

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 örömet 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, felfedezéses 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 felfedezési 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 felfedezési tanulást egyesek azonosítják a problémamegoldással (például Knausz, 2001), mások a felfedezési 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 tanulókról való megértése, elfogadása és megoldása. A problémafelvető oktatás elősegíti a tanulóknak az 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 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 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 tanulász szemlélet 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 élet-szerű 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:

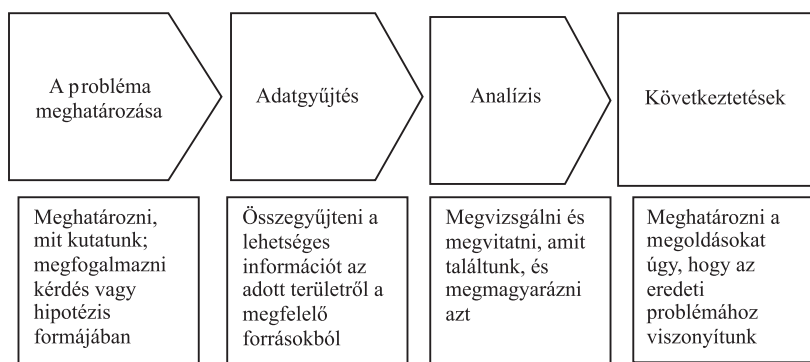
– A fókusz a tanulók által végzett aktív kutatáson van, a tudásszerzésre, a kíváncsiság kielégítésére, a megértésre irányul.

– 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 értékelnie 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 kérdezenek. 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-központi 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

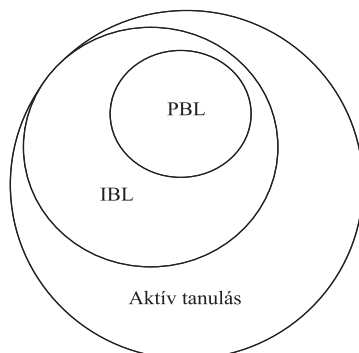
A számok jelentése a táblázatban: 1 – definícióból következik, 2 – mindig, 3 – általában, 4 – esetleg.

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 megalapozhatjuk 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 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 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 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 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

(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.
- 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 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.
- 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 környezettünk 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).

Csikos Csaba

SZTE, BTK, Neveléstudományi Intézet

Problémaalapú tanulás és matematikai nevelés

A Rocard-jelentés (lásd a jelen lapszámban) tisztázni igyekszik a kutatásalapú természettudományos nevelés ('inquiry-based science education', IBSE) és a problémaalapú tanulás ('problem-based learning', PBL) viszonyát. Eszerint a problémaalapú tanulás elsősorban a matematikai nevelés szakirodalmában használatos. A Rocard-jelentés szerint a problémaalapú tanulás speciális esete lenne a kutatásalapú tanulás, amikor a kitűzött probléma megoldásához kísérletezésre, természettudományos szemléletű vizsgálódásra is szükség van.

A problémaalapú tanulás mint esernyőfogalom

Tekintettel arra, hogy másfél évtizedes törekvés figyelhető meg a szakirodalomban a fogalmi tisztázásra mindkét fogalom esetében, egy oktatáspolitikai céllal készült dokumentum szükségképpen egyszerűsítésre kényszerül. A jelenleg is zajló terminológiai vitákban már az is komoly feladatot jelent, hogy egységes magyar fordítást találjunk a szóban forgó fogalmakhoz.

Az alábbiakban Molnár Gyöngyvér (2004) áttekintésére alapozva egyrészt a problémaalapú tanulás jellemzőinek egy rendszerét vázolhatjuk föl, másrészt a PBL-ben főszerpet játszó „probléma” sajátosságait. Megjegyzendő, hogy meglehetősen heterogén tulajdonság-listák állnak így elő: a problémaalapú tanulás egyes jellemzői a tanítási módszerről szólnak (például csoportmunka, a munka fázisai, a „tutor”¹ feladatai), míg jellemzők inkább átfogó kívánalmakról, tanári hozzáállásról szólnak (például tanulóközpontúság, önszabályozó tanulás). A PBL-megközelítésmóddhoz alkalmas problémák jellemzői között a következők szerepelhetnek: autentikus, intranszparens, csoportmunkában feldolgozható, magasabb rendű értelmi műveleteket mozgósító.

A problémaalapú tanulás fogalma fejlődésének illusztrálására olyan megfontolásokat ajánlunk, amelyek különböző nézőpontból született kutatási eredmények fogalomhasználatának explikálását jelentik. Az egyik meghatározó nézőpont a problémaalapú tanulás és a konstruktivista tanulásszemlélet kapcsolatát feltételezi. A neveléslélektan egyik nagy enciklopédiája sommásan azt állítja (Prawat, 2008, 183. o.), hogy „a problémaalapú, a projektalapú és a kutatásalapú pedagógiák azok, amelyek ehhez a tanulási megközelítésmóddhoz [a konstruktivista szemlélethez] legjobban illeszkednek”. Ebben az esetben burkoltan a konstruktivista felfogás követői által gyakran alkalmazott dichotóm szemlélet jelenik meg: hagyományos és újszerű pedagógiákról beszélve az utóbbiak egy klasztert alkotnak, hiszen nem az „újszerű” pedagógiák distinkciójának igényével lép föl, hanem a tradicionálishoz képest újszerűre törekvés igényével. Tynjälä (1999) a problémaalapú tanulást ígéretes megközelítésmóddnak nevezi, amely egyszerre képes különböző tudásformák fejlesztésére. Szerinte a problémaalapú tanulás jól tudja támogatni az aktív tanulási folyamatokat, amelyek viszont a konstruktivista pedagógia fő alapelveinek megvalósulását támogatják. Tanulmányában a problémaalapú tanulást a tudományterületi vagy tantárgyi tartalmakhoz kötött felépítés ellensúlyaként mutatja be.

A probléma alapú tanulás területén eddig elvégzett számos kísérlet lehetővé tette a terület meta-analízisét. A meta-analízis egy adott területen elvégzett vizsgálatok publikációiban fellelhető adatok másodelemzését jelenti (Csapó, 2002). Az ilyen vizsgálatok, a sokféle felhasznált kísérleti módszer és mérőeszköz miatt, mindig szükségképpen túláltalánosítják a vizsgált fogalmat, mintegy fogalmi esernyő alá gyűjtve különböző fogalmi keretekben született kutatásokat. A problémaalapú tanulás meta-analízisének egyik példája Dochy és munkatársai (2003) tanulmánya, amelyből megtudhatjuk, hogy a fogalom az orvoscépzés gyakorlatával szembeni elégedetlenség talaján született az '50-es években. A problémaalapú tanulás számos alapvető jellemzőjének összegyűjtése nyomán világossá vált, hogy a meghatározás nem kellően egyértelmű.

A problémaalapú tanulás megközelítésmódjának jellemzése mögött gyakran az a törekvés áll, hogy megkülönböztessék azt az ehhez képest kevésbé preferált, gyakran „hagyományos”-nak nevezett pedagógiai megközelítésmódtól. A kétféle megközelítésmód különbségeinek és hatásainak vizsgálatában Dochy és munkatársai meta-analízisének eredményeként, amely 43 kutatás eredményeit szintetizálta, a tanulók készségeinek és képességeinek területén meggyőző pozitív hatást mutatnak az eddigi vizsgálatok, míg az ismeretek terén negatív hatást találtak. Ezt a vegyesnek mondható képet erősíti meg Hattie (2005) tanulmánya, amelyben 41 kutatás összesített hatásméretként 0,06-os érték adódott. Önmagában ez nem feltétlenül alacsony, ám összehasonlítva más tényezőkkel (például a Hattie tanulmányának központi kérdését jelentő osztálymértékhatással) viszonylag alacsonynak nevezhető. A két említett meta-analízis eredménye egyrészt azt jelzi, hogy a tanulói teljesítmény növelésének lehetnek ugyan hatékonyabb útjai (negatív konklúzió), másrészt viszont a tradicionálisnak nevezett pedagógiai szemlélet megújítása ezek szerint nem jár azzal a kockázattal, hogy jelentősen lecsökkenne a tanulói teljesítmény (pozitív konklúzió), sőt, a tanulás iránti pozitív attitűd és a személyiség más, nem kognitív szférához tartozó jellemzőiben bekövetkezett változás is a problémaalapú tanulás eszméjének felkarolására buzdít.

A speciálisan a matematika területén végzett fejlesztő vizsgálatok közül kiemeljük Pape, Bell és Yetkin (2003) kutatását, amelyben a problémaalapú tanulás eszméje az önszabályozó tanulás eszközeként nyer tartalmat. Az önszabályozó tanulás folyamataiban alapvető, hogy a tanuló tisztában legyenek saját szerepükkel, amit mint aktív cselekvők a tanulás folyamatában betöltenek (D. Molnár, 2010). A matematika területén a problémaalapú tanulás azt jelenti, hogy a tanulóknak matematikai problémahelyzeteket kell elemezniük, saját és társaik gondolatmentéhez kritikusan kell viszonyulniuk, és meg kell tanulniuk elmagyarázni és igazolni gondolatmenetüket. Ebben a kutatásban a problémaalapú tanulás fogalma elsősorban önszabályozó tanulói folyamatokként szerepelt, ilyen módon a korábbi metakognícióra alapozott fejlesztő kísérleteink tanulságai (Csikos, 2007) is tárgyalhatók a problémaalapú tanulás átfogó fogalmi keretében.

