped.2022.4.189>
- Bónus, L., Antal, E. & Korom, E. (2024). Digital game-based inquiry learning to improve eighth graders' inquiry skills in biology. *Journal of Science Education and Technology*, 33, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10096-x>
- Bråten, I. (2010). Personal epistemology in education: Concepts, issues, and implications. In E. Baker, B. McGaw, & P. Peterson (Eds.), *Vol. 5. International encyclopedia of education* (pp. 211–217). Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.00480-2>
- Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heidemann, Portsmouth NH.
- Chen, S., Chang, W.-H., Lieu, S.-C., Kao, H.-L., Huang, M.-T., & Lin, S.-F. (2013). Development of an empirically based questionnaire to investigate young students' ideas about nature of science: Students' ideas about nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(4), 408–430. <https://doi.org/10.1002/tea.21079>
- Cho, M.-H., Lankford, D.M., & Wescott, D.J. (2011). Exploring the relationships among epistemological beliefs, nature of science, and conceptual change in the learning of evolutionary theory. *Evolution: Education and Outreach* 4, 313–322. <https://doi.org/10.1007/s12052-011-0324-7>
- Chrappán, M. (2017). A természettudományi tárgyak helyzete és elfogadottsága a közoktatásban. *Magyar Tudomány*, 178(11), 1352–1368. <http://dx.doi.org/10.1556/2065.178.2017.11.3>
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Santibáñez, D., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A critical review of students' and teachers' understandings of nature of science. *Science & Education*, 28, 205–248. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>

- Conley, A.M.M., Pintrich, P.R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29(2), 186–204.
- Csapó, B. (2000). A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. *Magyar Pedagógia*, 100(3), 343–366.
- Csikós, Cs. (2012). Melyik a kedvenc tantárgyad? Tantárgyi attitűdök vizsgálata a nyíltvégű írásbeli kikérdezés módszerével. *Iskolakultúra*, 22(1), 3–13.
- Czető, K. (2022). Mit gondolnak a tanulók és tanárok az iskoláról? Egy iskolaiattitűd-kutatás eredményei. *Iskolakultúra*, 32(8–9), 30–52. <https://doi.org/10.14232/iskkult.2022.8-9.30>
- Dunbar, K.N. & Klahr, D. (2012). Scientific thinking and reasoning. In K.J. Holyoak & R.G. Morrison (Eds.), *The Oxford handbook of thinking and reasoning* (701–718). Oxford Handbooks Online. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734689.013.0035>
- Deng, F., Chen, D.-T., Tsai, C.-C., & Chai, C.S. (2011). Students' views of the nature of science: a critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961–999. <https://doi.org/10.1002/sce.20460>
- diSessa, A. A. (2014). A history of conceptual change research: Threads and fault lines. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 88–108). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.007>
- Fernengel, A. (2002). A kémia tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai. *Új Pedagógiai Szemle*, 52(9), 68–82.
- Glynn, S.M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasoobshirazi, G. (2011). Science Motivation Questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159–1176. <https://doi.org/10.1002/tea.20442>
- Greene, J.A., Cartiff, B.M., & Duke, R.F. (2018). A meta-analytic review of the relationship between epistemic cognition and academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 110(8), 1084–1111. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000263>
- Guo, J., Hu, X., Marsh, H.W., & Pekrun, R. (2021). Relations of epistemic beliefs with motivation, achievement, and aspirations in science: Generalizability across 72 societies. *Journal of Educational Psychology*, 114(4), 734–751. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000660>
- Hodson, D. (2014). Nature of science in the science curriculum: Origin, development and shifting emphases. In M.R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 911–970), Springer.
- Hofer, B.K., & Bendixen, L.D. (2012). Personal epistemology: Theory, research, and future directions. In K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, C. B. McCormick, G. M. Sinatra, & J. Sweller (Eds.), *APA educational psychology handbook, Vol. 1: Theories, constructs, and critical issues* (pp. 227–256). American Psychological Association.
- Hofer, B.K., & Pintrich, P.R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88–140. <https://psycnet.apa.org/doi/10.2307/1170620>
- Józsa, K., Kis, N. & Huang, S. Y. (2017). Mastery motivation in school subjects in Hungary and Taiwan. *Hungarian Educational Research Journal*, 7(2), 158–177.
