

Nagy Lászlóné

SZTE, TTIK Biológiai Szakmódszertani Csoport –
SZTE, BTK Neveléstudományi Intézet Oktatásméleti
Kutatócsoport – SZTE-MTA, Képességekutató Csoport

A kutatásalapú tanulás/tanítás (‘inquiry-based learning/teaching’, IBL) és a természettudományok tanítása

Spronken-Smith (2008) szerint a kutatásalapú tanulás/tanítás (‘inquiry-based learning’, IBL) olyan pedagógia, amely a leginkább biztosítja, hogy a tanulók átéljék a tudásalkotás folyamatait. Legfőbb sajátossága a kutatás által stimulált tanulás, egy tanuló-centrikus megközelítés, ami elmozdulást jelent az önszabályozó tanulás felé, és egyben a tanulás egy aktív megközelítése. Használatával a tanulók kifejlészhetik kutatási készségeiket, és „egész életen át tanuló”-vá válhatnak. Az IBL növelni tudja a tanulók „lefoglaltságát”, a tanulási teljesítményt és a magasabb rendű tanulási kimeneteket. Előnyös a tanárok számára is: lehetővé teszi a tanítás és a kutatás integrációját, növeli a tanítás örömeit és az interakciókat a tanulókkal.

Természettudományos oktatásunk számos problémával küzd: hiányosság mutatkozik a természettudományos ismeretek alkalmazásában, a mindennapi élet problémáinak megoldásában; folyamatosan csökken a tanulók természettudományok iránti motivációja, a természettudományos tantárgyak népszerűsége; a diákok egyre inkább elfordulnak a természettudományos pályáktól. A társadalom rohamos fejlődése következtében több új kihívásnak is meg kell felelnie oktatásunknak: a munkaerőpiacon eredményesen alkalmazható műveltség, szaktudás közvetítése szükséges; fel kell készíteni a diákokat a változásokhoz való alkalmazkodásra, a folyamatos, egész életen át tartó tanulásra.

A magyar iskolák a természettudományt alapvetően önmagában zárt, a köznapoktól elkülönült világnak mutatják be, és a gyerekek többségében ez a viszony rögzül is. Ez nem annyira a kutatói utánpótlásra, mint a szélesebb nyilvánosság és a természettudomány kapcsolatának alakulására van rossz hatással (Patkós, 2008). Többen a magyarországi természettudományos nevelés válságáról (például Nahalka, 1999; Papp, 2001), illetve a hagyományos pedagógiai kultúra csődjéről (Nagy, 2007) beszélnek. A kiutat a konstruktív pedagógia alkalmazásában (például Nahalka, 2001; Radnóti és Kiss, 2001), a kompetencia-alapú fejlesztésben (Havas, 2007; Nagy, 2000; Zátanyi, 2001a), egy kompetencia-alapú, kritériumorientált pedagógia bevezetésében (Nagy, 2007), illetve a természettudományos tantárgyak vonzóvá tételében (például Papp és Nagy, 2005, 2007; Revákné, 2002; Zátanyi, 2007) látják.

A külföldi tapasztalatok azt mutatják, hogy az oktatási módszerek megváltoztatásával, esetleg új módszerek bevezetésével javíthatunk a helyzeten. Az IBL módszer használatával növelhető a tanulók motivációja (a tanulók aktív bevonása a tanulási folyamatba); elmozdulás következhet be a tanárcentrikus tanítástól a tanulócentrikus megközelítés

felé; több lehetőség biztosítható a tanulóknak a saját tanulásukra való reflexióra, elősegíthető a tananyag megértése, jobb kritikai gondolkodókká válhatnak a diákok.

Hazánkban még alig ismert az IBL kifejezés és az a tanulási/tanítási módszer, amit a kifejezés takar, de mint látni fogjuk, elemei fellelhetők voltak és ma is fellelhetők természettudományos oktatásunkban. Így a módszer hazai természettudományos oktatásba való bevezetése számára kedvezőek a feltételek.

A tanulmány célja, hogy bemutassa az IBL módszer sajátosságait, alkalmazásának fontosságát, előnyeit és lehetőségeit. A tanulmány első része leírja, milyen nyelvi problémákat, kérdéseket vet föl az 'inquiry-based learning/teaching' (IBL) fogalom alkalmazása a magyar szakirodalomban: mennyire zavaró a szó szerinti fordítás, hogyan közelíthető tartalma a magyar nyelvhez; milyen szinonim vagy rokon kifejezések, koncepciók kapcsolódnak hozzá; milyen hagyományaik vannak ezeknek iskolai gyakorlatunkban. Ezt követően a külföldi szakirodalom alapján sor kerül a kutatásalapú tanulás/tanítás módszer értelmezésére, megkülönböztető jegyeinek leírására, a tradicionális tanulással és más induktív megközelítésű módszerekkel való összehasonlítására, továbbá alkalmazása fontosságának és előnyeinek ismertetésére, az alkalmazásával kapcsolatos kritikai észrevételek és a gyakorlatba való beépítési lehetőségek bemutatására. Az utolsó rész a módszer hazai bevezetésének indokaira és lehetőségeire fókuszál.

Az 'inquiry-based learning/teaching' (IBL) elnevezés fordításának problémái

Az 'inquiry-based learning/teaching' (IBL) fordítása több nyelvi problémát is felvet. Egyrészt maga az 'inquiry' kifejezés is számos jelentéssel bír: tudakozódást, kérdezősködést, vizsgálatot, kutatást és nyomozást egyaránt jelenthet a kontextustól függően. Bonyolítja a dolgot, hogy ezt a kifejezést használják a természettudomány művelésére és a természettudomány tanítására egyaránt (Colburn, 2000). Az amerikai *Nemzeti Természettudományos Nevelési Standardok* is felhívják erre a dichotómiára a figyelmet:

„...A természettudományos kutatás vonatkozik azokra a változatos utakra, ahogyan a természettudósok vizsgálják a természeti világot és magyarázzák azt a munkájukból származó bizonyítékok alapján.

A kutatás vonatkozik a tanulók azon tevékenységeire is, amelyekben fejlesztik tudásukat és megértik a természettudományos elméleteket, nézeteket és azt, hogyan tanulmányozzák a kutatók a természeti világot.” (National Research Council, 1996)

Másrészt, mivel ez a tanítási metodika különböző elméletek kombinációjára épül, több tanítási módszerrel is rokonságot mutat, így például: cselekedve tanulás/cselekvés pedagógiája, felfedezéssel tanulás-tanítás, tapasztalati alapú tanulás, kutató-felfedező módszer, élményalapú tanulás-tanítás/élményközpontú megismerés, kutató-kísérletező, kísérletező, kísérletező-modellalkotó módszer, problémafelvető, problémamegoldó oktatás/probléma-központú oktatás/probléma-orientált oktatás, problémaalapú tanulás (PBL), e-PBL, projektalapú tanulás, megbeszélés/kérdve kifejtés módszere. A felsorolt kifejezések alkalmazása az IBL magyarra fordításában fogalmi zavart idézhet elő, hiszen az említett módszerek hazánkban is ismertek.

Nehezíti továbbá a fordítást, hogy magában az angol nyelvben is több szinonimája létezik az IBL kifejezésnek: például „teaching through inquiry, inquiry based science, inquiry based learning in science education, inquiry based approaches to science education, teaching science through inquiry, inquiry-oriented science instruction, inquiry-based learning and teaching (IBL), inquiry-based science teaching (IBST), inquiry-based learning of science (IBLS)”.

A fordítást segítheti, ha áttekintjük az IBL módszerrel kapcsolatba hozható, Magyarországon is ismert, illetve alkalmazott tanítási módszerek, megközelítések értelmezését,

lényegét, illetve feltárjuk az IBL értelmezését a külföldi szakirodalomból, összegyűjtjük megkülönböztető jegyeit. Az utóbbit a következő részek tartalmazzák.

A cselekvés pedagógiája a 19. és 20. század fordulóján megjelenő, a tanárközpontúság egyoldalúságain változtatni próbáló reformpedagógiai mozgalmak idején született meg; a tanuló tevékenységét (például önálló felfedező munkáját) állította a középpontba; szorgalmazta az életszerű problémahelyzetek, szemléletes-cselekvő feladatok megoldását.

A felfedezéssel tanulás-tanítás/kutató-felfedező módszer/kutató-kísérletező tanulás szerint nem a tanár transzformálja a tudást, hanem a tanulónak önálló – gyakran kísérletező – munka keretében kell felfedeznie és elsajátítania azt. A tanuló természetes igényként éli meg az önálló teljesítményre való törekvést, a felfedezést. Ebben a folyamatban fontos a tanár aktív koordináló munkája (Knausz, 2001). Vannak, akik a kutató-felfedező módszert a problémafelvető oktatás egy sajátos formájának is tekintik.

A tapasztalati, élményalapú tanulás-tanítás/élményközpontú megismerés lényege, hogy a tanulás felfedezéssel alapul, amely belső igényt elégít ki. A tanulási folyamat uralkodó eleme a non-direktivitás, vagyis maga a spontaneitás (Bognár, 1997).

A felfedezéssel tanulás egyesek azonosítják a problémamegoldással (például Knausz, 2001), mások a felfedezéssel tanulás egyik formájának tekintik a probléma-orientált oktatást, melynek ugyancsak több formáját különböztetik el. A problémafelvető oktatás ('problem-posing teaching') lényege problémaszituációk láncolatának megalkotása a tanár részéről, és azoknak a tanulóknak részéről való megértése, elfogadása és megoldása. A problémafelvető oktatás elősegíti a tanulóknak analízis, szintetizálás képességének fejlődését, az érdeklődés felkeltését (Nagy, 1997).

A problémamegoldó tanítást ('problem-solving teaching') nálunk két irányból közelítik meg: egyrészt a probléma felől, másrészt a problémamegoldó folyamat irányából (például Lénárd, 1987; Pólya, 1957, 1970, 1979). Többen megkülönböztetik a feladat és a probléma fogalmát (például Kürtiné, 1982), illetve az utóbbi különböző típusait (például Kontra, 1996; Molnár, 2004; Revákné, 2004a, 2004b). A feladat olyan helyzetet jelent, amelynek a célja és az ahhoz vezető út ismert. Problémáról akkor beszélnek, ha a célhoz vezető utat nem ismerjük. Úgy gondolják, hogy a korábban megoldott probléma gyakorlaskor feladattá válhat a tanítási-tanulási folyamatban. A problémamegoldó tanítás során a tananyag problémából építkező struktúra, azaz a problémamegoldásra alapozott. A problémamegoldó tevékenység feltétele, hogy használható ismereteket, tapasztalatokat, továbbá gondolkodási és cselekvési sémákat birtokoljunk. A probléma azért probléma, mert az éppen rendelkezésre álló ismeret nem elegendő a problémahelyzet megoldásához (Kontra, 1996). A problémamegoldó tanítás megköveteli a fejlett tanár-diák interakciót kérdésekkel, javaslatokkal. A problémamegoldás komplex eljárásnak való értelmezése lehetőséget kínál a kritikai és a kreatív gondolkodás egységének megerősítéséhez.