A problémaalapú tanulással kapcsolatos vizsgálatok egy része az újszerű pedagógiai szemléletmód fogadtatását vagy éppen az elfogadtatás nehézségeit tárgyalta. A tanulók

Az önszabályozó tanulás folyamataiban alapvető, hogy a tanuló tisztában legyenek saját szerepükkel, amit mint aktív cselekvők a tanulás folyamatában betöltenek. A matematika területén a problémaalapú tanulás azt jelenti, hogy a tanulóknak matematikai problémahelyzeteket kell elemezniük, saját és társaik gondolatmentéhez kritikusan kell viszonyulniuk, és meg kell tanulniuk elmagyarázni és igazolni gondolatmenetüket.

körében már több kutatás igazolta a kognitív szférán túlra kiterjedő pozitív hatást (Azer, 2009). A tanulók pozitív hozzáállása „érhető”, hiszen olyan pozitív tapasztalatokról számoltak be a problémaalapú tanulással kapcsolatban, amelyek közös jellemzője a tanulásba bevontság érzésének biztosítása: eszközök használata, kísérletezés, internet-használat, csoportmunka. A pedagógusok hozzáállásával kapcsolatban ugyanakkor Niessen és munkatársai (2008) kifejezetten azt vizsgálták, milyen okai vannak az ellenállásnak a problémaalapú tanulás módszertanával szemben. Esettanulmányukban a problémaalapú tanulás fogadtatásának nehézségei között említik, hogy a tanártovábbképzések során túl sok minden újat igyekeznek átadni, és ehhez képest kevés konkrét konklúzió hangzik el. Ebben a vizsgálatban a problémaalapú tanulásnak azt az aspektusát emelték ki és tették a kísérlet lényeges változójává, amely szerint a közvetlen tanítás helyett a tanulók és a tanulócsoporthoz úgy sajátítanak el ismereteket és képességeket, hogy életszerű problémákon dolgoznak.

Az egységes, magyar nyelvű fogalomhasználatra tett javaslatainkat implicite tartalmazza a Rocard-jelentés fordítása. Ezen túl Nagy Lászlóné írása (lásd a jelen lapszám-ban) bepillantást enged azokba a dilemmákba, amelyeket az általunk jelenleg használt magyar nyelvű terminológia megszületésénél fontolóra vettünk.

A matematikai nevelés sajátosságai a problémaalapú tanulás szemszögéből

A matematika tanulásában is megfigyelhető az a kettősség, amelyet a természettudományos nevelés esetén – egyszerűsített megfogalmazással – az induktív és deduktív tanulási módok dichotómiájaként fejtenek ki. Nyilvánvaló ugyanakkor, hogy a vagylagos választás helyett egymással párhuzamosan alkalmazott megközelítésmódokként vannak jelen induktív és deduktív gondolkodási folyamatok, és ez a kettősség mind a matematika tudományában, mind az iskolai matematika tantárgy keretében tetten érhető.

A matematika erősen formalizált, deduktív felépítésű tudomány. A emberiség matematikai tudása évezredek óta hasonló formában: definíciók, tételek, bizonyítások együtteseként gyarapszik. Azonban a matematikai gondolkodás természete nem ilyen felépítést követ. A geometriával kapcsolatban Descartes (1992) vette észre, hogy a régi görög geometriai írásaikban nem azt a módszert használták, ahogyan az eredményeikhez jutottak. Szerinte azért, hogy azt a másik módszert (amit Descartes analitikusnak nevez) „mint valami titkot” (81. o.) megtartsák maguknak. A komplex számok algebrai bevezetésével kapcsolatban Fried (1991) fogalmazta meg, hogy bár első lépésként elképzeljük a létrehozandó konstruktumot, megállapítjuk, hogy milyen tulajdonságúak lesznek az új elemek, azonban a szóbeli vagy írásbeli közlésnél ez a lépés elmaradhat. Mégis „ez a matematikai gondolkodás leglényegesebb része” (25. o.). Folytatva a gondolatmenetet (26. o.): „Az első rész bizonyos fokig könnyebb, mert nem köt bennünket az a korlátozás, hogy a felírt műveleteknek értelme legyen. Ebben a részben ’csak’ megértenivalóink vannak, nem ’precíz tudnivalók’.” Fried írásában a pedagógiai kutató erős támogatásra lel a matematikai megértést elősegítő módszerek után kutatva, hiszen a deduktív következtetések kötöttségétől megszabadult, kreatív, intuitív és induktív – mégis matematika-inak nevezhető – gondolatmenetek létjogosultsága és szükségyszerűsége élénk tárul.

Rickart (1998) szerint a kreativitás alapvető a matematikai felfedezésekben. Neves matematikusok önreflektív gondolatainak elemzéseiből jutott erre a következtetésre, hozzátéve, hogy a matematika művelésében a kemény munka és a kreatív tapasztalatok együtt hozzák meg gyümölcsüket. Maguk a matematikusok is két táborra oszthatók Guy (1981) szerint: vannak elméleti matematikusok és vannak problémamegoldó matematikusok. Hersh (2000) a matematikatanárok körében azonosított olyan csoportokat, amelyek a matematikáról alkotott, filozófiai mélységű meggyőződésekre vezethetők vissza. Vannak például platonisták, akik az örök matematikai igazságban és a tökéletes definíci-

ókban hisznek. A formalisták igyekeznek kizárni az intuíciót a matematikai tevékenységükből, noha kénytelenek elismerni, hogy a nagy matematikusok gyakran induktív úton jutottak el a tételek bizonyításához. Végül a konstruktivista fölfogású tanárok az intuíciót és az induktív gondolkodást szükségszerűnek tartják a matematika műveléséhez.

A matematikusok és a matematikatanárok gondolkodásában azonosított sokszínűséget látva meglepő lehet, hogy az iskolai matematikaoktatás elsősorban deduktív, formalista utat követ, amely kizárja (vagy legalábbis nem díjazza) a hibázást, és nem tartja szükségesnek a saját gondolkodási folyamatokról szóló beszámolót. A matematikadidaktikában az induktív és deduktív megközelítésmódok szembeállításának illusztrálására születtek a DTP és PTD rövidítések. A matematikai bizonyítások tanulásának és tanításának két, alapvetően különböző útját jelzik ezek a betűsorozatok: DTP jelenti a formalista sorrendet: definíció – tétel – bizonyítás, definition – theorem – proof. Ezt a sorrendet találjuk évezredek óta a matematikai eredmények publikálásában, és ez a sorrend köthető a deduktívnek vagy tradicionálisnak nevezett matematikaoktatási felfogáshoz. Ezzel szemben a PTD egyfajta induktív, felfedezett utat jelent: bizonyítás – tétel – definíció (lásd: Csikos, 1999).

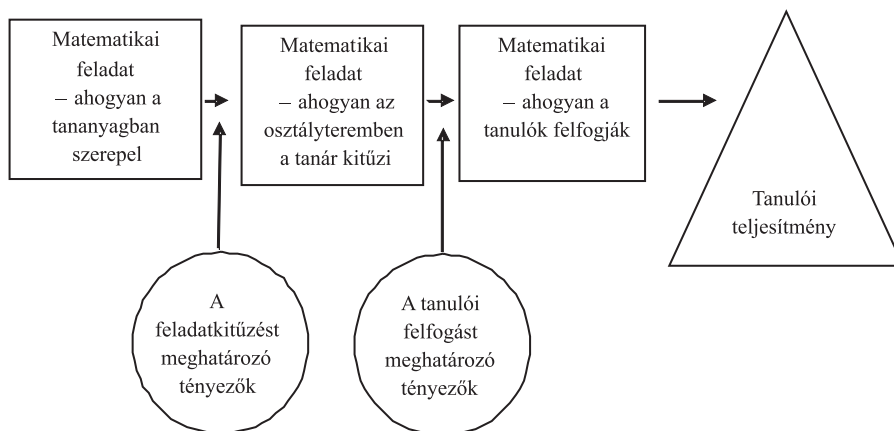
Az induktív és a deduktív jelzők szembeállítása túlzónak tűnhet az iménti gondolatmenetben. A szembeállításnak ugyanakkor legalább három rendszerszintjét tartjuk elképzelhetőnek: a logikai következtetések szintje, az oktatási módszerek szintje és a pedagógiai megközelítésmódok szintje.

