

Nagy Lászlóné¹ – Nagy Mórió Tibor²

1 Szegedi Tudományegyetem TTIK Biológiai Szakmódszertani Csoport

2 Szegedi Tudományegyetem TTIK biológiatanár–kémiantanár MSc szak, hallgató

Kutatásalapú tanítás-tanulás a biológiaoktatásban és a biológiatanár-képzésben

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

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

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

A kutatásalapú tanulás várható haszna a természettudományos nevelésben

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

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

Miért igényli a kutatásalapú tanulás a tanári támogatást?

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

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

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

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

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

Miért nem elterjedt a kutatásalapú tanítási megközelítés a tanárok körében?

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

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

Az alábbiakban részletezzük a felsorolt okokat.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A kutatásalapú tanítás biológiaoktatásban való elterjedését befolyásoló tényezők

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

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

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

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

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

A kutatásalapú tanítás beépítése a biológiaoktatásba és a biológiatanár-képzésbe

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

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

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

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

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

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

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

Egy foglalkozásterv kifejlesztésének és kipróbálásának tapasztalatai

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

A foglalkozásterv alkalmazhatósága

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

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

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

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

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

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

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

A foglalkozás célja

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

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

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

A foglalkozás tartalmi egységei és a segédanyagok

A foglalkozás öt tartalmi egységből áll:

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

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

A foglalkozás kipróbálásának körülményei

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

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

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

A foglalkozás kipróbálásának tapasztalatai

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Összegzés

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

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

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

Irodalomjegyzék

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

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

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

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

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

Részletes érettségi követelmények (biológia), 2005

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

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

Spronken-Smith, R. (2008): Experiencing the process of knowledge creation: The nature and use of inquiry-based learning in higher education. 2015. 12. 30-i megtekintés, [https://akoatearoa.ac.nz/sites/default/](https://akoatearoa.ac.nz/sites/default/files/u14/IBL%20-%20Report%20-%20Appendix%20A%20-%20Review.pdf)

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

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

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