A problémaalapú tanulás ('problem-based learning', PBL) jellemzője, hogy a tananyagot a tanulók számára releváns problémákba ágyazza (nem ragaszkodik a szaktudományos ismeretrendszer belső logikájához), keretében nemcsak életszerű, hanem a valódi életből származó, valódi információkat lehet az elsajátított tudáshoz kapcsolni. A PBL ösztönzi a tanulókat a használható források felkutatására, saját tanulásuk ellenőrzésére. Abban különbözik a többi probléma-központú módszertől, hogy a diákok a probléma megoldásához szükséges információk megtanulása előtt ismerkednek meg a problémával, és nem az elsajátított tudás gyakorlása céljából kell különböző életszerű problémákat megoldaniuk (Molnár, 2004, 2006). A PBL alkalmazható számítógépes környezetben is, ez az e-PBL. A PBL módszerben egy probléma megoldásán a tanulók dolgozhatnak kisebb csoportokban közösen, kölcsönös függőségben, önirányítással (kooperatív tanulás), de lehetséges a PBL kooperatív módszer nélkül is (egyéni kutatási feladatok). Vagyis a PBL alkalmazásához jól kapcsolható a projekt módszer, a kooperatív és a kollaboratív tanulás, az IKT, és személyes tudásépítést tesz lehetővé (Molnár, 2005).

A projektaalapú tanulás ('project-based learning') során a tanulás pedagógiai projektekben folyik, melyek komplex, alkotó jellegű megismerési-cselekvési egységek (*Hortobágyi*, 1991), középpontjukban egy probléma áll. A feladat azonban nem egyszerűen e probléma megválasztása, megoldása.

A kérdve kifejtés/megbeszélés eljárását, módszerét nálunk leggyakrabban frontális osztálymunka keretei között alkalmazzák. Jellemzője, hogy a tananyag feldolgozása során a tanár és a diák kölcsönösen tehet fel kérdéseket. A kérdés, feladat, probléma fogalmak terjedelmének tisztázására való törekvés is megjelent a magyar szakirodalomban (például *Lénárd*, 1987; *Nagy*, 1976). Azonos terjedelműeknek és egymás által meghatározottaknak tekintették őket. A kérdések többféle szempontú csoportosítására (például az oktatási folyamatban betöltött szerepük szerint) is találunk példákat a hazai irodalomban, amelyet a tanári kérdéskultúra vizsgálatára is alkalmaztak. A „szókratészi bábáskodás” heurisztikus jellegű kérdve kifejtés (*Falus*, 1998).

A konstruktivizmusról a szakirodalom (például *Nahalka*, 1997) azt tartja, hogy óriási befolyása van a mai természettudományos oktatásra, nevelésre. A konstruktivisták a tanulás és a megértés tanulmányozására és segítésére vállalkoznak, azonban egyértelműen elhatárolják magukat a hagyományos tanítás elméletétől éppúgy, mint az úgynevezett felfedezési tanítástól. A konstruktivista tanulásszemlélet végletesen gyermekközpontú; elfogadja a képességek fontosságát, azonban az ismeretek és a képességek között sokkal szorosabb kapcsolatot feltételez; a tudáskonstruálás legfőbb kritikus tényezőjének az előzetes tudást, a már birtokolt ismeretrendszert tartja; ez szabja meg a tartalom kiválasztását és a tanulási környezet felépítését. Jellemzője még a konkrétság, a gyakorlatiasság, amely nagyon sok nem-konstruktivista didaktikai rendszernek is alapvető követelménye. A konstruktivizmus számára azonban még a szokásosnál is fontosabb ez az elv. Az életszerű kontextusok (mindig a tanulóhoz, a konkrét gyermekhez viszonyítottan értendő) leginkább projektek keretében valósíthatók meg. A felfedeztetés (a gyermekek spontán és induktív-empirikus ismeretszerzési folyamataira apelláló formájában) a konstruktív pedagógia szerint „számüzendő” az oktatásból (*Nahalka*, 1995; *Falus*, 1998, 149. o.). Mások (például *Knausz*, 2001) kevésbé radikális módon alkalmazzák a konstruktivizmust. Véleményük szerint a felfedezési tanulás nem arról szól, hogy egyedül hagyjuk a gyereket a problémával, hanem arról, hogy gondolkodásra készítjük, lehetőséget biztosítunk arra, hogy a meglévő tudás és az új szituáció találkozásából új, magasabb rendű tudással kerüljön ki. A felfedezési tanulás nem egyszerűen induktív stratégia. Nem az a cél, hogy egyedi esetekből általános tanulságokat vonjunk le, hanem hogy általános sémáink segítségével egyedi problémákat oldjunk meg, miközben általános sémáink is fejlődnek.

Az IBL-lel kapcsolatba hozható, hazánkban is megjelenő tanítási/tanulási módszerektől való elkülönítés, továbbá a 'scientific literacy' (természettudományos műveltség) 'inquiry' (kutatás) összetevőjének a külföldi szakirodalomban leírt jelentésére (kutatás, mely gyakran kísérletes) alapozva célszerű az IBL fordításaként a kutatásalapú tanulás/tanítás elnevezés bevezetése a hazai szakirodalomban.

Mi a kutatásalapú tanulás/tanítás?

A kutatásalapú tanulás/tanítás fogalmának meghatározására több próbálkozás is történt, igen különböző megközelítésekben. Néhányat röviden ismertetünk közülük, majd összefoglaljuk azokat az elemeket, amelyekben a legtöbb kutató egyetért.

Joe Exline (2004) Konfuciusz híres mondásából indult ki: „Mondd el és elfelejtem, mutasd meg és megjegyzem, engedd, hogy csináljam, és megértem.” Véleménye szerint ennek az állításnak az utolsó része a kutatásalapú tanulás lényege. A kutatás maga után vonja a bevonódást, amely elvezet a megértéshez. Továbbá a tanulásba való bevonódás

magába foglalja a birtokolt készségeket és attitűdöket, amelyek lehetővé teszik a kérdések megoldásának keresését és megvalósítását, mialatt megalkotjuk az új tudást.

Colburn (2000) szerint a kutatásalapú tanítás egy tanterem kialakítását feltételezi, ahol a tanulók le vannak kötve a lényegében nyitott, tanulóközpontú, kézzelfogható ('hands-on') tevékenységekkel. Ez a definíció a kutatásalapú tanítás számos különböző megközelítést megragadja, magába foglalva a strukturált, az irányított és a nyitott kutatást és a tanulási ciklust.

A kutatásalapú tanulás stratégiaként való értelmezésére is találunk példát. Lane (2007) szerint a kutatásalapú tanulás egy kutatásalapú stratégia, amely aktívan bevonja a tanulókat a tartalom, az eredmények és a tantervi területet vagy fogalmat átfogó kérdések vizsgálatába.

A kutatásalapú tanulás a jelenségeket strukturáltan és tudományos eszközökkel kutató természettudományos módszerben gyökerezik. A tanításra és a tanulásra vonatkozóan ez egy információ-feldolgozó modell, ami megengedi a tanulóknak, hogy felfedezzék az információ jelentését és relevanciáját egy lépéssorozaton keresztül, ami elvezet az újonnan elsajátított tudásra vonatkozó konklúziókhöz és reflexiókhoz (Inquiry-based Learning. Worksheetlibrary). A kutatásalapú tevékenységek tanítási technikák, amelyek megengedik a tanulóknak, hogy felfedezzék a tudományos fogalmakat a tevékenységekben keresztül, a struktúra változó tartalmával. Néhány tevékenység nagyon strukturált, míg mások nem azok, de kulcsfontosságú, hogy a tanulók nem kapnak meg minden információt. A kutatásalapú tevékenységek kézzelfoghatóak ('hands-on'), de a kézzelfogható tevékenységek nem szükségszerűen kutatásalapúak (Moll, 2005).

Spronken-Smith és munkatársai (2007) kísérletet tettek arra, hogy összefoglalják az IBL fő alkotóelemeit, amelyekben a legtöbb kutató egyetért. Ezek a következők:

- kutatás által stimulált tanulás, kérdésekkel vagy problémákkal vezetett;
- a tudás keresésének folyamatán és az új megértésen alapuló tanulás;
- a tanítás tanuló-centrikus megközelítése, amelyben a tanár facilitátor szerepet játszik;
- elmozdulás az önszabályozott tanulás felé, a tanulók nagyobb felelősségvállalása tanulásukért és önreflexiós készségeik fejlődése iránt;
- a tanulás aktív megközelítése.

Az IBL központi célja kifejleszteni a tanulóknak az értékes kutatási készségeket és előkészíteni őket az élethosszig tartó tanulásra. A tanulóknak ki kell fejleszteni a kritikus gondolkodást, az önálló kutatásra való képességet, a felelősséget tanulásuk, értelmi fejlődésük és teljes kifejlődésük (érettségük) iránt (Lee és mtsai, 2004, idézi Spronken-Smith és mtsai, 2007).

A kutatásalapú tanulás bemutatott definíciói összecsengnek a kutatás ('inquiry') fogalmának meghatározásával.

Általánosan a kutatás ('inquiry') úgy definiálható, mint a tudományos igazság, az információ vagy a tudás keresése. Az egyedek kutatást folytatnak születésüktől kezdve halálukig. Ez igaz még akkor is, ha nem reflektálnak a folyamatra. A kisgyermekek kutatással kezdik megismerni, felfogni a világot. A kisbabák születéstől kezdve megfigyelik a hozzájuk közeledők arcát, megragadják a tárgyakat, a hangok felé fordulnak. A kutatás folyamatával kezdődik az információ és az adatok begyűjtése, az emberi érzékelés (látás, hallás, tapintás, ízérzékelés, szaglás) folyamatainak keresztül (Exline, 2004).