Az induktív és a deduktív gondolkodás és következtetés egyaránt fontos és jelentős mind a matematikai, mind más területeken. Noha a „szegedi műhely” méréseiben általában az induktív gondolkodás tesztjén nyújtott teljesítmény szorosabban összefügg a tanulmányi eredményességgel (lásd például: Csapó, 1998), ennek részben oka lehet az is, amire Rips (1994) hívja fel a figyelmet a pszichometriai módszert érintő kritikájában: amennyiben a deduktív gondolkodás legalapvetőbb következtetési sémái nagyjából hasonló szinten fejlettek minden emberben, úgy nem várhatók szoros összefüggések az emberek közötti különbségek statisztikai elemzésére épülő módszerekkel. Egy következő rendszerszint a tananyag-feldolgozás útjainak említett különbsége lehet: DTP vagy PTD. Ezen a szinten az oktatási módszerek szerveződése és a tananyag felépítése definiál kétféle oktatási stratégiát. A leglényegesebb azonban egy harmadik szintű dichotómia: a tanári gondolkodás és az abból következő módszerek, célkitűzések és osztálytermi légkör kettőssége. Túl a logikai következtetések szintjén, és túl az oktatási stratégiák világán, a legpontosabban a pedagógiai megközelítésmódok vagy a szemlélet szintjének nevezhetjük ezt a harmadik rendszerszintet. Meggyőződésünk szerint a problémaalapú tanítás lényegét elsősorban ez utóbbi pedagógiai rendszerszinten tudjuk megragadni.

Feladatok, módszerek és célok kölcsönhatásai a problémaalapú tanulás területén

A Rocard-jelentésben közölt leírás és példák alapján nyilvánvaló, hogy a kutatásalapú tanulást elősegítő osztálytermi (és osztálytermen kívüli) környezetben számos tényező kölcsönhatása valósul meg. Ezeket a tényezőket Henningsen és Stein (1997) tanulmánya alapján, az 1. ábrán látható kölcsönhatások rendszerében tekintjük át. A problémaalapú tanulás – a definíciók közös magját alapul véve – egyik jellemzője, hogy a kitűzött feladat áll a középpontban. A további jellemzők már módszertani megfontolásokat tartalmaznak az alkalmazott osztálytermi munkaformákról vagy a tanár szerepéről.

Az ábra meglehetősen komplex – az eredeti ábrát lényegesen leegyszerűsítve is –, így a rajta szereplő dolgok kapcsolatrendszerének egy szeletét tekintjük át: célunk a matematikai nevelésben megvalósítható problémaalapú tanulási megközelítésmód legfontosabb jellemzőinek feltárása. Az előző pontban vázolt három rendszerszinten különböző kérdések tehetők föl: Milyen feladatok segíthetik elő a PBL alkalmazását, és azok megoldása



1. ábra. A matematikai feladatok jellemzői és a tanulói teljesítmény közötti kapcsolatok rendszere (Forrás: Henningsen és Stein, 1997, 528. o.)

során mekkora teret adjunk az induktív következtetéseknek? Milyen oktatási módszereket és stratégiákat alkalmazunk? Milyen tanári attitűd, milyen értékelési módszer és milyen osztálytermi légkör kívánatos?

Az 1. ábra elemzéséből nyilvánvaló, hogy bármely feladat (bármilyen jó feladat) két ponton is elveszítheti eredeti, gondolkodást fejlesztő hatását. Elsőként azon a ponton, ahogyan az a tanári meggyőződéseknek és céloknak megfelelően a tanulók elé kerül. Másodszor azon a ponton, ahogyan a tanulók felfogják az adott feladatot. Itt nem szövegértési vagy más kognitív akadályokra gondolunk, hanem az osztály szocio-matematikai normáira (lásd: Yackel és Cobb, 1996) és a tanulói célokra és meggyőződésekre.

A 1. ábra alapján az is nyilvánvaló, hogy az oktatási módszereknek, amelyek megválasztásában a tanári meggyőződések és célkitűzések döntő jelentőségűek, szerepük van abban, ahogyan egy feladat (bármely feladat vagy bármilyen jó feladat) végül a tanuló elé kerül, majd a tanulói teljesítményhez hozzájárul.

Egy példát mutatunk annak illusztrálására, hogy adott matematikai szöveges feladat hányféleképpen alakulhat át az ábrán jelzett lépésekben, míg végül a tanulói teljesítményben megjelenve a tanítás-tanulás eredményességét jelzi az oktatási rendszer szereplői számára.

Hasonló feladatot az egyik hazai tankönyvkiadó, azóta már jelentősen átdolgozott tankönyvében találtunk:

„Egy átlagos elefánt tömege 60–70-szer nagyobb, mint egy átlagos felnőtt tömege. Egy átlagos kékbálna viszont 15–20-szor nehezebb egy elefántnál. Ha egy átlagos felnőtt tömege 75 kg, milyen nehéz lehet egy átlagos kékbálna?”²

Az egyszerűség kedvéért addig a pontig, amíg a tanuló eljut a feladat megoldásához, mindössze kétféle tanári és tanulói felfogást feltételezünk. Az első tanári hozzáállás alapján a feladat a számolási készség gyakoroltatása mellett az egyenlőtlenségek felírásának tanulására alkalmas. Ebben az esetben az alkalmazott tanári módszerek között feltehetőleg a frontális és az egyéni munkára építő módszerek jelennek meg. Ezen túl – akár kimondatlanul is – a tanulókat gyors és pontos munkavégzésre ösztönzi, hiszen – akár kimondva is – ez csupán egy gyakorlófeladat. Egy második lehetséges tanári hozzáállás esetében a feladat első két mondatának ismertetése után a tanulók első feladat az lesz, hogy meghatározzák, milyen kérdésre lehet választ kapni az eddigi adatokból, és milyen további adatokat szeretnének megtudni.³ Az alkalmazott módszerek ebben az esetben

elmozdulhatnak a vita és a csoportmunka irányába. Annak jelentőségére és fejlesztési lehetőségeire, hogy adott problématerben a tanulók képessé váljanak feladatok, majd részfeladatok megfogalmazására, meggyőzően mutatott rá a Vanderbilt Egyetem kutató-csoportja (Bransford és mtsai, 1998).

A tanulói feladatfelfogás ('implementation' az eredeti szövegben) alakulása többek között attól függ, hogy milyen osztálytermi normák alakultak ki, és a tanuló milyen matematikai tanulmányi énképpel rendelkezik. Előfordulhat, hogy a feladatot olyan versenyhelyzetként éli meg, amelyben eleve vesztesként látja magát. Másik esetben az elvárt megoldás jellege vezet oda, hogy a feladat tényleges tartalmát figyelmen kívül hagyva keresi azt a – lehetőség szerint egy-két – matematikai alpműveletet, amelyek elvégzésével adódik a kétszer aláhúzendó válasz.

Gondolatkísérletünkől nyilvánvaló, hogy a problémaalapú tanulás alkalmazásában az alkalmazott feladatok és oktatási módszerek kölcsönhatásain túl a pedagógus személyes meggyőződése is van a hangsúly.

Néhány feladat és módszer a problémaalapú matematikatanulás elősegítésére

Az előző pontokban igyekeztünk illusztrálni azt a kérdést, amelyet most a következő formában ismétlünk meg: Milyen mértékben határozzák meg a problémaalapú tanulás sikerét a megfelelően megválasztott osztálytermi feladatok? Lehetséges-e, hogy egy adott feladat egyaránt megfelel a tradicionálisnak nevezett és a problémaalapúnak tekinthető pedagógiai megközelítésmódnak? Mielőtt néhány feladat esetében részletesebb elemzésbe kezdenénk, vizsgáljuk meg a kérdésekre adott válaszok elvileg lehetséges kimenetelét és következményeit!

Amennyiben elemzésünk eredménye arra mutat rá, hogy bizonyos feladatok sokkal inkább alkalmasak a problémaalapú tanulás elősegítésére, mint más feladatok, akkor megnő a bemeneti oldal jelentősége a tanítás-tanulás folyamatában. Ez azt jelenti, hogy a feladatgyűjtemények piacán, vagy akár az interneten megosztott feladatok sokaságában új kritériumként jelenik meg a feladatok alkalmassága a problémaalapú tanulás szemszögéből. Egy ilyen helyzetben ugyanakkor az oktatási módszerek kiválasztásának felelősségét és terhet részben le vesszük a pedagógusok válláról, hiszen ha egy feladat a szakértők szerint alkalmas a problémaalapú tanulás segítésére, akkor azt már „nem nagyon lehet elrontani”. Amennyiben viszont elemzésünk arra mutatna rá, hogy szinte bármely feladat alkalmas lehet a problémaalapú tanulás elősegítésére, akkor megnő a módszertani kultúra jelentősége, és sokkal inkább a módszertani repertoár fejlesztésére, és kevésbé feladatfejlesztésre van szükség. Ebben az esetben a bemeneti oldallal szemben a tanítás-tanulás folyamati tényezői jutnak főszerphez. A következő feladatok elemzésével azt szeretnénk illusztrálni, hogy miként a Rocard-jelentésben illusztrációként használt homokóra-feladat a természettudományos nevelés

A feladat igazából ott kezdődik, hogy a tanulók kitalálják, milyen adatok lennének szükségesek ahhoz, hogy a feladatnak egyértelmű, számszerűsíthető megoldása legyen. Ha ilyen módon alkalmazzuk a feladatot, akkor jelentős lépést tettünk a problémaalapú matematikatanulás felé. Hiszen nem a matematikatudomány valamely fejezetében haladtunk előre, nem számkört bővítettünk a készségfejlesztés során, hanem egy adott matematikai probléma körül – aktív tanulási helyzetben – előkerültek matematikai műveletek, sőt mit több, önszabályozó matematikai tanulási formák.

terén, hasonlóan a matematikai problémák is az alkalmazott módszer függvényében válhatnak a problémaalapú tanulás segítőivé. Olyan feladatokat választottunk elemzésünk tárgyául, amelyek a nemzetközi szakirodalomban jól ismertek, és amelyek vizsgálatát új perspektívával gazdagítja a problémaalapú tanulás szempontja.

