

Nagy, Lászlóné

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

Iskolakultúra (2010) 12, S. 31-51



Quellenangabe/ Reference:

Nagy, Lászlóné: A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása - In: Iskolakultúra (2010) 12, S. 31-51 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-71215 - DOI: 10.25656/01:7121

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-71215>

<https://doi.org/10.25656/01:7121>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de/deed> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. den Inhalt nicht für kommerzielle Zwecke verwenden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work, provided that the work or its contents are not used for commercial purposes.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

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 kifejleszthetik 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 világgént 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; Zátonyi, 2001a), egy kompetencia-alapú, kritériumorientált pedagógia bevezetésében (Nagy, 2007), illetve a természettudományos tantárgyak vonzóvá tételében (például Papp és Nagy, 2005, 2007; Revákné, 2002; Zátonyi, 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 tanúlással 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 felfedezésen alapul, amely belső igényt elégít ki. A tanulási folyamat uralkodó eleme a non-direktivitás, vagyis maga a spontaneitás (Bognár, 1997).

A felfedezéssel tanulókat 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 tanulók analízáló, szintetizáló 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 megteremtéséhez.

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 projektalapú 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 kérdeve 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 kérdeve 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 felfedezései 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 „száműzendő” az oktatásból (*Nahalka*, 1995; *Falus*, 1998, 149. o.). Mások (például *Knausz*, 2001) kevésbé radikális módon alkalmazzák a konstruktivizmust. Véleményük szerint a felfedezései 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 felfedezései 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 megközelítésekből. 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 megközelítését 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 tevékenységek keretében, 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, ízérezékelés, szaglás) folyamatain 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 — rendelkeznek, 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 realisztikus 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, felfedezéses 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 értékelni 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 tanteremben 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 fogalmazzák 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 modellezője, 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 esetből 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 felfedezésszerű tanulást. A tanítási módszerek osztályozása történhet a tanulás kontextusa és más sajátságok – 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-központú 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 egységes 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 induktív 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

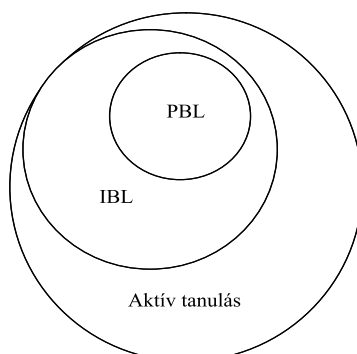
A számok jelentése a táblázatban: 1 – definícióból következik, 2 – mindig, 3 – általában, 4 – esetleg.

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 kérdezés 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, ellenőrizzék, 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-kezdményezett ('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 fényképész? 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 tanulóval (*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 kérdés 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 fókuszot 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 *Haurý*, 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 tartalomelemzési 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. Egyrésztől, ha a tevékenységek túl kihívóak, erőfeszítést jelentenek a tanulók számára, nem fogják megtanulni hatékonyan a fogalmat. Másrésztől, 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, nyugnek 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 módszertanáról.

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 néhányának 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 tantervek, 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; *Rózsahegy* és *Wajand*, 1991, 1999; *Szerényi*, 1982; *Vermes*, 2004; *Zátonyi*,

2001b). A természettudományos tantárgyak tankönyvei, tantervei is ezt az ismeretsajátítási 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 szervezettségére, 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 ismeretsajátítás 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 projektmódszer 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 tanármodell 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 csúcán 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 tantermekben 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 integritását és a különböző perspektívák egységes világgéppé alakulását.

Hagyományos oktatási rendszerünk sajnos úgy működik, hogy akadályozza a kutatás, kérdés 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 kérdezési 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 közlése.

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 | (3) www.kuttanar.hu |
| (2) http://www.vip.i-dia.org/files/pbl_uj_ped_szemle.doc | |

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.
- Csikós 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 tanulásához*. 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: Bumafor, 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 mestersege*. 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 terve. *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 Cheminty. 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): *Tudástranszfer 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 kritériumorientált 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 1. – 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 konstruktivistá 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 biológiatanításban. *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.
- Rózsahegy Mária és Wajand Judit (1991): *575 kísérlet a kémia tanításához.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- Rózsahegy Mária 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).