A természettudományos nevelés szemszögéből a kutatás ('inquiry') úgy értelmezhető, mint a „természettudomány mint folyamat” feletti lépcsőfok, amely során a tanulók olyan készségeket tanulnak meg, mint a megfigyelés, a következtetés és a kísérletezés. Az új elképzelés magába foglalja a természettudomány folyamatait, és megköveteli, hogy a tanulók tudják összekapcsolni a folyamatokat és a természettudományos tudást úgy, hogy használják a természettudományos gondolkodást és a kritikai gondolkodást, hogy elősegítsék a természettudomány megértését. A tanulókat a kutatás segíti: (1) a

természettudományos fogalmak megértésében, (2) a természettudományos megismerés felfogásában, (3) azoknak a készségeknek a fejlődésében, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a természet (önálló) kutatóivá váljanak és (4) a természettudományokkal kapcsolatos készségeik és attitűdjeik használata iránti vágyuk kialakulásában (*National Research Council*, 1996)

Az IBL módszer megkülönböztető jegyei

Először is fontos kiemelni, hogy természettudományok tanításának kutatásalapú megközelítése a tanulók által konstruált tudásra fókuszál, ellentétben a tanár közvetítette információval. Az elnevezésben egy tanulási folyamat tükröződik vissza, melynek célja a tanulás növelése: (1) a tanuló fokozott bevonására, (2) a többszörös megismerési utakra és (3) a megismerés egymás utáni fázisaira alapozva. A jelenségeket vizsgáló tudományos módszerben gyökerezik, szerkezetében és tervszerűségében ahhoz hasonló módszer; a tanulókat „mini tudósoknak” tekinti. Az 1960-as években megjelenő felfedező tanulás mozgalom idején fejlesztették ki; kialakulása válasznak tekinthető a tanulás tradicionálisabb formái sikertelenségének felismerésére. (1)

Az IBL különböző elméletek (például konstruktivizmus, Bloom taxonómiája, Gardner többszörös intelligencia elmélete) kombinációja. Alkalmazza a konstruktivizmus alapelveit: (1) az új tudás a tanuló előzetes tudása alapján formálódik, (2) a legtöbb tudás társas kapcsolatok során jön létre, (3) a sikeres tanulás sokféle tanulási stratégia alkalmazása, (4) a tanulás bizonyos helyzetekhez kötődik; továbbá a Bloom alkotta taxonómiát a tanítási környezetben általánosan előforduló kérdések absztrakciós szint szerinti kategorizálására: (1) ismeret, (2) megértés, (3) alkalmazás, (4) analízis, (5) szintézis, (6) értékelés szintű kérdések. Figyelembe veszi Gardner többszörös intelligencia elméletét, mely szerint az emberek mindegyik intelligenciával — (1) nyelvi, (2) matematikai-logikai, (3) zenei, (4) téri, (5) testi-mozgásos, (6) interperszonális, (7) intraperszonális, (8) természetkutató (a finom jellemzők és mintázatok megkülönböztetésének, a tárgyak vagy események megfelelő kategóriákba való besorolásának képessége) és (9) egzisztenciális intelligencia — rendelkezik, de különböző mértékben. Elmélete segít megtervezni a tanítás során a természettudományos tapasztalatokat úgy, hogy azok érzékenyek legyenek a tanulók közötti egyéni különbségekre.

Az IBL a tanítás filozófiai és pedagógiai (tantervi) megközelítésének egy iránya. Filozófiája többek között megtalálható Piaget, Dewey, Vigotszkij és Freire munkáiban (lásd például *Spronken-Smith*, 2008). (Piaget: az értelmi fejlődési stádiumokhoz alkalmazkodó feladatokat kell adni; Dewey: konfrontálódás tényleges, reális problémák megoldásával; integrált, közösség-alapú feladatok, tevékenységek; Vigotszkij: a tanár mint szakértő, mentor; a tanuló mint újonc strukturált bevezetése az eszközök használatába; projektek köré szervezett közösség-alapú munka, releváns és szignifikáns problémák; Freire: azonosítás, elemzés; a tanulók közvetlen életéhez releváns problémák megoldása; problémafelvető [’problem-posing’] és problémamegoldó [’problem-solving’] pedagógia.) Pedagógiájára jellemző, hogy a tanulók önállóan dolgoznak, önállóan oldják meg a problémákat; a tanárok a tanulás facilitátorai egy kutatásalapú tanulási környezetben, amelytől elvárt, hogy biztosítson elegendő tapasztalati anyagot a tudásépítéshez; biztosítsa a sok szempontú megközelítést, és értékelje azt; a tanulást realiztikus és releváns kapcsolatokba ágyazza; bátorítsa a felelősségérzetet, a vélemények kimondását; a tanulást szociális tapasztalati közegbe illessze; alkalmazza a bemutatás sokféle formáját; erősítse az öntudatos tudásépítési folyamatot. (2)

Az IBL más módszerektől való megkülönböztető jegyeit a tudományos perspektíva és a pedagógiai perspektíva felől szokás összegyűjteni (lásd például *Haury*, 1993).

A tudományos perspektíva felől:

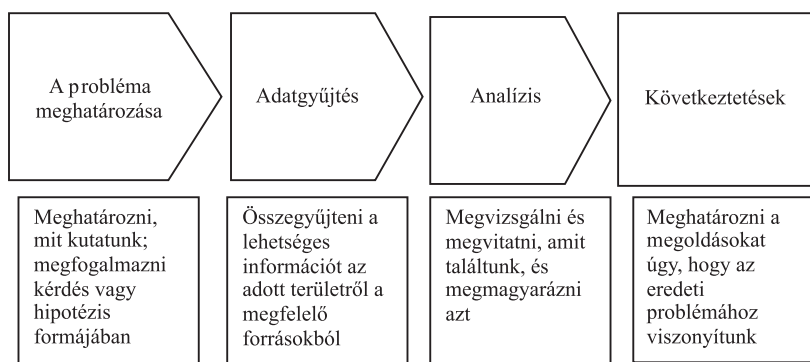
– A fókusz a tanulók által végzett aktív kutatáson van, a tudásszerzésre, a kíváncsiság kielégítésére, a megértésre irányul.

– A természettudomány perspektívából a kutatás-orientált tanítás bevezeti a tanulókat a természettudomány természetének kutatásába, ahogy Novák (1964, idézi *Haury*, 1993) több évtizeddel ezelőtt javasolta:

„A kutatás viselkedéskészlet, amely magában foglalja az emberek igyekezetét azoknak a jelenségeknek a megokolható magyarázatára, amelyekre kíváncsiak. Így a kutatás magában foglalja a tevékenységeket és készségeket, de a fókusz a tudás keresésén vagy a kielégített kíváncsiság megértésén van.”

– A tanárok különböznek abban, hogy mennyi figyelmet fordítanak a tanulókra a kutatás során (irányított kutatás strukturált módszerei, a tanulók kevés utasítással való ellátása, heurisztikus utak). Leggyakrabban az „irányított kutatás” módszert használják, mert ez lehetővé teszi a tanulók tapasztalatszerzésének elősegítését, és a tanítás specifikus céljainak megfelelően a strukturált kutatást is.

– A kutatás folyamatának fő komponensei: (1) a probléma meghatározása, (2) adatgyűjtés, (3) analízis, (4) következtetések (a lépések leírását lásd: *1. ábra*).



1. ábra. A kutatás folyamatának fő komponensei (Forrás: Inquiry-based Learning. WoksheetLibrary)

A pedagógiai perspektíva felől:

– Szembeállítják a tradicionális metodikákkal, és reflektálnak a tanulás konstruktivista modelljére (érzékszervek és eszközök használata, a kíváncsiság felkeltése, a csodálkozás kiváltása, aktív tanulás, a tapasztalatok megértése).

– Megkülönböztetik a kutatásalapú tanulást más induktív megközelítésű módszerektől (például PBL, projektalapú tanulás, eset-alapú tanulás, felfedezéssel tanulás).

– A kutatásalapú tanulás specifikus jellemzője a nyitott tanulás ('open learning') használata, amelyben a tanulás célja nem előírt, vagy eredménye a tanuló teljesítménye; nincsenek rossz eredmények, a tanulóknak kell értékelnük a kapott eredmények erősségét és gyengeségét, és dönteni azok értékéről; a nyitott feladatok érdekesebbek és kevésbé megjósolhatóak.

Hogyan különböztethető meg kutatásalapú tanulás a tanulás tradicionális megközelítésétől?

Exline (2004) szerint általában elmondható, hogy a tanulás tradicionális megközelítése a tartalom ismeretére fókuszál, kevesebb figyelmet fordít a készségek fejlesztésére, a kutatási attitűdök gondozására. A jelenlegi oktatási rendszer tanár-centrikus, a tanár az információ („mit ismerünk”) átadására fókuszál. A tanulók az információ befogadói, míg

a tanár a szétosztója. A tanulói mérések legtöbbször az „egy jó válasz” jelentőségére fókuszálnak. A tradicionális oktatás inkább törődik a következő évfolyamra való előkészítéssel és az iskolai eredményességgel, mint a tanuló segítségével az egész életen át tartó tanulás megtanulásában.

A tradicionális tantermek zárt rendszerek, ahol az információ az irányítók által szűrve kerül a tanulókhöz. Általában a források használata korlátozott az által, hogy mi áll rendelkezésre a tanteremben, vagy az iskolán belül. A technológia használata a technológiáról való tanulásra fókuszál inkább, mint annak alkalmazására a tanulás növeléséhez. Az óraterveket a teljes osztály megközelítésű tanulási folyamat különböző lépéseinek megszervezésére használják. A kitűzött kérdések a tervtől való eltérés okára irányulnak.

A kutatásalapú megközelítés inkább fókuszál a tanulásra, mint az információ-feldolgozás kifejlesztéséhez szükséges eszközökre és a problémamegoldó készségekre. A rendszer tanuló-centrikusabb, a tanár mint a tanulás facilitátora van jelen. Hangsúlyosabbá válik a „hogyan ismerjük meg” és csökken a „mit ismerünk”. A tanulók nagyobb mértékben vonódnak be a tudáskonstrukcióba az aktív részvétel által. Érdeklődőbbek és elfoglaltak a tananyaggal vagy a projekttel, így könnyebben és mélyebb tudásra tehetnek szert. A tanulás könnyű, ha valami lebilincseli a tanulókat, és reflektál érdeklődésükre és céljaikra. A mérés a készségek fejlődésében történt előrehaladás megállapítására, továbbá a tartalom megértésére fókuszál. A kutatásalapú tanulás törődik az iskolai sikerrel és az élethosszig való tanulás előkészítésével egyaránt.

A kutatástantermek nyitott rendszerek, amelyekben a tanulók ösztönözve vannak a kutatásra és a források használatára a tantermen és az iskolán kívül. A tanárok használhatják a technológiát a tanulók megfelelő összekapcsolására a helyi és a világgökösségekkel, amelyek jó forrásai lehetnek a tanulásnak és a tanulási anyagoknak. A tanulók kicserélhetik a feladat-terveiket, segítséget kérhetnek másoktól, és találkozhatnak olyan célkérdésekkel, mint például: „Mit javasolsz, hogyan vizsgáljuk ezt a kérdést?”. Egy kutatástanterem lényegesen különbözik egy tradicionális tanteremtől. Ezek a különbségek leginkább abban nyilvánulnak meg, hogy a terem a tanár és a diákok számára is kellemes, és lehetőséget biztosít a kutatástanulás megtapasztalására. Gyakran nehéz meghatározni a tanár helyét egy ilyen tanteremben, mert ritkán található a tradicionális helyen, a tanári asztal mögött. A tanulók is ide-oda mozognak, interakcióba lépnek másokkal, kiválasztják a megfelelő anyagokat és forrásokat a munkájukhoz.

A kutatásalapú tanulás segít megszüntetni azt a tévképzetet, ami a kutatásról kialakult. A kutatás nem csak laboratóriumban vagy csoportmunkában lehetséges — lehet akár előadás során is, ha a tanárok arra serkentik a tanulókat, hogy gondolkodjanak és kérdezzenek. A kutatásalapú megközelítés segítheti a tanulókat abban, hogy összekapcsolják a tudományt a tudományos módszerrel. A tanulók alkalmazhatják a módszert a különböző tantárgyi területekre, miközben megérthetik annak tartalmát.