Cooper (1994) nevezetes feladata lift-problémaként vált ismertté.

„Egy irodaházban ez a felirat található a liftben:

A lift 14 embert szállíthat.

A reggeli csúcsforgalomban 269 ember akar felmenni a lifttel. Hány csoportban férnek be a liftbe ezek az emberek?”

Elsőként a Rocard-jelentésben A)-tól D)-ig jelölt négy megközelítésmódot alkalmaztuk a fenti feladatra. Az egyes megközelítésmódokat a nagybetűk helyett rövid kulcski-fejezésekkel fogjuk azonosítani.

A. A tanár frontális módszerrel bemutatja a megoldást – a gyerekek (szerencsés esetben) figyelnek, és nagy részük követni képes a tanári bemutatást és magyarázatot.

B. A tanulók megpróbálják önállóan megoldani a feladatot, miközben a tanár kérdésekkel segíteni próbál.

C. A szokásos, gyakran sablonosnak tekinthető megoldás mellett a tanár kérdésekkel igyekszik rávezetni a tanulókat arra, hogy a feladat feltételeinek megváltoztatásával, a sablonos megoldásmenet helyett javasolt új megközelítésmóddal többféle gondolatmenetnek és megoldásnak van létjogosultsága. A tanulók önálló kérdésfeltevésre és aktivitásra ösztönzése a problémaalapú tanulás irányába tett jelentős lépésként értékelhető.

D. A tanár néhány adatot, esetleg fényképet, videofilmet mutat be, amelyekben megjelennek a feladatban szereplő fogalmak és mennyiségek. A tanulók feladata ezek után kérdéseket megfogalmazni az adott problématerben, majd a saját maguknak feltett kérdéseket szisztematikusan elemezni, a megoldást pedig ellenőrizni.

A négyféle pedagógiai megközelítésmóddhoz tartozó rövid kulcski-fejezéseként a következőket javasoljuk: A) tradicionális feladatkitűzés, B) segítő feladatmegoldás, C) irányított, problémaalapú tanulás, D) önszabályozó, problémaalapú tanulás.

Érdemes megfigyelni, hogy a feladat szövegét teljesen érintetlenül hagyhatjuk az első három megközelítésmód esetén, ami azt igazolja, hogy a tradicionális, a segítő és az irányított, problémaalapú feladatkitűzés esetén a konkrét feladatnál lényegesebb lehet az alkalmazott oktatási módszerek együttese; patetikusan fogalmazva: a pedagógiai kultúra. Ugyanakkor a negyedik – önszabályozó, problémaalapú tanulásnak nevezett – megközelítésmód érvényre juttatásához a feladatot abban az értelemben is nyílt végűvé kell alakítanunk, hogy maguknak a tanulóknak legyen lehetőségük a kérdések megfogalmazására a feladatszöveghez kapcsolódóan. Az önszabályozó feladatmegoldás során működésbe lépő metakognitív stratégiák (tervezés, nyomon követés, értékelés) fejlesztését jobban segítik az olyan feladatok, amelyek inkább egy problémater felvázolását valósítják meg, és kevésbé adnak irányutatót arra vonatkozóan, hogy milyen jellegű megoldási folyamat és végeredmény az elvárás.

Következő feladatunk a 13. századba röpít vissza. A kínai Shu-shu Chiu-chang kéziratban található az alábbi feladat (lásd: *Greer, Verschaffel és De Corte, 2000*):

„Hét ember 8 íjat készít el 9 nap alatt. Hány napig tart 225 embernek elkészítenie 10 000 íjat?”

A lehetséges megközelítésmódokra vonatkozó elemzésünk eredményeként itt is az adódik, hogy a feladat szövegének megváltoztatása nélkül lehetséges többféle osztályter-

mi kultúra mellett fölhasználni a feladatot. Valódi, önszabályozó, problémaalapú megközelítésmód érvényre juttatásához azonban a feladat átalakítása szükséges. Például:

„A régi Kínában hét fegyverkészítő kilenc nap alatt készített el nyolc íjat. A hadseregnek tízezer íjra volt szüksége. Hogyan gondolkodhatott a császár: miképpen lehet tízezer íjat gyorsan előállítani?”

Amennyiben a szövegben megadjuk például azt, hogy legfeljebb 225 fegyverkészítő dolgozott az íjakon, a feladat már kevésbé lesz alkalmas az önszabályozó tanulás fejlesztésére.

Végül egy egészen egyszerű feladatot nézünk Illinois állam matematikatesztjéből (*De Lange*, 1993):

„Kathy 40 cent értékben vásárolt földimogyorót. June 8 uncia földimogyorót vett. Melyik lány vett több földimogyorót?”

A feladat eredetileg zárt formájú volt, és természetesen a helyes válasz az volt, hogy „nem lehet eldönteni”. De Lange szerint már önmagában dicséretes, hogy egy tétellel bíró értékelési helyzetben megjelent olyan feladat, amelynek helyes megoldásához azt kellett kimondani, hogy nincs – szokványos értelemben vett – megoldása. A feladat igazából ott kezdődik, hogy a tanulók kitalálják, milyen adatok lennének szükségesek ahhoz, hogy a feladatnak egyértelmű, számszerűsíthető megoldása legyen. Ha ilyen módon alkalmazuk a feladatot, akkor jelentős lépést tettünk a problémaalapú matematikatanulás felé. Hiszen nem a matematikatudomány valamely fejezetében haladtunk előre, nem számkört bővítettünk a készségfejlesztés során, hanem egy adott matematikai probléma körül – aktív tanulási helyzetben – előkerültek matematikai műveletek, sőt mit több, önszabályozó matematikai tanulási formák.

Jegyzet

(1) A „tutor” kifejezés azt a szerepkört jelenti, amely a problémaalapú tanulás csoportmunkájának folyamatában a facilitálással, a moderálással, esetlegesen a tartalmi jellegű segítségnyújtással írható le. Hazai implementációs törekvések esetén az osztályban tanító szaktanárra, vagy akár az epochális rendszerben megvalósuló oktatás tanári teamjének tagjaira gondolhatunk.

(2) A feladat „tradicionális” megközelítésben a $900 < x < 1400$ egyenlőtlenséghez vezet. Megjegyezzük, hogy ez a megoldás (mivel átlagokról volt szó a szövegben, de nem ismerjük a megadott tulajdonságok eloszlását) matematikai szempontból erősen leegyszerűsített, akár még inkorrektnek is tarthatjuk.

Viszont aki követi az osztálytermi normákat, eléggé gyorsan kitalálhatja ezt az egyenlőtlenséget.

(3) A problémaalapú megközelítés ellenzői tiltakozhatnak amiatt, hogy ezek szerint nem is fontos matematikai műveleteket végezni a megoldáshoz. Ennek a felvetésnek a boncolgatása elég messzire vezet, így csak két, nyitva hagyott kérdést ajánlunk megfontolásra: Valóban mindenféle típusú szöveges feladatot ki kell-e használni a számolási készség fejlesztése szempontjából? Vajon a matematikai gondolkodásnak azok az összetevői, amelyek lehetővé teszik, hogy egy nyitott problématerben a tanuló feladatokat alkosson, fejleszthetők és fejlesztendőek-e akkor is, amikor a számolási készség fejlettségi szintje még nem optimális?

Irodalom

Azer, S. A. (2009): Problem-based learning in the fifth, sixth, and seventh grades: Assessment of students' perceptions. *Teaching and Teacher Education*, **25**, 1033–1042.

Bransford, J. D. és Mtsai (1998): Középsiskolai tanulók matematikai gondolkodásának fejlesztése: kutatási tapasztalatok. In Sternberg, R. J. és Ben-Zeev, T.

(szerk.): *A matematikai gondolkodás természete*. Vince Kiadó, Budapest. 201–246.

Clarke, D., Goos, M. és Morony, W. (2007): Problem solving and working mathematically: an Australian perspective. *ZDM Mathematics Education*, **39**, 475–490.