- Kádár, A. & Farsang, A. (2019). Általános iskolai és középiskolás diákok lemeztectonikai tévképzetei egy kvalitatív, keresztmetszeti vizsgálat tükrében. *Magyar Pedagógia*, 119(1), 19–52. <https://doi.org/10.17670/MPed.2019.1.19>
- King, P. M., & Kitchener, K. S. (2002). The reflective judgment model: Twenty years of research on epistemic cognition. In B.K. Hofer & P.R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 37–61). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Koerber, S., Osterhaus, C., & Sodian, B. (2015). Testing primary-school children's understanding of the nature of science. *British Journal of Developmental Psychology*, 33(1), 57–72. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12067>
- Koerber, S. & Osterhaus, C. (2019). Individual differences in early scientific thinking: Assessment, cognitive influences, and their relevance for science learning. *Journal of Cognition and Development*, 20(4), 510–533. <https://doi.org/10.1080/15248372.2019.1620232>
- Korom, E. (2002). Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai: természettudományos tévképzetek. In B. Csapó (Ed.), *Az iskolai tudás* (pp. 149–176). Osiris Kiadó.
- Korom, E. (2005). *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó.
- Korom, E. & Szabó, G. (2012). A természettudomány tanításának és felmérésének diszciplináris és tantervi szempontjai. In B. Csapó & G. Szabó (Eds.), *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez* (pp. 93–150). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

- Korom, E. (2022). A tanulói tévképzetektől a gondolkodási képességekig: A természettudományos gondolkodás szerepe a fogalmi váltásban. *Iskolakultúra*, 32(11), 98–112. <https://doi.org/10.14232/iskkult.2022.11.98>
- Korom, E., & Csíkos, Cs. (2024). A metafogalmi tudatosságot matematikai és természettudományos tartalom vizsgáló teszt kidolgozása. In V. Bocsi & C. Csók (Eds.), *XXIV. Országos Neveléstudományi Konferencia: Absztraktkötet: Oktatás és nevelés a társadalmi jóllét szolgálatában. A nevelés és az oktatás kihívásai a válságok korában*. Debreceni Egyetem.
- Korom, E., & Purák, S. (2024). Általános iskolások és gimnazisták kémia tantárgyi attitűdje, tanulási motivációja és a kémia tanulásával kapcsolatos véleménye. *Iskolakultúra*, 34(9), 17–38. <https://doi.org/10.14232/iskkult.2024.9.17>
- Korom, E., Nagy, M.T. & Majkić, M. (2023). First-year teacher education students' epistemological beliefs about science and history: Domain-specific profiles and relationships. *Science & Education*, <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00483-y>
- Kovács, L., Betyár, G., & Korom, E. (2021). An integrated database of common chemicals and chemistry demonstrations and student experiments used in Hungary. *Journal of Chemical Education*, 98(12), 3813–3823. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00540>
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331–359.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Lawrence Erlbaum.
- Liu, X. (2013). Expanding notions of scientific literacy: A reconceptualization of aims of science education in the knowledge society. In N. Mansour & R. Wegerif (Eds.), *Science education for diversity – theory and practice* (pp. 23–39). Springer.
- Malmos, E. & Chrappán, M. (2016). Természettudományos attitűd vizsgálat egy pilot mérés tükrében, *Educatio*, 25(4), 608–616.
- Muis, K. R., Trevors, G., Duffy, M., Ranellucci, J., & Foy, M. J. (2016). Testing the TIDE: Examining the nature of students' epistemic beliefs using a multiple methods approach. *The Journal of Experimental Education*, 84(2), 264–288. <https://doi.org/10.1080/00220973.2015.1048843>
- Nagy, M. T., & Korom, E. (2022). A tudomány természete (Nature of Science, NOS) és szerepe a természettudományos nevelésben. *Iskolakultúra*, 32(7), 84–102. <https://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/44002>
- Nagy, M. T., & Korom, E. (2023). Measuring scientific reasoning of fourth graders: Validation of the Science-K Inventory in paper-based and computer-based testing environments. *Journal of Baltic Science Education*, 22(6), 1050–1062. <https://dx.doi.org/10.33225/jbse/23.22.1050>
- Nagy, M.T., & Korom, E. (2025). Miért fontos a tudomány működésének megértése? – A tudomány természetével kapcsolatos nézetek vizsgálata gimnazisták körében. *Fizikai Szemle*, 75(2), 68–72.