Összefoglalva: a tradicionális tanulás inkább a dolgokról való tanulásra (‘learning about things’), míg a kutatásalapú tanulás inkább a dolgok tanulására (‘learning things’) fókuszál. Másképpen kifejezve a kétféle tanulási út különbözőségét: a „mit” gondolni a „hogyan” gondolni ellentéte.

Több elméleti munka a tanulás kutatásalapú és tradicionális megközelítésének fent bemutatott általános szempontok szerinti összehasonlítását részletezi és egészíti ki néhány újabb szempont szerinti elemzéssel (1. táblázat).

A tanulás tradicionális megközelítésének elméleti alapelvét a behaviorizmus fekteti le. A behaviorista megközelítés szerint az, hogy mit tanul meg a diák, legfőképpen attól függ, hogy mi lesz viselkedésének az eredménye. Ebből a nézőpontból csak az számít, hogy bizonyos ismeretek, képességek elsajátításában a diákot a tanár megerősíti-e. A megerősítés történhet például jó osztályzatokkal vagy tanári, szülői elismeréssel (Nagyné, 2006a). Ezzel szemben a kutatásalapú megközelítés alapját a konstruktivista pedagógia

1. táblázat. A tanulás kutatásalapú és tradicionális megközelítésének összehasonlítása

<i>Szemponatok</i>	<i>Kutatásalapú megközelítés</i>	<i>Tradicionális megközelítés</i>
A tanulási elmélet alapelve	Konstruktivizmus	Behaviorizmus
A tanulók részvétele	Aktív	Passzív
A tanulók felelőssége a megvalósításban	Megnövelt felelősség	Csökkentett felelősség
A tanuló szerepe	Problémamegoldó	Utasítás-követő
A tanár szerepe	Vezető/segítő/facilitátor	Irányító/ismeretátadó
Tantervi célok	Folyamat-orientált	Kimenet-orientált
Értékelés	Csoportos	Egyéni
Tanulási környezet	Nyitott rendszer	Zárt rendszer

adja, amely a tanuló által már megtapasztalt, elsajátított ismeret és a tanári ismeret közötti kölcsönhatásra fókuszál. E megközelítés szerint a tanulóban már kialakult világ további konstruálását kell segítenünk, hogy egyre használhatóbbá, egyre adaptívabbá váljon ez a tudásrendszer (*Nahalka, 2003*).

A tradicionális oktatásban a tanulók csak nagyon kis mértékben kapcsolódnak be az órák menetébe. A hagyományos módszerek alkalmazásakor a diákok passzív információ-befogadó szerepe érvényesül, a tanulók tevékenykedtetése nagyrészt egyszerű kérdések megválaszolására korlátozódik. A leggyakoribb tevékenységi forma: egy-egy feladatmegoldás a táblánál vagy páros feladatmegoldás. Önálló tanulói kísérletre csak nagyon ritkán kerül sor. Ezzel szemben az IBL alkalmazásakor a tanulási folyamat központjává válnak a tanulók, aktívan részt vesznek a tanulási folyamatban. Az új információ „megszerzésének” feladata is a diákra hárul, a tanár elveszti az információátadó funkcióját. A diákok fogalmaznak meg kérdéseket, terveznek kísérleteket, és ehhez felhasználják tapasztalataikat, meglévő tudásukat. A tanulási folyamat egészében — a tervezéstől a végrehajtásig — részt vesznek.

Ezen kívül a tanuló elveszti kizárólagos utasításkövető szerepét, és a problémamegoldó szerepkör kerül előtérbe. Így a tanári instrukció dominanciája elvész, helyébe az önállóan gondolkodó tanuló lép, aki felépíti saját tudását.

A tanulói magatartás megváltozását is jelenti a módszer. Azáltal, hogy a diákok lehetőséget kapnak arra, hogy őket érdeklő problémákkal foglalkozzanak, sokkal motiváltabbakká válnak. Felelőssé kell válniuk a saját tanulásukért, ezenkívül az egyéni tanulás összekapcsolódik a társakkal és a tanárokkal való együttműködéssel.

A tanulói részvétel, szerep megváltozásával együtt változik a tanár szerepe is. A hagyományos oktatásban a tanár áll a középpontban, irányító funkciója mellett ő az ismeretátadó, az információforrás is egyben. A tanári instrukció dominál a tudáselsajátítás során. Az IBL szakít ezzel a felfogással, és bár a tanári szerep nem csökken a tanulási folyamatban, de nagymértékben megváltozik. A tanár nem a megszokott felállásban (elől a táblánál) helyezkedik el a tanórán, hanem a diákok alkotta csoportok között járkal, szinte észrevétlenül. Nem a tudás forrása, hanem az ismeretszerzés folyamatának szervezője. Facilitátorként van jelen, aki a kutatás stratégiájának esetleges modellje, a felfedezés irányítója. Segíti a tanulókat a kutatási kérdések pontosabb megfogalmazásában.

A kétfajta megközelítésben egészen mások a tantervi célok is. Egyrészt a hagyományos iskola tanítási folyamatában a pedagógus számára az előre meghatározott tanterv az irányadó a tananyag tekintetében, másrészt pedig a tananyag tantárgyi struktúrák köré épül. Az előre eltervezett, kimenet-orientált tanterv kevesebb lehetőséget kínál a tanulási folyamat során arra, hogy a tanulók természetes kíváncsiságára építve, vagy azt kihasználva, egy-egy őket érdeklő téma feldolgozására sor kerüljön. Az IBL alkalmazásakor — mint azt sok európai példa is mutatja — a tantárgyak, diszciplínák közötti éles határok feloldódnak, a tananyag nem feltétlenül szerveződik tantárgyi struktúrákba, vagy integráltan történik a tanítás. Az IBL nagy szabadságot ad a tananyag tekintetében. A tanulási

folyamat megvalósulása szabad időkeretben is történhet, a tantervi cél folyamat-orientált. Az alkalmazott munkaformák közül a frontális osztálymunka helyét felváltja a csoportmunka és az önálló munka.

Az értékelés is ennek megfelelően alakul át. Az egyszerű, hagyományos értékelési mód megváltozik a csoportmunka térnyerése miatt, az egyéni teljesítmények értékelésének szerepét átveszi a csoportszintű értékelés. Nem egy adott tananyag elsajátítását, tanult információk felmondását kéri számon, hanem a tanulási folyamatban elért fejlődés, a képességek, készségek fejlődése, a tudás elsajátításának módja áll az értékelés középpontjában. Ezzel a teljesítménymérés szubjektívabbá válik, mint a hagyományos értékelésnél. Mivel a csoportértékelés kerül előtérbe, ezzel a diákok motiváltsága nagymértékben nő a csoporton belüli és csoportok közötti húzóerő és a versenyszellem miatt.

A tanulási környezet is kiszélesedik. Amíg a tradicionális iskolákban a tanulási folyamat az osztályteremre korlátozódik, és az információ egyedüli átadója a pedagógus, addig az IBL-ben ez a zárt rendszer teljesen kinyílik, és bármely információforrás felhasználását lehetővé teszi.

Miben különbözik a kutatásalapú tanulás más induktív megközelítésű módszerektől?

A kutatásalapú tanulás az induktív megközelítésű módszerek közé tartozik (*Prince és Felder*, 2006), ugyanis a tanulási folyamat egy új tapasztalatból, egy konkrét esettől indul ki, majd ebből történik az általánosabb következtetések, törvényszerűségek levonása. A gyakorlatban azonban sem a tanítás, sem a tanulás szinte sohasem tisztán induktív vagy deduktív. A természettudományos módszerekhez hasonlóan a tanulás mindig magába foglalja az ismeretszerzés mindkét irányát, és a jó tanítás segíti a tanulókat mindkettő elsajátításában. Amikor induktív módszerről beszélünk, egyszerűen olyan tanítást értünk alatta, amelyben az indukció megelőzi a dedukciót. Az induktív tanítás egy átfogó kifejezés, amely több oktatási módszert is magába foglal, beleértve a kutatásalapú tanulást (IBL), a problémaalapú tanulást (PBL), a projektalapú tanulást, az eset-alapú tanulást vagy a felfedezéssel tanulókat. A tanítási módszerek osztályozása történhet a tanulás kontextusa és más sajátosságok – mint például a tanulók felelőssége saját tanulásukért és a csoportmunka használata – alapján (lásd: 2. táblázat).

Mint a 2. táblázatból is látható, az induktív megközelítésű oktatási módszerek sok közös jellemzővel bírnak. Ezek a következők:

tanuló-központos megközelítések (*Kember*, 1997, idézi *Spronken-Smith*, 2008);

aktív tanulás vagy tevékenységen alapuló tanulás (*Gibbs*, 1998, idézi *Spronken-Smith*, 2008), amely magába foglalja a kérdések megvitatását és a problémák megoldását a tanulók által;

önszabályzó tanulási képességek fejlődése, a diákok nagyobb felelősségvállalása saját tanulásukért;

konstruktivistai elméleti alapok (*Bruner*, 1990, idézi *Spronken-Smith*, 2008).

A közös jegyek mellett számtalan különbség is megállapítható a felsorolt módszerek között. A különbségek elsősorban a tanulás kontextusában (1-sel jelölt, a definícióból következik) ragadhatók meg.

Az alábbiakban csak a kutatásalapú tanulás és a problémaalapú tanulás közötti különbséget, viszonyt értelmezzük részletesebben.

Az IBL és a PBL közötti kapcsolatot nem könnyű meghatározni, nincs is teljesen egyetemes álláspont a nemzetközi szakirodalomban a közöttük lévő különbségeket illetően. A legtöbb kutató ugyan elismeri az átfedést a két megközelítés között, de felfogásbeli különbségek vannak. Az egyik nagy különbség az IBL és a PBL között a kérdés típusában van (*Prince és Felder*, 2006). A PBL definíciója magába foglalja a komplex, kevés-

2. táblázat. Az inductív megközelítésű oktatási módszerek összehasonlítása (Prince és Felder, 2006 alapján)

Szemponatok	Kutatás- alapú tanulás	Problé- maalapú tanulás	Projekt- alapú tanulás (projekt- munka)	Eset- alapú tanulás	Felfede- zéses tanulás
Kérdés vagy problémafelvetés a tanulási tartalomra	1	2	2	2	2
Összetett, nyílt végű, valós, rosszul strukturált problémákon alapuló tanulási tartalom	4	1	3	2	4
Fő projektek megfogalmazása	4	4	1	3	4
Esettanulmányok megfogalmazása	4	4	4	1	4
A tanuló fedezi fel a tananyagot	2	2	2	3	1
Elsősorban önszabályozó tanulás	4	3	3	3	2
Aktív tanulás	2	2	2	2	2
Kollaboratív/kooperatív (csoportos) tanulás	4	3	3	4	4

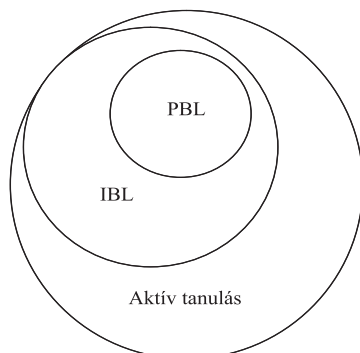
A számok jelentése a táblázatban: 1 – definícióból következik, 2 – mindig, 3 – általában, 4 – esetleg.

sé strukturált, nyílt végű, reális, hétköznapi kérdéseket, míg az IBL csak ritkán használ ilyen problémát. Ez a megkülönböztetés ellentétben áll több kutató elképzelésével, akik szerint a PBL általában olyan problémákra fókuszál, amelyekre a válasz már létezik, ellentétben az IBL által használt nyílt végű kérdésekkel, problémákkal.