Cooper, B. (1994). Authentic testing in mathematics? The boundary between everyday and mathematical

- knowledge in National Curriculum testing in English Schools. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 1. 143–166.
- Csapó Benő (2002): A képességek fejlődési ütemének egységes kifejezése: a gamma-koefficiens. *Magyar Pedagógia*, **102**. 391–410.
- Csikos Csaba (1999): Iskolai matematikai bizonyítások és a bizonyítási képesség. *Magyar Pedagógia*, **99**. 3–21.
- Csikos Csaba (2007): *Metakogníció. A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- D. Molnár Éva (2010): A tanulás értelmezése a 21. században. *Iskolakultúra*, **20**. 11. 3–16.
- De Lange, J. (1993). Between end and beginning: Mathematics education for 12–16 year olds: 1987–2002. *Educational Studies in Mathematics*, **25**. 137–160.
- Descartes, R. (1992): *Értekezés a módszerről*. IKON Kiadó.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P. és Gijbels, D. (2003): Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, **13**. 533–568.
- Fried Ervin (1977/1991): *Klasszikus és lineáris algebra*. 4. kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Guy, R. K. (1981). *Unsolved problems in number theory*. Springer-Verlag, New York – Heidelberg – Berlin.
- Hattie, J. (2005): The paradox of reducing class size and improving learning outcomes. *International Journal of Educational Research*, **43**. 387–425.
- Hersh, R. (2000). *A matematika természete*. Typotex Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2004): Problémamegoldás és probléma-alapú tanítás. *Iskolakultúra*, **14**. 2. sz. 12–19.
- Niessen, T., Abma, T., Widdershoven, G., van der Vleuten, C. és Akkerman, S. (2008): Contemporary epistemological research in education: Reconciliation and reconceptualization of the field. *Theory and Psychology*, 18. sz. 27–45.
- Pape, S. J., Bell, C. V. és Yetkin, I. E. (2003): Developing mathematical thinking and self-regulated learning: A teaching experiment in a seventh-grade mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, **53**. 179–202.
- Prawat, R. S. (2008): Constructivism. In Salkind, N. J. (szerk.): *Encyclopedia of educational psychology*. SAGE Publications, Los Angeles – London – New Delhi – Singapore. 182–182.
- Rickart, C. (1998). Strukturális és matematikai gondolkodás. In Sternberg, R. J. és Ben-Zeev, T. (szerk.): *A matematikai gondolkodás természete*. Vince Kiadó, Budapest. 279–292.
- Rips, L. J. (1994): *The Psychology of Proof*. Deductive Reasoning in Human Thinking. The MIT Press, Cambridge, MA – London.
- Tynjälä, P. (1999): Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the university. *International Journal of Educational Research*, **31**. 357–442.
- Verschaffel, L., Greer, B. és De Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Swets & Zeitlinger, Lisse.
- Yackel, E. és Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, **27**. 458–477.
-
- A tanulmány létrejöttét a PRIMAS (Promoting inquiry in mathematics and science education across Europe), FP7, GA 244 380 sz. projekt, és TÁMOP-3.1.9-08/01-2009-0001 sz., Diagnosztikus mérések fejlesztése című projekt támogatta.*

Veres Gábor

Közgazdasági Politechnikum

Kutatásalapú tanulás – a feladatok tükrében

A kutatásalapú tanulás elveinek és módszereinek előtérbe kerülése egy lehetséges válasz azokra a figyelmeztető jelekre, esetenként válságjelenségekre, amelyek a hazai és ezen túl az európai természettudományos nevelésben megfigyelhetők voltak. A Rocard-jelentésben foglalt javaslatok erre a területre fókuszálnak, de szélesebb kontextusban beleilleszkednek az ezredfordulóra kialakuló új pedagógiai paradigma kereteibe.

Milyen problémákkal küzd a természettudományi nevelés?

A hazai kutatások már a '90-es években rámutattak, hogy baj van a diákok tudásával: amit az iskolában megtanulnak, azt kevésbé tudják az élet más területein, új összefüggésekben alkalmazni. A természettudományi tantárgyak ellentmondásait fokozza, hogy a legjobbak nemzetközi szintű sikerei mellett egyre jobban elforduló tanulói tömegek ülnek az iskolapadokban. A PISA műveltségközpontú mérései szerint sem a legjobb a magyar diákok természettudományi tudásának alkalmazhatósága, ez pedig akadály lehet az ország gazdasági versenyképességének.

Az Országos Köznevelés Tanács által létrehozott ad-hoc bizottság legfontosabb megállapításai:

- A természettudományos közoktatás a tanulók széles rétegei számára nem elég hatékony, a természettudományos műveltség nem kielégítő színvonalú.
- A természettudományos tanári pályák vonzereje csekély, a fizika és a kémia területén válságos helyzet alakult ki.
- A műszaki-természettudományos pályákra jelentkező hallgatók száma és általános felkészültsége nem kielégítő (*OKNT-bizottság*, 2008).

A tanári pálya vonzóbbá tételére és a tanárképzés színvonalának javítására tervezett intézkedések mellett szükség lenne a természettudományi nevelés tudományos alapokra helyezésére is. A kutatásalapú tanulás ennek egyik eszköze lehet, de a sikeres alkalmazáshoz szélesebb körű pedagógiai feltételrendszer, új gondolkodásmód és iskolai kultúra szükséges.

Hogyan segítheti a megújulást az új pedagógiai paradigma?

A mind szélesebb körben vizsgált és feltárt problémákra válaszul számos kezdeményezés indult, amelyekben a gazdaság, a tudomány és a politika erőit igyekeztek az oktatás megújítása érdekében összefogni. A kulcskompetenciák meghatározása, a fejlesztési módszerek tudományos alapokra helyezése már eddig is számottevő eredményekre vezetett. Azok az országok voltak talán a legsikeresebbek, amelyek következetesen érvényesítették az új pedagógiai paradigma elveit. A régi és az új elemek azonban több-kevesebb ideig egymás mellett élnek.

A régi pedagógiai paradigma jellemzői:

- évfolyamok, osztályok,
- tanórákra szabdalt, merev időkeretek,

- tanulás formalizált iskolai környezetben,"
- tartalomközpontú, előíró tanterv,"
- tankönyvközpontú tanítás,"
- osztályozó értékelés,"
- az átlageredmény értékelése,"
- a tanítás hatalomgyakorlás."

Az új pedagógiai paradigma jellemzői:"

- rugalmasan szerveződő tanulói közösségek,"
- tanulási módokhoz igazított időkeretek,"
- iskolán kívüli tanulási környezetek,"
- probléma-alapú, nyitott tantervek,"
- feladatközpontú tanulás,"
- egyéni, fejlesztő értékelés,"
- a tanulás partnerség."

Milyen pedagógiai célokot szolgálhat a természettudományi nevelés megújítása?"

A természettudományi nevelés megújítása számos, egymással összefüggő elem együttes, összehangolt fejlesztésével képzelhető el (*Integrált természetismeret oktatás, 2006*):"

A természettudományos tantárgyak oktatásában tapasztalható válságjelenségek elkerülése, azaz:"

- a tanulási motiváció erősítése,
- a tantárgy kedveltségének fokozása,
- a tanulási sikeresség növelése,"
- a természettudományos és műszaki pályák választására való készítetés."

A tanulás hatékonyságának fokozása"

- a korszerű tanuláselméleten alapuló módszerek használatával,"
- az adaptív pedagógia, a differenciálás eszközeivel,"
- a személyközpontú fejlesztő értékelés alkalmazásával."

Korszerű természettudományi műveltség építése"

- nyitott, probléma-alapú tartalomszabályozással,"
- a természettudományi tudásrendszer közös fogalmakra és kulcselméletekre épülő fejlesztése,"
- a mindennapokban használható, mindenki által elsajátítható természettudományos gondolkodásmód kialakításával."

A tanulói kompetenciák fejlesztése"

- részletes kompetenciarendszer és fejlődési szintek meghatározásával,"
- változatos tanulási környezettel és tevékenységrendszerrel,
- részletes témaköri követelmények, fejlesztési kritériumok közzétételével,"
- kritérium-alapú értékeléssel."

Hogyan működik a kutatásalapú tanulás az osztálytermi gyakorlatban?"

A gyakorlati és kísérleti feladatok önmagukban még nem feltétlenül valósítják meg a kutatásalapú tanulást, ahogyan az utóbbi sem minden esetben kapcsolódik a tanulók gyakorlati és kutatási tevékenységéhez. Ma is számos kiváló gyakorlati és kísérleti oktatási segédlet áll a tanárok rendelkezésére, de ezek használata még nem mindig eredményez hatékony természettudományi nevelést, és nem feltétlenül jelzi a kutatásalapú tanulás megvalósulását. A kutatásalapú tanulás sajátos tanár-diák viszonyt követel meg, amely a szervezethez, a tervezés és az együttműködés magasabb szintjében különbözik a hagyományostól. (1)"

A bagdadi elem rejtélye (video) >>>

Módszerek egymás mellett – nem egymás helyett

A tanulási módszereket és eszközöket a célok és a körülmények figyelembe vételével kell megválasztani, nem feltétlenül vagy-vagy választásként. A tanulókat részletesen eligazító, irányított munkalap alkalmazása akkor célszerű, ha valamely részfogalmat vagy speciális készséget akarunk tanítani, fejleszteni. Az érdeklődést felkeltő feladatok egy témakör bevezetéseként szolgálhatnak, vagy a tanulási folyamat végén segíthetik a tanulók fejlődésének értékelését. A nyitott kutatási feladatok akkor hatékonyak, ha a tanulók már jártasak a gyakorlati munkában és képesek önállóan is dolgozni. Ezek a módszerek egymással kombinálva, kevert tanulás során is alkalmazhatók.