- Nagy, M.T., Korom, E., & Németh, Z. (2023). *High school students' global competence in the context of their epistemological beliefs and motivation to learn chemistry*. [Paper presentation] ESERA 2023 Conference, Cappadocia, Türkiye.
- Nagy, M.T., Korom, E., & Z. Orosz, G. (2021). The relationship between epistemological beliefs and motivation to learn science among sixth graders. [Paper presentation] ESERA 2021 Conference, University of Minho (UMinho), Braga, Portugal
- National Research Council (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Neidorf, T., Arora, A., Erberber, E., Tsokodayi, Y. & Mai, T. (2020). *Student misconceptions and errors in physics and mathematics. Exploring data from TIMSS and TIMSS Advanced*. IEA Research for Education 9, Switzerland: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30188-0>
- OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- OECD. (2018). *PISA 2018 global competence framework*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264307183-en>
- OECD (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing, Paris <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- OECD (2023a), *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD (2023b). *PISA 2025 Science Framework (Second draft)*. https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf

- OECD. (2023c). *Education at a Glance 2023: OECD Indicators*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/e13bef63-en>
- Orosz, G., Németh, V., Kovács, L., Somogyi, Z., & Korom, E. (2023). Guided inquiry-based learning in secondary school chemistry classes: A case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(1), 50–70. <https://doi.org/10.1039/D2RP00110A>
- Özdemir, G. & Clark, D.B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 351–361. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75414>
- Papp, K. & Józsa, K., (2000). Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok? *Fizikai Szemle*, 50(2), 61–67.
- Papp, K., Nagy, A. & Z. Orosz, G. (2020). A kisiskoláskor természettudományos nevelés célja, feladata és keretei. In E. Korom & I. Csiszár (Eds.), *Gondolkodtató természettudomány-tanítás: Kémia* (pp.8–26). Mozaik Kiadó.
- Radnóti, K. (2003). A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai egy vizsgálat tükrében. *Fizikai Szemle*, 53(5), 170–176.
- Radnóti, K. (2009). A természettudományi nevelés és a fizikaoktatás helyzete a 2008-as tanári felmérés tükrében. *Új Pedagógiai Szemle*, 59(3), 3–17.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy / Science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg, Belgium: European Commission. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Rudolph, J. R. (2023). Scientific literacy: Its real origin story and functional role in American education. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(3), 519–532. <https://doi.org/10.1002/tea.21890>
- Sjöström, J. (2024). Vision III of scientific literacy and science education: an alternative vision for science education emphasising the ethico-socio-political and relational-existential. *Studies in Science Education*, 1–36. <https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2405229>
- Stoel, G., Logtenberg, A., Wansink, B., Huijgen, T., Van Boxtel, C., & Van Drie, J. (2017). Measuring epistemological beliefs in history education: An exploration of naïve and nuanced beliefs. *International Journal of Educational Research*, 83, 120–134. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.03.003>
- Tóth, Z. (2000). „Bermuda-háromszögek” a kémiában. *Iskolakultúra*, 10(10), 71–76.
- Tsai, C.-C. (2006). Biological knowledge is more tentative than physics knowledge: Taiwan high school adolescents' views about the nature of biology and physics. *Adolescence*, 41(164), 691–703.
- von Davier, M., Kennedy, A., Reynolds, K., Fishbein, B., Khorramdel, L., Aldrich, C., Bookbinder, A., Bezirhan, U., & Yin, L. (2024). *TIMSS 2023 International Results in Mathematics and Science*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://doi.org/10.6017/lse.tpisc.timss.rs6460>
- Wenning, C.J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education, Online*, 4(2), 21–24.
- Z. Orosz, G. & Korom, E. (2020). Természettudományos nevelés és gondolkodásfejlesztés a kémiatanításban. In E. Korom & V. Németh (Eds.), *Gondolkodtató természettudomány-tanítás: Kémia* (pp.7–18). Mozaik Kiadó.
- Zimmerman, C. (2005). *The development of scientific reasoning skills: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning*. Final draft of a report to the National Research Council Committee on science learning, kindergarten through eighth grade. https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_080105.pdf
- Zimmerman, C. & Klahr, D. (2018). Development of scientific thinking. In J.T. Wixted (Ed.), *Stevens' handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience* (pp. 223–248). Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119170174.epcn407>