További különbségeket a McMaster Egyetem kutatói fogalmaztak meg, akik a tanulási folyamat időtartamában látták a két módszer közötti lényegi különbséget. Szerintük a PBL rövidebb időtartamú (egy tanórától egy hétig tartó), míg az IBL hosszabb, akár heteken keresztül tartó tanulási folyamat is lehet (*McMaster University, 2007, idézi Spronken-Smith és mtsai, 2007*).

Az együttműködés szempontjából is megkülönböztethető a két módszer. Míg az IBL során csak adott a lehetőség a kollaboratív, kooperatív csoportmunkára – és nem mindig így valósul meg –, addig a PBL során általában kooperatív, együttműködő csoportmunkában történik a tanulás (*Spronken-Smith és mtsai, 2007*).

Összességében, figyelembe véve a nézetkülönbségeket, Spronken-Smith és munkatársai (2007) arra a következtetésre jutottak, hogy a PBL egy szigorúbb formája az IBL-nek, vagyis a PBL részhalmaza az IBL-nek, az IBL pedig egy aktív tanulási forma (lásd 2. ábra). A kutatásalapú tanulás számos változata közül ez a legelterjedtebben használt tanulás-megközelítés.



2. ábra. Az IBL, a PBL és az aktív tanulás viszonya (Spronken-Smith és mtsai, 2007 alapján)

A kérdés mint az IBL központi eleme

A kérdések képezik a kutatásalapú tanulás „szívét”. Bár a kérdések a tradicionális osztálytanításnak is részét képezik, a kérdések forrásai, céljai és szintjei nagymértékben különböznek a hagyományos tanítás és a kutatásalapú tanítás esetében. A hagyományos tanteremben a tanár gyakran kérdez. A kérdések általában arra irányulnak, hogy kiváltsák a tanulók visszajelzését a tanár tevékenységével kapcsolatban, ellenőrizték, hogy megtörtént-e a célul kitűzött ismeretek elsajátítása. Egy kutatástanteremben a tanár nyitottabb és reflektív természetű kérdéseket tesz fel. A megfelelő és helyes kérdezési technika fontos a kutatásalapú tanteremben, különösen a magasabb évfolyamokon, ahol megalkothatjuk az ön-kezdeményezett ('self-initiated') kérdezést.

Wolf (1987, idézi *Exline*, 2004) négy fő kérdéstípus alkalmazását javasolta a kutatásalapú tanulás/tanítás alkalmazása során: (1) következtetés-kérdések, (2) értelmezés-kérdések, (3) transzfer-kérdések és (4) kérdések a hipotézisekről.

Következtetés-kérdések

A következtetés-kérdések arra kéri a tanulókat, hogy menjenek túl a közvetlenül, azonnal rendelkezésre álló információkon. Például, ha mutatunk egy fotót, feltehetjük a „Mit tudhatunk meg erről a képről, ha megnézzük?” kérdést. (Hol és mikor készült a kép? — tartalomra utaló jelek; Hol állt a fényképező? Hol helyezték el a világító forrásokat? — technika; Mit érzett, gondolt a képen látható ember a ...-ról? — jelentés és attitűd.)

Értelmezés-kérdések

Míg a következtetés-kérdések megkövetelik, hogy a tanulók töltsék ki a hiányzó információkat, az azokat követő értelmezés-kérdések javasolják, hogy értsék meg az információk vagy nézetek következményeit.

Transzfer-kérdések

Míg a következtetés- és értelmezés-kérdések arra kéri a tanulót, hogy menjen mélyebbre, a transzfer-kérdések serkentik a gondolkodás különböző fajtáit: arra kéri a tanulókat, hogy vigyék át a tudásukat új helyzetekbe, szituációkba.

Kérdések a hipotézisekről

A hipotézisekről való kérdések tipikusan olyan kérdések, amelyek azon alapulnak, mit tudunk megjósolni és ellenőrizni, tesztelni a tudományokhoz tartozó és más tevékenységeken keresztül.

Az IBL fokozatai

A kutatásalapú tanulási/tanítási módszernek általában három típusát különböztetik meg. A (1) strukturált kutatás ('structured inquiry'), (2) az irányított kutatás ('guided inquiry') és a (3) nyitott kutatás ('open inquiry') elsősorban a diákok tevékenykedtetésének mértékében, illetve a tanári irányítás mértékében különbözik egymástól (*Colburn*, 2000). Különböző szintű tevékenységi formákat és különböző készségek, képességek fejlesztését célozzák meg. Ebből adódóan különböző típusúak a feladatok is. Mindhárom kutatástípus kiválóan alkalmazható bármely téma esetén, az oktatási folyamat bármely szakaszában és minden korosztályban.

Strukturált kutatás

A tanár adja a tanulóknak a kézzelfogható problémát a kutatáshoz, az eljárásokat, anyagokat is, de nem informálja őket a várható eredményekről. A tanulók fedezik fel az összefüggéseket a változók között, általánosítanak a gyűjtött adatokból. A kutatásnak ez a típusa hasonlít a „szakácskönyv” ('cookbook') tevékenységhez, bár a „szakácskönyv” tevékenység általában több irányítást foglal magába, mint egy strukturált kutatás-tevékenység, amelyben a tanulók megfigyeléseket végeznek, és amelyben összegyűjtik az adatokat.

Irányított kutatás

A tanár csak az anyagokat és a problémát adja a kutatáshoz. A tanulók gondolják ki az eljárásokat a probléma megoldásához.

Nyitott kutatás

Ez a megközelítés hasonló az irányított kutatáshoz, azzal a kiegészítéssel, hogy a tanulók fogalmazzák meg a problémát is a kutatáshoz. A nyitott kutatás sok tekintetben analóg a természettudomány művelésével. A tudományosan helyes tevékenységek gyakran a nyitott kutatás példái.

Smith (1996, idézi Prince és Felder, 2006) különbséget tesz továbbá (1) tanári kutatás (amelyben a tanár teszi fel a kérdéseket) és (2) tanulói kutatás (amelyben a tanulók teszik fel a kérdéseket) között.

A kutatás fontossága, az IBL alkalmazásának előnyei

Nyilvánvaló, hogy a tények és az információ memorizálása nem a legfontosabb készség a mai világban. A tények változnak, és az információ könnyen hozzáférhető. Ami szükséges, az az, hogy megértsük, hogyan szerezhető meg és értelmezhető az adatok tömege. Ebből következően a nevelőknek meg kell érteniük, hogy az iskoláknak el kell mozdulniuk az adatok és az információk felhalmozásától a használható és alkalmazható tudás létrehozása felé. Ez a folyamat támogatható a kutatásalapú tanulóssal (Exline, 2004).

Fontos eredménye lehet a kutatásnak a használható tudás a természeti és az ember építette világról. A kutatás folyamatán keresztül az egyedek megérthetik a természetes és az ember alkotta világot. A kutatás maga után vonja, hogy meg akarjuk ismerni a kérdések, a probléma elméleti hátterét. Nem is annyira maga a kutatás, a jó válasz keresése a fontos – mert gyakran nincs is ilyen –, hanem a megfelelő megoldások keresése a kérdésekre és a kimenetekre. A nevelők számára a kutatás jelenti a kutatási készségek fejlődésének elősegítését, a kutatási attitűdök és a gondolkodási szokások gondozását, amelyek alkalmassá teszik az egyedeket, hogy folytassák a tudás keresését egész életen át. A gondolkodási szokások lehetnek a legfontosabb célok vagy eredmények az oktatásban. Ezek eredményezhetik a világnézetet, amely magába foglalja a különböző diszciplínákat vagy tantárgyakat. A gondolkodási szokások a részdiszciplínák tanulmányozása során, a kérdésés és a reflexió által taníthatók és értékelhetők („Hogyan ismerheted [ismerhetem] meg?” „Megismerheted-e [megismerhetem-e] valaha?” „Mi bizonyítja?” „Hogyan jutottál [jutottam] erre a döntésre?”) (Exline, 2004).

A diszciplínák tartalma nagyon fontos, de úgy, mint valamilyen eszköz a cél eléréséhez, nem pedig úgy, mint maga a cél. A tudás, a diszciplínák alapja állandóan növekszik és változik. Senki sem tud mindent megtanulni, de mindenki elő tudja segíteni képességeinek fejlődését és a tudás megalkotásának és megvizsgálásának folyamatához szükséges kutatási attitűdök gondozását egész élete alatt. A modern oktatás számára a tanulás

folytatásához szükséges készségek és képességek lehetnek a legfontosabb eredmények. Fontos, hogy a tanulók megtanulják, hogyan kell folytatni a tanulást (Exline, 2004).

A kutatás fontos a tudás létrehozásában és átadásában. Lényeges az oktatás számára is, mert a tudás alapja állandóan növekszik. Az iskoláknak meg kell változniuk: a fókusz a „Mit ismerünk?”-ről a „Hogyan ismerjük meg?”-re kell áthelyezni (Exline, 2004).

Exline (2004) szerint az IBL egy fontos hiányzó szelet számos modern iskolában, egy koherens és leegyszerűsített folyamat a tantárgyi tudás növelésére az alacsonyabb évfolyamokról a magasabb évfolyamokra lépéskor. Segít megérteni a tanulóknak, hogy a különböző tevékenységek egy tananyagrészen belül hogyan függnek össze egymással, és segít összekapcsolni az iskolában tanított különböző tantárgyakat.

A kutatásalapú tanulás segíthet megteremteni a kapcsolatot a középiskola végén elérendő fontos eredmények és a tantárgyak között. Olyan specifikus tartalom, mint például a fotoszintézis sokkal relevánsabb lehet a tanuló számára, ha behelyezi egy tágabb kontextusba: a nap, a zöld növények, a szén-dioxid és a víz szerepe közötti kapcsolatok megértése által. Olyan társadalomtudományi tantárgyi tartalom, mint például az ipari fejlődés behelyezhető az ember alkotta világ változásával összefüggő kontextusba, és új perspektívákat adhat ehhez a jelentős természeti folyamathoz. A tanulók még inkább megtanulhatják a természettudományi és a társadalomtudományi tantárgyakat egyaránt, és a jól tervezett gyakorlatok sorozatán keresztül képesek lesznek felfogni a tágabb fogalmi kontextust, és növekedik megértésük (Exline, 2004).