Figyelni kell arra, hogy ki fogalmazza meg a kérdéseket, ki tervezi meg a kutatás menetét és ki dönt a megfelelő válaszok és megoldások kiválasztásáról. Irányított munkalap esetén a lépésről lépésre való végrehajtáson kívül semmi sincs a diákra bízva. Az érdeklődést felkeltő feladatokat a tanár fogalmazza meg, de a diákok szabadon alakíthatják a megoldáshoz vezető utat. Ezek a feladatok a probléma jellegével is igyekeznek rávezetni a megoldásra, amely nem túl széles körben fogalmazható meg. A nyitott kutatási feladatokban a tanulók a tanár által meghatározott témakörön belül a kérdések széles választékával foglalkozhatnak. Önállóan használhatják az eszközöket, megválaszthatják a módszereket, követve a tanár segítő, facilitáló információit. A munka eredményeként többféle megoldás is elfogadható, ezeket a diákok maguk ellenőrizhetik.

A jól tervezett kutatás a tanulandó témakörök többirányú megközelítését teszi lehetővé, miközben a tanulói aktivitás széles választékát biztosítja. Megragadja a gyerekek érdeklődését, biztosítja, hogy érdekeltté váljanak a tanulásban, amelyet többféle úton valósíthatnak meg. Az irányított munkalapok ezzel szemben ugyanabból a kiindulópontból, ugyanolyan folyamaton át vezetik a tanulókat, és nem teszik lehetővé a változatos munkaformákat. Az érdeklődést felkeltő, motiváló feladatok is egy pontból indulnak ki, a munkaformák bár választhatók, de csak behatárolt mértékben. A nyitott kutatási feladatokban a kiindulópontok megválasztását csak a rendelkezésre álló anyagok és eszközök korlátozzák, így a tanulók tevékenysége igen változatos lehet.

A tanár határozza meg a tanulandó témakört, kialakítja a tanulási környezetet, segíti a csoportok munkáját. Utóbbi során megfigyeli a munkát, kérdéseket tesz fel, segít az elakadások leküzdésében, ráirányítja a tanulók figyelmét egymás munkájára. Irányított munkalapok alkalmazása során a tanár szerepe annak ellenőrzése, hogy minden az előírtak szerint halad-e. Az érdeklődést felkeltő feladatok esetében a tanár aktív facilitátor szerepet játszik, biztatja a csoportokat és javaslatokat tesz. Nyitott tanulás esetén a taná-

A tanulási módszereket és eszközöket a célok és a körülmények figyelembe vételével kell megválasztani, nem feltétlenül vagy-vagy választásként. A tanulókat részletesen eligazító, irányított munkalap alkalmazása akkor célszerű, ha valamely részfogalmat vagy speciális készséget akarunk tanítani, fejleszteni. Az érdeklődést felkeltő feladatok egy témakör bevezetéseként szolgálhatnak, vagy a tanulási folyamat végén segíthetik a tanulók fejlődésének értékelését. A nyitott kutatási feladatok akkor hatékonyak, ha a tanulók már jártasak a gyakorlati munkában és képesek önállóan is dolgozni. Ezek a módszerek egymással kombinálva, kevert tanulás során is alkalmazhatók.

ri szerep hasonlóan facilitáló, de különösen nagy hangsúly van a kommunikáción. A tanulók egymás között megosztott információinak kulcsszerepe van az egyéni és a csoportszintű tudásépítésben. Azok a kiegészítő információk is nélkülözhetetlenek, amelyeket a tanulók más forrásokból, például könyvekből, internetről, szakértőktől szerezhetnek. A tanári instrukcióknak azt kell szolgálniuk, hogy a tanulók képesek legyenek kialakítani saját kutatási tervüket, munkájukat.

A tanár szerepe

A tanárok alapvető feladata a pedagógiai célok és módszerek, a tanulók által irányított kutatás és a tanár vezető szerepe közötti egyensúly megteremtése. A természettudományok kutatásalapú tanulása során a tanárnak el kell érni, hogy a tanulók a sajátjukként viszonyuljanak a tanulási folyamathoz, őket érintő és érdeklő kérdésekkel foglalkozhassanak, és önállóan kereshessenek utat ezek megválaszolásához. A tanár nagyon pontos elképzelésekkel kell rendelkezzen arról, hogy az adott témakörben mely tudományos elméleteket szeretné, ha a diákjai elsajátítanának. Ennek érdekében a kutatómunka sokféle formáját teszi lehetővé, megengedve, hogy ugyanarra a problémára többféle megoldást dolgozhassanak ki.

A tanulás során a tanár körbejár az osztályteremben, interakcióba lép a tanulócsoportokkal. Meghallgatja a kérdéseiket és elképzeléseiket, folyamatosan segíti a munkájukat, szükség szerint meghatározza a tanulás következő lépéseit. Adott esetben további információkat ad az egész osztály számára, például források, bemutatások vagy megbeszélések formájában.

A hatékony kutatás érdekében a tanárnak olyan alapokról kell elindítani a tanulást, amelyről a tanulók még felelősen képesek elkezdni saját tanulásukat. Gazdag tanulási környezetet kell kialakítani, amelyben a diákok is megtanulhatják az anyagok és eszközök hatékony kezelését. Emellett fontos a támogató szociális közeg kialakítása is, amelyben a tanulók kisebb-nagyobb csoportokban dolgozhatnak, megbeszéléseket folytathatnak és megtanulhatják elfogadni mások elképzeléseit is.

Eszközök

A gyakorlati és kísérleti feladatok, könyvek és cikkek, osztály- és csoportmegbeszélések, interjúk, tanári bemutatások, képek és videók, az összetett kutatási feladatok egyaránt alkalmas eszközei a kutatásalapú tanulásnak, a tanulói érdeklődés felkeltésének és a kutatás kiindulópontjait jelentő lényegi kérdések megfogalmazásának. A korszerű információs és kommunikációs technológiák is nélkülözhetetlen eszközei a kutatásalapú tanulásnak. A tanulók ma sokkal inkább keresnek információkat az interneten, elektronikus adatbázisokban, e-mailben és webes felületeken kommunikálnak. Az elkészített munkáik leggyakrabban nem papíralapúak, hanem a weben is publikálható képek, videók. A tanulás tervezése és irányítása során figyelemmel kell lenni ezekre a változásokra.

Milyen kérdéstípusok segíthetik a kutatásalapú tanulást?

A kutatásalapú tanulás meghatározó elemei a különféle szintű és típusú kérdések. Ezeket jellemzően a tanulók teszik fel, amennyiben ehhez rendelkeznek kellő érdeklődéssel, háttértudással, de a tanári instrukciók során is kérdéseket fogalmazunk meg a diákok számára. Ezért is fontos megkülönböztetni a kérdések szintjeit és típusait, elősegítve ezzel tudatosabb, tervszerű alkalmazásukat (*A Questioning Toolkit*, 1997).

Lényegi kérdés

Minden más kérdéstípus ennek megvilágítását szolgálja, ez áll a kutatás középpontjában. A legtöbb esetben interdiszciplináris természetű, áttöri a tantárgyak közötti mesterséges falakat. Általuk a dolgok mélyebb összefüggései deríthetők fel, amelyekre nem adható egyszerű válasz. A lényegi kérdések a megismerés, az igazság keresésének alapvető eszközei, amelyekre az iskolákban, a tanulás során is nagyobb hangsúlyt kellene helyezni. Alapvető szerepet kell kapniuk egy-egy tantervi témakör kutatásalapú tanulásának megtervezésében.

Fontosabb jellemzői:

- hiteles és lényegbevágó módon irányul az alapvető fogalmakra, elméletekre, mélyebb gondolkodásra serkent, megbeszélések, további kutatás, megértés és további kérdések következnek belőle,
- elvárja, hogy a diákok alternatívákat vegyenek figyelembe, érveket mérlegeljenek, bizonyítsák állításait,
- elősegíti a főbb elméletek folyamatos átgondolását, a korábban tanultak felhasználását, feltevések megfogalmazását,
- erőteljesen kapcsolódik a tanulók mindennapi tapasztalatához és előzetes tudásához,
- visszatérő módon felhasználható más helyzetek és összefüggések vizsgálatában is

Kutató kérdés

A lényegi kérdések egy-egy fő tartalmi témakörben megfogalmazható „munkaformái”, amelyek jó gyakorlati kiindulópontok lehetnek a további kutatáshoz. Kapcsolódnak az alapfogalmakhoz, de elvezetnek a részletesebb magyarázatok felé is.

További kérdések

Ezek segítenek a lényegi kérdések megközelítésében. A nagy kérdésekből következő számos kis kérdés megfogalmazásának képessége kulcsfontosságú az új tudás építése során. A kutatás kezdetén rendezett ötletroham során valamennyi felmerülő kisebb kérdés összegyűjthető és rendezhető papírlapok vagy erre alkalmas szoftver segítségével.

Feltételező kérdés

A vizsgálati utak, lehetőségek felderítésére szolgál, általában egy elképzelés vagy vélemény jövőre való kivetítését jelenti („Mi lenne, ha...?”). Segíthet a többszörös választási lehetőségek eldöntésében, a feltételezéseink megerősítésében vagy elvetésében.

Irányító kérdés

Közelebb visz az elérni kívánt célhoz. Körültekintő megfogalmazása esetén segítheti a rendszerezést és szűrést az információgyűjtés és a kutatási folyamat során. Ráirányíthatja a figyelmet a kutatás során valóban fontos tényekre, részletekre. Szerepe lehet a szabad internetes keresés, adatbázis-kutatás során, ahol az ilyen kérdések listázásával sok időt lehet megtakarítani (ügyelve a keresőprogramok sajátos működési elveire, például az „és” kötőszó alkalmazására).

Tervező kérdés

A pillanatnyi tevékenységen felülemelkedve segíthet a kutatás megszerkesztésében, az idő és az információk megfelelő kezelésében. Gyakori hiba, hogy az információk és lehetőségek bőségében elvesz a kutatási cél. Ebben segíthetnek az alábbi típusú kérdések:

Források:

- Ki végezte a legjobb munkát ebben a témakörben?
- Melyik csoport gyűjtötte a legjobb információkat?
- Melyik médium (internet, CD-ROM, videó, könyv, folyóirat stb.) adta a legmegfelelőbb információkat?
- Melyik kereső használata volt a leginkább célravezető?

Szervezés:

– Melyek azok a feladatok, amiket mindenképpen el kell végezni a kutatás egészének sikere érdekében?

- Mi legyen a részfeladatok sorrendje?
- Melyik feladat igényli egy másik előzetes elvégzését?

Időbeosztás

- Hogyan lehet kialakítani a leghatékonyabb időbeosztást?
- Mennyi idő szükséges összesen a projekthez?
- Mennyi idő áll rendelkezésre az egyes feladatokhoz?
- Van-e olyan feladat, amely több időt igényel?
- Elsiethető-e valamely feladat?
- Befejezhető-e a munka a rendelkezésre álló idő alatt?
- Hogyan lehet módosítani a tervet a rendelkezésre álló időhöz igazodva?

Szervező kérdés

Lehetővé teszi, hogy a gyűjtött információkat olyan kategóriákba rendezzük, amelyek később segíthetik a fő kérdések átgondolását. Rendezés nélkül ezek a gyűjtemények nehezen értelmezhetővé válhatnak. A kutatás elején még lazább, később az összefüggésekre alapozott, megszilárdult és részletes szerkezet alakítható ki. A diákokat meg kell tanítani az információk feldolgozására, a talált szövegek értelmező átirására, ahelyett, hogy kimásolnának és beillesztenének átolvasatlan és meg nem értett szövegblokkokat.

Próba-kérdés

Segítheti a kutatót egy probléma felszínéről annak mélyére jutni. Ehhez elengedhetetlen néhány kutatást segítő módszer alkalmazása. Az információkeresés során például jól használható a keresőszavak, kulcsszavak valamiféle logikus rendszere. A próba-kérdések célzottan és hatékonyan irányíthatják a keresést. Ha sikerült megfelelő forrásra találni, akkor sem biztos, hogy abban nyilvánvaló és azonnal használható módon található az információk. A feltárásukhoz szükség van jó megérzésekre, amelyek a logika, az előzetes tudás, az intuíció és a próba-szerencse módszer elemeiből épülnek fel.

Rendező és szűrő kérdés

A talált információtömeg rendezésére és szűrésére szolgál, elsősorban a relevancia, a fontosság és használhatóság alapján. Kérdések hálóját létrehozva kiszűrhetőek ezek a fontos információ elemek. Ilyen kérdések lehetnek például:

- Mely információkat érdemes megtartani?
- Felhasználhatók-e ezek az információk a feltett kérdések megválaszolásában?

- Megbízhatók-e ezek az információk?
- Mennyi információt kell beraknom saját adatbázisba?
- Hogyan lehet összegezni a legfontosabb információkat, gondolatokat?
- Van-e olyan idézhető rész, amit a kivonatba el lehetne helyezni?

Tisztázó kérdés

Fogalmak és elvek tisztázásával segít eloszlatni a homályos, nehezen értelmezhető dolgok körüli ködöt. Ilyen kérdések tehetők fel például:

- Mire gondolnak a fogalma alatt? Van erre valamilyen egyértelmű meghatározás?
- Hogyan jutottak az adataikhoz, hiteles volt ez a folyamat?
- Rendelkeznek olyan meggyőző tényekkel, bizonyítékokkal, amelyek alátámasztják a következtetéseket?
- Cikkek, tanulmányok, előadások esetében:
 - Hogyan dolgozták ki a bemutatott témát?
 - Milyen a fogalmak sorrendje, kapcsolódása?
 - Van-e logikus összefüggés a fogalmak, gondolatok között?
 - Vannak-e rejtett ellentmondások?

Stratégiai kérdés

A tervező kérdéshez hasonlóan a gondolkodási útvonal tervezésében segít.

- Mi lehet a következő lépés?
- Hogyan lehet legjobban megvalósítani?
- Milyen gondolkodási mód, eszköz segíthet ebben?
- Milyen kérdéseket kell még feltenni?
- Hogyan kellene módosítani a kutatási tervet?

Kidolgozó kérdés

Kibővíti a talált információk, eredmények értelmezését. Segít a felszínről a mélyebb összefüggések felé haladni.

- Mit jelent ez valójában?
- Mi történik, ha megváltoznak a körülmények?
- Mi a további teendő, a következő lépés?

Ötletelő kérdés

Új szempontból vizsgálja, módosítja, újraprendezi, átfordítja a kutatási eredményeket.

- Mit kell elhagyni, módosítani a jobb megértés érdekében?
- Elképzelhető-e az információk valamilyen újszerű, új eredményre vezető átcsoportosítása?
- Lehetséges-e olyan ábrázolás elkészítése, amely jobban rávilágít a lényegi kérdésre?

A gyakorlati és kísérleti feladatok, könyvek és cikkek, osztály- és csoportmegbeszélések, interjúk, tanári bemutatások, képek és videók, az összetett kutatási feladatok egyaránt alkalmas eszközei a kutatásalapú tanulásnak, a tanulói érdeklődés felkeltésének és a kutatás kiindulópontjait jelentő lényegi kérdések megfogalmazásának. A korszerű információs és kommunikációs technológiák is nélkülözhetetlen eszközei a kutatásalapú tanulásnak. A tanulók ma sokkal inkább keresnek információkat az interneten, elektronikus adatbázisokban, e-mailben és webes felületeken kommunikálnak.

- tanulás formalizált iskolai környezetben,"
- tartalomközpontú, előíró tanterv,"
- tankönyvközpontú tanítás,"
- osztályozó értékelés,"
- az átlageredmény értékelése,"
- a tanítás hatalomgyakorlás."

Az új pedagógiai paradigma jellemzői:"

- rugalmasan szerveződő tanulói közösségek,"
- tanulási módokhoz igazított időkeretek,"
- iskolán kívüli tanulási környezetek,"
- probléma-alapú, nyitott tantervek,"
- feladatközpontú tanulás,"
- egyéni, fejlesztő értékelés,"
- a tanulás partnerség."

Milyen pedagógiai célokot szolgálhat a természettudományi nevelés megújítása?"

A természettudományi nevelés megújítása számos, egymással összefüggő elem együttes, összehangolt fejlesztésével képzelhető el (*Integrált természetismeret oktatás, 2006*):"

A természettudományos tantárgyak oktatásában tapasztalható válságjelenségek elkerülése, azaz:"

- a tanulási motiváció erősítése,
- a tantárgy kedveltségének fokozása,
- a tanulási sikeresség növelése,"
- a természettudományos és műszaki pályák választására való készítetés."

A tanulás hatékonyságának fokozása"

- a korszerű tanuláselméleten alapuló módszerek használatával,"
- az adaptív pedagógia, a differenciálás eszközeivel,"
- a személyközpontú fejlesztő értékelés alkalmazásával."

Korszerű természettudományi műveltség építése"

- nyitott, probléma-alapú tartalomszabályozással,"
- a természettudományi tudásrendszer közös fogalmakra és kulcselméletekre épülő fejlesztése,"
- a mindennapokban használható, mindenki által elsajátítható természettudományos gondolkodásmód kialakításával."

A tanulói kompetenciák fejlesztése"

- részletes kompetenciarendszer és fejlődési szintek meghatározásával,"
- változatos tanulási környezettel és tevékenységrendszerrel,
- részletes témaköri követelmények, fejlesztési kritériumok közzétételével,"
- kritérium-alapú értékeléssel."