A tanulók, akik aktívan végeznek megfigyeléseket, gyűjtéseket, analizálják és szintetizálják az információt, és felvázolják a konklúziókat, fejlesztik a folyamat során használt problémamegoldó készségeiket. Ezeket a készségeket tudják alkalmazni a jövőben a „szükséges megismerni” (‘need to know’) szituációkhoz, amikkel a tanulók szembekeverülnek az iskolában és a munkában egyaránt. A kutatásalapú tanulást azért is ajánlják, mert fejleszti a gondolkodási szokásokat (‘habits of mind’), amik fennmaradnak egy egész életen át, és irányítják a tanulást és a kreatív gondolkodást (Exline, 2004).

Számos előnyét emelték ki a kutatásalapú természettudomány-tanítás (‘inquiry-based science teaching’, IBST) alkalmazásának is (lásd például Hauray, 1993 összefoglalóját):

A kutatásalapú programok az általános iskola felsős évfolyamain általában növelték a tanulás teljesítményét, főképpen a laboratóriumi, a grafikus ábrázolási és az adatértelmezési készségek fejlesztését segítették elő (Mattheis és Nakayama, 1988).

Kimutatták, hogy a kutatásalapú tanítás hatékonyan erősíti a természettudományos műveltséget (‘scientific literacy’) és a természettudományos folyamatok megértését (Lindberg, 1990), a szókincs-tudást és a fogalmi megértést (Lloyd és Contreas, 1985, 1987), a kritikai gondolkodást (Narode és mtsai, 1987), a pozitív attitűdöket a természettudományok iránt (Kyle és mtsai, 1985; Rakow, 1986), a procedurális tudás tesztek magas teljesítményét (Glasson, 1989) és a matematikai-logikai tudást (Taylor, 1988).

A kutatásalapú tanulás pozitív hatást gyakorol a hátrányos helyzetű és az alulreprezentált populációk (például kisebbségi nyelvű tanulók, süket tanulók) fejlődésére (a gondolkodás tudományos útjainak, a beszédnek, az írásnak, az osztályozási készségeknek, a szóbeli kommunikációs készségeknek az elsajátítására, fejlődésére).

Óvatosnak kell azonban lenni a közölt eredmények interpretálásában. Figyelembe kell venni a kutató megközelítésű természettudomány-tanításnak a tanulási stílusokkal, valamint a kognitív fejlődés szintjeivel való összefüggését. Meg kell említeni, hogy az IBST alkalmazása nem szükségszerűen gátolja a tankönyvek vagy más tananyagok használatát. Célszerű lenne tartomelemzési séma leírása a kutatásra alkalmas tankönyvek azonosítására; arra, hogyan használhatók a tankönyvek a kutatás-orientált természettudomány-tanítás támogatására. Az interaktív média és a számítógépes adatbázisok használata elősegíti a kutatási készségek fejlődését.

Az IBL alkalmazásával kapcsolatos kritikai megjegyzések

Exline (2004) szerint az oktatásnak nem az a feladata, hogy felkészítse a tanulókat egy statikus, állandó világra. Inkább a változásokkal való megküzdésre kell felkészítenie őket. Az oktatás nem tudja megadni a tanulóknak az összes információt, amelyekre szükségük lehet, ezért inkább eszközöket kell nyújtania a tanulás folytatásához. Egy társadalomban, amelyben az oktatás a „Mit tudunk?” átadására fókuszál, kihívás lehet kifejleszteni egy kiterjesztett nézőpontot, hogy a „Hogyan tudjuk megismerni?” is nagyon fontos legyen. Ennek oka, hogy nagyon mélyen fenntartott nézete a nevelőknek, szülőknek és a társadalom más tagjainak is az, hogy a kutatásalapú tanulás több időt igényel, és hogy sokkal eredményesebb a tanulóknak egyszerűen átadni azt az információt, amit szükséges tudniuk.

Megfogalmazódott az a kritika is, hogy a kutatás csak okos gyerekeknek való, vagyis csak a „haladó tanulók” számára megfelelő a kutatásalapú tanítás (Colburn, 2000). Néhány kutatási tevékenység valószínűleg eredményesebb az idősebb gyermekek számára. Számos kutató magyarázta ezt a Piaget-féle tanulás perspektíva felől. A kutatók általában elfogadták az alábbi két következtetést:

A kutatás gyakran megköveteli a hipotetikus/deduktív gondolkodást.

A konkrét gondolkodókban nehezebb kifejleszteni az absztrakt fogalmak megértését.

Mivel a legtöbb általános iskolás tanuló konkrét gondolkodó, nehézséget jelenthet számukra az absztrakt fogalmak feltárására irányuló kutatás. Az ismerősebb tevékenység, anyagok és kutatási kontextus azonban könnyebbé teszik a tanulást a tanulók számára. Minden általános iskolás tanulóknak segítenek a kutatásalapú tanításból származó előnyök:

- a konkrét, megfigyelhető fogalmak felé irányuló tevékenységek;
- a tevékenységek körül csoportosuló kérdések, amelyeket a tanulók a kutatás által tudnak megválaszolni;
- az, hogy a tevékenységek során használják az anyagokat és a tanulóknak ismerős szituációkat;
- olyan tevékenységek választása, amelyek megfelelnek a tanulók készségeinek és tudásának, hogy biztosítsák a sikert.

Bár az utóbbiban van némi ellentmondás. Egyrészt, ha a tevékenységek túl kihívóak, erőfeszítést jelentenek a tanulók számára, nem fogják megtanulni hatékonyan a fogalmat. Másrészt, ha a tevékenységek túl könnyűek, nem fogják fejleszteni a tanulók magasabb rendű gondolkodási készségeit. Maximális tanulás valószínűleg akkor fordul elő, amikor a tevékenységek „éppen jók”, kognitívan kihívóak, de még teljesíthetők. Ebből arra következtethetünk, hogy egy tanteremben a tanulók nem mindannyian végezhetik egy tevékenység ugyanazon verzióját egyazon időben.

Az IBST alkalmazásával kapcsolatban kifogásolják még, hogy:

- nem szokta megtanítani a tanulóknak a bonyolult elméleteket, elképzeléseket, mint például az evolúció;
- nem sikerül megtanítani a tanulókat a lényegi tényekre és tudásra;
- sok tanár számára nyomasztó, nyűgnek érzik;
- a nyitott tanítás nehezen elsajátítható készség a tanárok számára.

Elfogadták, hogy felesleges lehet, és kárt is okozhat a tanulóknak. Vitatják hatékonyságát (lásd Kirschner, Sweller és Clark, 2006).

Az IBL gyakorlati alkalmazásának lehetőségei

Az IBL gyakorlatban való alkalmazása azért is fontos, mert az információ-orientált és alkalmazás-orientált gazdasági szektorok inkább aktívabb problémamegoldókat igényel-

nek, mint passzív utasítás-követőket. Arra vonatkozóan, hogyan kell behelyezni az elméletet a gyakorlatba, két szinten is született javaslat.

Lokális változtatás: az aktuális tanterv, tananyag és az osztályteremben alkalmazott módszerek megváltoztatása. Hubbard (2001) a kockázat, bizalom, lehetőség szerepét emeli ki, de más tényezőket is figyelembe kell venni.

Globális változtatás: széleskörű kollaboráció (együttműködés különböző tanárok, intézmények stb. között); többet kell tudni a kutatásalapú tanulás elméletéről és módszer-tanáról.

A kutatásalapú tanulás jól összekapcsolható más oktatási technikákkal. A kutatás a többszörös intelligencia modell egy fontos része — és a kooperatív és kollaboratív tanulás elválaszthatatlanul kutatásalapú. A kutatás kulcs-eszköz a tanulásban, a konstruktivizmusban is. A standardok megfelelhetnek a kutatásalapú tanulásnak azzal, hogy biztosítják a tervezést, vezetést segítő kérdések beépülését, amelyek segítik a tanulókat az elsajátítandó tananyag megtanulásában.

Az IBL hazai alkalmazásának indokai és lehetőségei a természettudományok tanításában

A természettudományos műveltség ('scientific literacy') komponensei (lásd például *Klopper*, 1991) közül a magyar iskolák csak néhánynak a kialakítását veszik komolyan (lásd például *Vári*, 2003). A természettudományos tények, fogalmak, elvek és elméletek kialakításában iskolarendszerünk számottevő eredményeket ért ér el. A releváns természettudományos tudás alkalmazásának képessége hétköznapi szituációkban, illetve a természettudományos vizsgálati eljárások alkalmazásának képessége területén már kérdéses a megvalósítás. A tudomány jellemzőinek és a tudomány, technológia, társadalom közötti interakcióknak a bemutatása, megértése hiányzik oktatásunk komolyan vett céljai közül. A természettudományokkal kapcsolatos érdeklődés és attitűdök kialakításában pedig kifejezetten rossz hatékonyságról számolhatunk be. A fizika és a kémia a legkevésbé vonzó tantárgyak között szerepel (például *B. Németh*, 2002; *Papp és Józsa*, 2000), és a biológia tantárgy iránti kedvező attitűd is romlik a középiskolában (például *Csapó*, 2003a, 2004a). A tanulók többségét nem érdeklik igazán a természettudományos tantárgyak, tanulásukhoz nem kellően motiváltak. Nagymértékben csökken a természettudományokra épülő szakmák-pályák választásának gyakorisága is a továbbtanulók körében.

Magyarországon tantervi deklarációk szintjén megfogalmazásra került, kerül a felhasználható, gyakorlatilag releváns tudás közvetítésének elvárása. Az önálló megfigyelés, a kísérletezés, a gyakorlati példák használata a magyar természettudományos oktatás hagyományaihoz tartozik. A hetvenes-nyolcvanas évek tantervi reformjaiban és a *Nemzeti alaptantervben* (*NAT*, 1995, 2003, 2007; *Nagyné*, 2008), a természettudományos tankönyvekben és az érettségi követelményekben (*A kétszintű érettségi vizsga részletes követelményei*, 2005) is megjelenik a kísérletezés szerepe és az alkalmazás igénye. A nagy osztálylétszámok, a természettudományos tantárgyak kis óraszámja, és ehhez képest a tananyag nagy mennyisége (az időhiány), továbbá a tantermek, szertárak hiányos felszereltsége következtében azonban sokszor elmarad a megvalósítás.

Természettudományos oktatásunkra az empirikus nézőpont mellett erőteljesen jellemző az induktív logika alkalmazása. Cél, hogy a tanulók az induktív tananyag-feldolgozás során sajátítsák el az emberi megismerési formákat: a megfigyelést, a keresést, a problémamegoldást, a kutatást, a kísérletezést, alkotást stb. E tevékenységi formák elsajátítását segítik a tanárok által összeállított feladatrendszerek (például *Balogh*, 1987), feladatlapok (például *Müllner*, 1998; *Nagyné*, 2007a), kísérletgyűjtemények (például *Greguss*, 1936; *Juhász*, 1992; *Lénárd*, 1983; *Öveges*, 1963, 1964, 1972, 2006; *Perendy*, 1980, 1996; *Rózsahegyi és Wajand*, 1991, 1999; *Szerényi*, 1982; *Vermes*, 2004; *Zátonyi*,

2001b). A természettudományos tantárgyak tankönyvei, tantervei is ezt az ismeretelsajátítási utat közvetítik, és a tanárképzésben is többnyire ez jelenik meg (például: *Erlichné*, 1994; *Kacsur*, 1989; *Lányi*, 1994; *Poór*, 1994). Ez az ismeretelméleti nézőpont csak látszólagos ellentétben áll az IBL konstruktivista nézőpontjával, mely a deduktív tudományszemléletet hangsúlyozza. A konstruktív tanulásszemlélet ismertetése, leírása magyar nyelven Nahalka István (1999) nevéhez köthető. E szemlélet terjedését a természettudományos tantárgyak tanításában jelzi, hogy a fizika, kémia és a biológia tanításához már készült konstruktivista szemléletre épülő módszertani jellegű tankönyv (*Korom*, 2005; *Nagyné*, 2006b; *Radnóti és Nahalka*, 2002; *Zátonyi*, 2001a). Egyre nagyobb hangsúly helyeződik az oktatás során hazánkban is a gyerekek előzetes ismereteire, azok minőségére, mennyiségére és szerveztségére, továbbá a természeti jelenségek alternatív magyarázatának (a tudomány álláspontjának) elfogadását, a konceptuális váltást lehetővé tevő tanulási környezetek megteremtésére.

Az utóbbi években a kognitív pszichológia és pedagógia nagy mennyiségű információt halmozott fel a tudás természetéről, az ismeretelsajátítás folyamatáról, a képességek fejlődéséről, és alkalmazása behatolt a természettudományos nevelés területére. A képességek fejlődésének elméleti kérdéseiről, fejlesztésük lehetőségeiről, a jól szervezett ismeretanyag megtanításának módszereiről számos tanulmány jelent meg. A nyugati kutatások széles tematikai spektruma megjelenik nálunk is, bár nagyon sok téma csak egy-egy műhely vagy kutató munkájához kapcsolódóan (*Csapó*, 2004b).

A PISA (OECD Programme for International Student Assessment) a modern társadalmakban szükséges, releváns, széles körben alkalmazható tudást állítja a természettudományos műveltség ('science literacy') középpontjába; egyre fontosabbá válnak a tudás létrehozásával, megszerzésével, kritikai értékelésével és alkalmazásával kapcsolatos képességek (*Csapó*, 2003b). Ez az igény tette egyre fontosabbá hazánkban is a tanulás tanulása (lásd *Habók*, 2004; *Nagyné*, 2006a; *Revákné és Ferenczy*, 2001), a metakogníció (a megismerési folyamatokkal kapcsolatos tudás felhasználása, lásd *Csikos*, 2007), az önszabályozó tanulás (lásd *Molnár*, 2001, 2002), a motiváció és az érdeklődés (lásd *Józsa*, 2007; *Fejes és Józsa*, 2007; *Réthyné*, 2003) kutatását az iskolai gyakorlat számára.

Manapság Magyarországon is egyre nagyobb az igény a kooperatív tanulási formák alkalmazása iránt, ami a hagyományos pedagógia hiányosságaira vezethető vissza. Ugyanez mondható el a projekt módszer alkalmazásáról (lásd például: *Nagyné*, 2007b; *Radnóti*, 2005a, 2005b, 2005c), a komplex megközelítésről, a gyakorlati kontextusba helyezésről, különösen a szakképzés területén (*Veres*, 2002). Szükséges egy új tanármóddell kidolgozása, melyben a tanár a tanulás hozzáértő vezetője.

Már régen megfogalmazódott, hogy a tudósok nevelése nagymértékben a jó iskolán múlik. Az oktatás olyan piramis, aminek a csúcsán az egyetemek vannak, de azok nevelőmunkájának az elemi és a középiskolákra kell épülnie (*Oláh*, 2001, idézi *Marx*, 2001). Magyarországon az 1996-ban megalakult Kutató Diákok Országos Szövetsége fogja össze, és a felsőoktatási és más kutatóhelyek munkatársaival kialakult együttműködés révén segíti a természettudományok iránt érdeklődő, tehetséges diákok kutatómunkáját, a jövő tudósainak nevelését (*Csermely*, 1999). A középiskolákban a kutató diákokkal foglalkozó, kutatásaikat irányító, és maguk is – a természettudományok és/vagy a neveléstudományok területén – kutatást végző tanárokat a 2005-ben alakult Kutató Tanárok Országos Szövetsége (3) fogja össze. Tudományos konferenciáikon osztják meg egymással legfrissebb kutatási eredményeiket, és beszélnek meg diákjaikkal végzett munkájuk tapasztalatait (*Kiss*, 2006; *Revákné és Bányász*, 2006). A tanárok kutatómunkája azért is nagyon fontos, mert újdonságként azt taníthatják, amit a tudomány felfedezett (*Csapó*, 2007). A tanárképzés napjainkban zajló hazai reformja, a kutatótanár-képzés bevezetése jól illeszkedik e mozgalmakhoz.

Összefoglalás

Külföldön széles körben elterjedt a természettudományos nevelés mint kutatás, illetve a kutatásalapú természettudomány-tanítás koncepciója. A kutatásalapú természettudomány program központi részét képezi az amerikai *Nemzeti Természettudományos Nevelési Standardok*nak, bár a tantervekben még nem eléggé elterjedt a használata (Colburn, 2000).

Míg sok kutatás kimerült a kutatásalapú tanulás/tanítás természettudományos nevelésben betöltött szerepében, bebizonyosodott, hogy ez az induktív tanítási módszer valamennyi diszciplínához alkalmazható (Exline, 2004). Az egyedeknek szükségük van számos perspektívára a világ szemléléséhez (például művészeti, tudományos, történelmi, gazdasági és más perspektívák). A különböző diszciplínáknak össze kell kapcsolódnuk, ezt szolgálhatja a kutatásalapú tanulás oly módon, hogy magába foglalja bizonyos specifikus „alapszabályok” alkalmazását, amelyek biztosítják a különböző diszciplínák integrálását és a különböző perspektívák egységes világgéppé alakulását.

Hagyományos oktatási rendszerünk sajnos úgy működik, hogy akadályozza a kutatás, kérdezés természetes folyamatát. A tanulók egyre kevésbé hajlamosak kérdezni, ahogy haladnak előre a tanulmányaikban. A tradicionális iskolában a tanulók megtanulják, hogy nem kérdéseket kell feltenni, hanem helyette az elvárt válaszokat kell meghallgatni és megismételni. A természetes kérdezői folyamat egyik akadálya származhat a kutatásalapú tanulás mélyebb megértésének hiányából. Ez nem csak egy könnyű, szórakoztató tanulási tendencia. A hatékony kutatás több, mint csak a kérdések feltétele. Ez egy komplex folyamat, amely magában foglalja, hogy az egyedek megpróbálják átalakítani az információt és az adatot használható tudássá. A kutatás hatékony alkalmazása számos faktort foglal magába: a kérdések kontextusát, a kérdések elméleti keretét, a kérdésekre fókuszálást és a különböző szintű kérdéseket. A jól megtervezett kutatásalapú tanulás olyan tudásstruktúrát eredményez, amely széleskörűen alkalmazható (Exline, 2004).

A természettudomány mint kutatás képezi a természettudományos nevelés alapját, irányítja a tanulói tevékenységek megszervezésének és kiválasztásának alapelveit. A tanulóknak valamennyi évfolyamon és a természettudomány minden területén lehetőséget kell biztosítani arra, hogy tudományos kutatást végezzenek, fejlesszék gondolkodási képességüket, és végezzenek kutatással kapcsolatos tevékenységeket: mint például kérdések feltevése, kutatások tervezése, vezetése, megfelelő eszközök és technikák használata az adatok gyűjtéséhez, kritikus és logikus gondolkodás a nyilvánvalóság (kézzelfoghatóság) és a magyarázatok közötti összefüggésekről, alternatív magyarázatok megalkotása és elemzése, a természettudományos érvek/indokok közzélése.

A kutatás nem csodaszer a természettudományos oktatás valamennyi problémájának megoldására, bár nagyon hatékony módszer, ami fejleszti a tanulók tartami tudását és készségeit egyaránt. A hatékony kutatásalapú tanítás időt és gyakorlatot kíván meg a tanár és a tanuló részéről egyaránt. A tanuló aktívan részt vesz a tudás megkonstruálásában és használja problémamegoldó készségeit a kutatás során.

Jegyzet

(1) http://www.vip.i-dia.org/files/pbl_uj_ped_szemle.doc

(2) http://www.vip.i-dia.org/files/pbl_uj_ped_szemle.doc

(3) www.kuttanar.hu

Irodalom

- Balogh László (1987): *Feladatrendszerek és gondolkodásfejlesztés*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- B. Németh Mária (2002): Iskolai és hasznosítható tudás: a természettudományos ismeretek alkalmazása. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 123–148.
- Bognár Mária (1997): „Élménypedagógia”. In: *Új Pedagógiai Lexikon*. Keraban Kiadó, Budapest.
- Colburn, A. (2000): An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23. 6. sz. 42–44.
- Csányi Vilmos (1999): Megmutatni, hogyan működik a tudomány. *Új Pedagógiai Szemle*.
- Csapó Benő (2002): A tudáskonceptió változása: nemzetközi tendenciák és a hazai helyzet. *Új Pedagógiai Szemle*, 2. sz. 38–45.
- Csapó Benő (2003a): *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő (2003b): Oktatás az információs társadalom számára. *Magyar Tudomány*, 12. sz. 1478.
- Csapó Benő (2004a): *Tudás és iskola*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Csapó Benő (2004b): A tudásvagyon újratermelése. *Magyar Tudomány*, 11. sz.
- Csapó Benő (2007): A tanári tudás szerepe az oktatási rendszer fejlesztésében. *Új Pedagógiai Szemle*, 3–4. sz.
- Csapó Benő és Korom Erzsébet (2002): Az iskolai tudás és az oktatás minőségi fejlesztése. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest. 305–319.
- Csermely Péter (1999): Scientific research training for children in Hungary. *The Biochemist*, 21. 28–30.
- Csíkos Csaba (2007): *Metakogníció. A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Erlichné Bogdán Katalin (1994): Gyakorlatra orientált fizika szakmódszertani képzés. *Iskolakultúra*, 4. 14. sz. 29–35.
- Exline, J. (2004): *Inquiry-based Learning: Explanation. Concept to Classroom. Workshop: Inquiry-based Learning*. <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/inquiry/index.html>
- Falus Iván (1998, szerk.): *Didaktika. Elméleti alapok a tanítás tanuláshoz*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Fejes József Balázs és Józsa Krisztián (2007): Az iskolai eredményesség és a tanulási motiváció kulturális jellemzői. *Iskolakultúra*, 17. 6–7. sz. 83–96.
- Greguss Pál (1936): *400 egyszerű növényélettani kísérlet*. Árpád Nyomda Könyvkiadó, Szeged.
- Habók Anita (2004): A tanulás tanulása az értelemgazdag tudás érdekében. *Magyar Pedagógia*, 104. 4. sz. 443–470.
- Haury, D. L. (1993): *Teaching Science through Inquiry*. ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education, Columbus, OH. <http://www.ericdigest.org/1993/inquiry.htm>
- Havas Péter (2007): A természettudományi kompetenciákról és a természettudományi oktatás kompetencia alapú fejlesztéséről. http://www.oki.hu/printerfriendly.php?tipus=cikk&kod=kompetencia-10_termeszett
- Hortobágyi Katalin (1991): *Projekt Kézikönyv*. Országos Közoktatási Intézet, Budapest.
- Hubbard, N. (2001): Three contexts for exploring teacher research: Lessons about trust, power and risk. In: Bumaforad, G., Fischer, J. és Hobson, D. (szerk.): *Teachers doing research: The power of action through inquiry*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, 295–306.
- Inquiry-based Learning*. WoksheetLibrary. <http://www.worksheetlibrary.com/teachingtips/inquiry.html>
- Józsa Krisztián (2007): *Az elsajátítási motiváció*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Juhász András (1992, szerk.): *Fizikai kísérletek gyűjteménye I., II., III.* ELTE, Budapest.
- Kacsur István (1989, szerk.): *A biológia tanítása*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kétszintű érettségi vizsga részletes követelményei* (2005)
- Kirschner, P. A., Sweller, J. és Clark, R. E. (2006): Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experimental, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41. 2. sz. 75–86.
- Kiss Gábor (2006): Hogyan alapozható meg a középiskolában az egyetemi sikeresség? *A Biológia Tanítása*, 14. 4. sz. 4. sz. 3–12.
- Klopfer, L. E. (1991): Scientific literacy. In: Lewy, A. (szerk.): *The international encyclopedia of curriculum*. Pergamon Press, Oxford. 947–948.
- Knausz Imre (2001): A tanítás mestersége*. Iskolafejlesztési Alapítvány, Budapest.
- Kontra József (1996): A probléma és a problémamegoldó gondolkodás. *Magyar Pedagógia*, 96. 4. sz. 341–366.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Kürti Istvánné (1982): *Tervek, hipotézisek, stratégiák a 9–14 éves gyermekek gondolkodásában*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Lane, J. L. (2007): *Inquiry-based Learning*. www.schreyerunstitute.psu.edu
- Lányi József (1994): A fizika és a szakmódszertan tanításának tapasztalatai és tervei. *Iskolakultúra*, **4**. 14. sz. 36–39.
- Lénárd Ferenc (1987): *A problémamegoldó gondolkodás*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Dr. Lénárd Gábor (1983): *Biológiai Laboratóriumi vizsgálatok*. 3. kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Marx György (2001): Oláh György: A Life of Magic Chemistry. Könyvismertetés. *Fizikai Szemle*, **4**. sz. 1137. <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0104/mgy.html>
- Moll, R. (2005): *Teaching Elementary Science using Inquiry-Based or Exploratory Activities*.
- Molnár Éva (2001): Tanulmányok az önszabályozó tanulásról. *Iskolakultúra*, **11**. 2. sz. 101–103.
- Molnár Éva (2002): Önszabályozó tanulás: nemzetközi kutatási irányzatok és tendenciák. *Magyar Pedagógia*, **102**. 1. sz. 63–77.
- Molnár Gyöngyvér (2004): Problémamegoldás és probléma alapú tanítás. *Iskolakultúra*, **14**. 2. sz. 12–19.
- Molnár Gyöngyvér (2005): A probléma-alapú tanítás. Az ismeretek alkalmazásának és az együttműködőkészség fejlesztésének módszere. *Iskolakultúra*, **15**. 10. sz. 31–43.
- Molnár Gyöngyvér (2006): *Tudástransfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Müllner Erzsébet (1998): *Biológiai gyakorlatok középiskolásoknak 9–12. osztály*. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Nagy Ferenc (1976): *A tanárok kérdéskultúrája*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Nagy József (2000): *XXI. század és nevelés*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Nagy József (2007): *Kompetencia alapú kritérium-orientált pedagógia*. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Nagy Lászlóné (2006a): A tanulásról és az értelmi fejlődésről alkotott elképzelések hasznosítása a természettudományok tanításában. *A Biológia Tanítása*, **14**. 5. sz. 15–26.
- Nagy Lászlóné (2006b): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Nagy Lászlóné (2007a): A feladatlap mint a tanulás-tanítás munkaeszköze. *A Biológia Tanítása*, **15**. 3. sz. 13–18.
- Nagy Lászlóné (2007b): A projekt módszer alkalmazása a biológia tanításában. *A Biológia Tanítása*, **15**. 1. sz. 3–11.
- Nagy Lászlóné (2008): A természet-megismerési kompetencia és fejlesztése a természettudományos tantárgyakban. *A Biológia Tanítása*, **16**. 4. sz. 3–7.
- Nagy Sándor (1997): *Az oktatás folyamata és módszerei*. Volos Kiadó, Mogyoród.
- Nahalka István (1995): A természettudományos nevelés és a tudományelméletek. *Magyar Pedagógia*, **95**. 3–4. sz. 229–250.
- Nahalka István (1997): Konstruktív pedagógia – egy új paradigma a láthatáron I–II–III. *Iskolakultúra*, **7**. 2. sz. 21–33., 3. sz. 22–40., 4. sz. 3–20.
- Nahalka István (1999): Válságban a magyar természettudományos nevelés. *Új Pedagógiai Szemle*, **49**. 5. sz. 3–22.
- Nahalka István (2001): A természettudományos nevelés kutatásának és fejlesztésének kérdései. In: Báthory Zoltán és Falus Iván (szerk.): *Tanulmányok a Neveléstudomány köréből*. Osiris Kiadó, Budapest. 373–389.
- Nahalka István (2003): *Túl a falakon*. Gondolat Kiadói Kör – ELTE BTK Neveléstudományi Intézet, Budapest.
- National Research Council (1996): *National Science Educational Standards*. <http://www.nap.edu/readingroom/books/nse>
- Nemzeti Alaptanterv*, 1995, 2003, 2007
- Öveges József (1963): *Érdekes fizika*. Táncsics Könyvkiadó, Budapest.
- Öveges József (1964): *Színes atomfizika*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Öveges József (1972): *Az élő fizika*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Öveges József (2006): *Kísérletezzünk és gondolkozunk I. – Mechanika*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest.
- Papp Katalin (2001): Természettudományos nevelés: múlt, jelen és jövő. In: Csapó Benő és Vidákovich Tibor (szerk.): *Neveléstudomány az ezredfordulón*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 328–338.
- Papp Katalin és Józsa Krisztián (2000): Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok? *Fizikai Szemle*, **50**. 2. sz. 61–67.
- Papp Katalin és Nagy Anett (2005): Public Relation és a fizikatanítás. *Iskolakultúra*, **15**. 10. sz. 21–30.
- Papp Katalin és Nagy Anett (2007): Public relation és a fizikatanítás – avagy hogyan tegyük vonzóvá a fizika tantárgyat. *Fizikai Szemle*, **1**. sz. 18.
- Patkós András (2008): Pillantás PISA-ra. *Fizikai Szemle*, **1**. sz. 25–30. <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0801/patkos0801.html>
- Perendy Mária (1980): *Biológiai vizsgálatok kézikönyve*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- Dr. Perendy Mária (1996): *Biológiai vizsgálatok*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Pólya György (1957): *A gondolkodás iskolája*. Bibliotheca, Budapest.

- Pólya György (1979): *A problémamegoldás iskolája. I. kötet.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- Pólya György (1970): *A problémamegoldás iskolája. II. kötet.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- Poór István (1994): A „fizika tanításának” oktatása az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Karán. *Iskolakultúra*, **4.** 18. sz. 69–72.
- Prince, M. J. és Felder, R. M. (2006): Inductive teaching and learning methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, **95.** 123–138.
- Radnóti Katalin (2005a): A fizika tantárgy problémái és lehetséges megoldások egy felmérés tükrében. *A Fizika Tanítása*, **13.** 5. sz.
- Radnóti Katalin (2005c): Hogyan lehet eredményesen tanulni a fizika tantárgyat? *Iskolakultúra*, **15.** 10. sz. 5–12.
- Radnóti Katalin (2005d): Az önálló ismeretszerzésre alapozott tanítás lehetősége a természettudományi nevelésben. *Új Pedagógiai Szemle*, **55.** 10. sz. 61–67.
- Radnóti Katalin és Kiss Csilla (2001): A konstruktivistika didaktika elemeinek alkalmazása a fizika tanításában. *A Fizika Tanítása*, **9.** 1. sz.
- Radnóti Katalin és Nahalka István (2002, szerk.): *A fizikatanítás pedagógiája.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Réthy Endréné (2003): *Motiváció, tanulás, tanítás. Miért tanulunk jól vagy rosszul?* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Revákné Markóczi Ibolya (2002): Motiváció a biológiatechnológiában. *A Biológia Tanítása*, **10.** 3. sz. 7–12.
- Revákné Markóczi Ibolya (2004a): Nehezen megoldható biológia problémafeladatok. *Iskolakultúra*, **14.** 4. sz. 42–50.
- Revákné Markóczi Ibolya (2004b): Így oldjunk meg problémafeladatokat biológiából. *A Biológia Tanítása*, **12.** 2. sz. 23–25.
- Revákné Markóczi Ibolya és Bányász Emese (2006): Kutatás a középiskolában. *A Biológia Tanítása*, **14.** 4. sz.
- Revákné Markóczi Ibolya és Ferenczy Tibor (2001): A tanulás tanítása a biológiaórán. *A Biológia Tanítása*, **9.** 1. sz. 25–28.
- Revákné Markóczi Ibolya és Máth János (2002): A természettudományos problémamegoldó gondolkodás fejlesztése a középiskolában. *Új Pedagógiai Szemle*, **52.** 10. sz. 101–109.
- Rózsahegyí Márta és Wajand Judit (1991): *575 kísérlet a kémia tanításához.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- Rózsahegyí Márta és Wajand Judit (1999): *Látványos kémiai kísérletek.* Mozaik Kiadó, Budapest.
- Spronken-Smith, R. (2008): *Experiencing the Process of Knowledge Creation: The Nature and Use of Inquiry-Based Learning in Higher Education.*
- 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, Wichester, UK, April 19–21, 2007.
- Dr. Szerényi Gábor (1982): *Biológiai terepgyakorlatok.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- Vári Péter (2003, szerk.): *PISA-vizsgálat 2000.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 39–43.
- Veres Gábor (2002): Komplex természetismeret a Politechnikumban I., II. Műhelytanulmány a természettudományos nevelés helyi fejlesztési eredményeiről. *Új Pedagógiai Szemle*, **5.** sz. és **6.** sz.
- Vermes Miklós (2005): *Fizikai kísérletek.* Jedlik Oktatási Stúdió, Budapest.
- Zátonyi Sándor (2001a): *Képességfejlesztő fizikatanítás.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Zátonyi Sándor (2001b): *Fizikai kísérletek környezetünk tárgyaival.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Zátonyi Sándor (2007): Motiváció és környezetünk fizikája. *Fizikai Szemle*, **5.** sz. 169.

A tanulmány a PRIMAS (Promoting inquiry in mathematics and science education across Europe) projekt támogatásával készült (GA 244 380).