Hogyan működik a kutatásalapú tanulás az osztálytermi gyakorlatban?"

A gyakorlati és kísérleti feladatok önmagukban még nem feltétlenül valósítják meg a kutatásalapú tanulást, ahogyan az utóbbi sem minden esetben kapcsolódik a tanulók gyakorlati és kutatási tevékenységéhez. Ma is számos kiváló gyakorlati és kísérleti oktatási segédlet áll a tanárok rendelkezésére, de ezek használata még nem mindig eredményez hatékony természettudományi nevelést, és nem feltétlenül jelzi a kutatásalapú tanulás megvalósulását. A kutatásalapú tanulás sajátos tanár-diák viszonyt követel meg, amely a szervezethez, a tervezés és az együttműködés magasabb szintjében különbözik a hagyományostól. (1)"

Az értékelés szempontjai:

- a) matematikai tartalom
- b) előadás
- c) dokumentáció
- d) a valóság és a modell kapcsolata

Egy lehetséges megoldás:

Előzetes tájékozódás: közvélemény-kutatás, becslés, amelynek eredményeképpen kiderül, hány kg import hagymát fogyaszt egy magyar háztartás egy évben Ez összesen körülbelül 15kg (becsült adat)

Szállítóeszköz: teherszállító hajó és kamion

Útvonal:

Buenos Aires-Gibraltár-Rijeka (hajó), Rijeka-Budapest (kamion)

1.

Szállítási útvonal hossza:

Buenos Aires-Gibraltár-Rijeka: körülbelül 13475km

Információ:

Hajóval 10kg áru 10000km-rel való elmozdítása 1,3 kg szén-dioxid kibocsátását eredményezi (<http://www.fallsbrookcentre.ca/cgi-bin/calculate.pl>).

Számolás:

$$M_1 = \frac{15 \cdot 1,3 \cdot 13475}{10 \cdot 10000} \approx 2,62 \text{kg}$$

2.

Szállítási útvonal hossza:

Rijeka-Budapest kb. 510 km

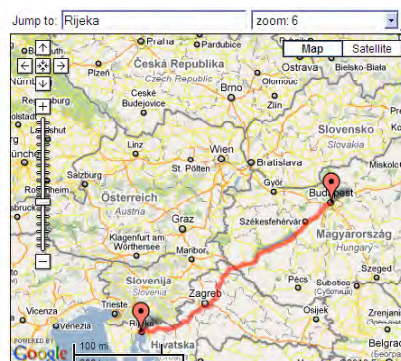
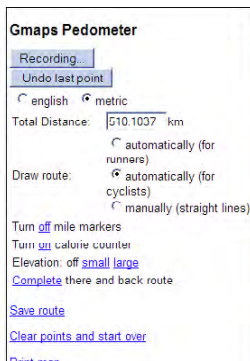
Információ:

Kamionnal 10kg áru 1000km-rel való elmozdítása 2,7kg szén-dioxid kibocsátását eredményezi (<http://www.fallsbrookcentre.ca/cgi-bin/calculate.pl>).

Számolás:

$$M_2 = \frac{15 \cdot 2,7 \cdot 510}{10 \cdot 1000} \approx 2,07 \text{kg}$$

Végeredmény:



2. feladat:

Szerző: Veres Gábor

(Bemutató óra: GRID projekt honlap, 2006)

Leírás, tapasztalatok:

A feladat a 8. évfolyam *Emberi test* témakörével foglalkozó komplex projektjének része. A társadalomorientált természettudományos nevelés elvét követve a lényegi kérdés a saját testkép, az önfelfogadás, önértékelés, ennek harmonikusabb tétele. A kutatáshoz elektronikus információforrások és segédprogramok állnak rendelkezésre. Az arányokkal, az aranymetszés elvével való megismerkedés után a tanulók önállóan keresnek mérőpontokat, szimmetria-elemeket a korábban elkészített fotókon. Az eredményeket csoporton belül megosztják és megbeszélik. A tapasztalatok szerint a tanulók abban az esetben motiváltak az elmélyültebb munkára, ha a saját fotójuk alapján dolgozhatnak, de ha ezt elkerülik, akkor ismert arcokról készült képek is alkalmasak lehetnek. Általában több mérés átlagaként az aranymetszés körüli szórás jelenik meg. Mindenkinek található közelebbi és távolabbi értéke, végül is ennek felfedezése, megbeszélése segítheti az önismereti feszültségek oldását. A csoportmunka irányítása, az osztályszintű megbeszélés az emberi sokféleség, önmagunk és egymás elfogadására is rávezethet.

Emberi test – a szépség titka?

Probléma: a serdülők testképe fontos része önismeretüknek, de a különféle hatások (például kortársak véleménye, divatok, média) miatt gyakran kiegyensúlyozatlan, belső konfliktusok forrása. A szépségről való gondolkodás, kommunikáció oldhatja ezt a feszültséget, realisabbá teheti a testképet.

Pedagógiai cél: a természettudományos, matematikai, személyes és digitális kompetenciák összehangolt fejlesztése.

Lényegi kérdések:

- Mi az emberi szépség titka?
- Milyen saját testképpel rendelkezünk, elfogadjuk-e saját testünket?

Kutató kérdések:

- Az emberi arc mely részletein fedezhető fel az aranymetszés aránya?
- A vizsgált arcok közül körülbelül milyen arányban figyelhető meg ez a szabály?
- Összefügg-e az arányosság megjelenése és az adott arc szépségének megítélése?

I. részfeladat: Az aranymetszés szabálya

Munkamenet:

- Nyissátok meg az *Aranymetszés* képgyűjteményt!
- Nézzétek meg a képeket és beszéljétek meg, mit ábrázolnak!
- A és B tanulók: Keressetek a weben az „aranymetszés” fogalomhoz kapcsolódó oldalakat!
- C és D tanulók: Olvassátok el a jegyzet (*Emberi test*) 20–21. oldalán az aranymetszés történetéről szóló szöveget!

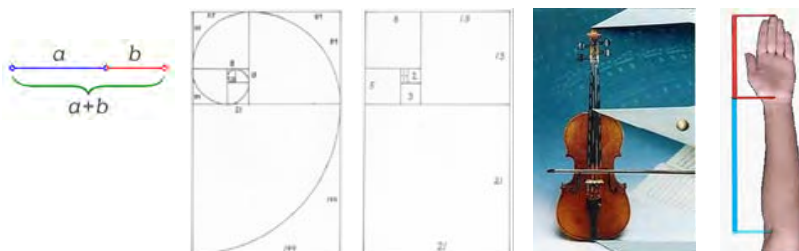
„Az aranymetszés aránya az egyiptomi piramisok méreteiben is felfedezhető! Ha a gízai Kheopsz piramis magasságát elosztjuk az alapélek hosszának felével, akkor éppen az 1:1,618

arányosság jön ki. Talán nem is véletlen ez az építési mód, hiszen az egyiptomi tudomány igen fejlett volt és már a görögök előtt kétezer évvel képesek voltak bármely szám négyzetgyökének geometriai módszerrel való meghatározására. Az erre használatos egyszerű ábrák segítettek az aranymetszési arány megállapításához is. Rejtélyes az is, hogy a piramis kerülete pontosan (!) egyenlő az Egyenlítő hosszúságának 1 ívpercével, azaz 1/360/60-ad részével!”

A képek, a szöveg és a web alapján válaszoljatok az alábbi kérdésekre:

- Hogyan jelenik meg az aranymetszés szabálya az emberi kar és a hegedű felépítésében?
- Hol jelent meg az ókorban az aranymetszés (mely kultúrák ismerték és alkalmazták)?
- A piramisok esetében milyen méretek felelnek meg az aranymetszés szabályának?

Képek:



II. részfeladat: Arcok és arányok

Munkamenet:

I. Aránymérés

- Nyissátok meg az *ARCok és arányok* képgyűjteményt!
- Nyissátok meg a képfeldolgozó programot!
- Hívjátok be a programba az egyik vizsgált képet!
- A Power Point segédábrái és saját ötletek alapján keressetek mérőpontokat az arcon!
- Töltsétek le a Synergieiről a *Mérési adatok* című Excel-táblázatot!
- A táblázat fejlécében lévő számok mellé írjátok be, hogy mit fogtok mérni! (Hasonlóan a már beírt két méréshez!)
- Keressétek az aranymetszés szabályának megfelelő arányokat az arcon az alábbi módon:
- A hosszúságméréseket a program segítségével végezzétek!

– Írjátok be mért adatpárokat a táblázatba, a nagyobbat a felső, a kisebbet az alsó sorba! Ha a kiszámított hányados 1,6 vagy ehhez közel van, akkor ez: aranymetszés

II. Arcforma:

- A Power Point ábrája az „A” ábra alapján határozzátok meg az arcformák típusát!
- Írjátok fel az Excel-táblázat lapjára egy üres sorba a neveket és a típus számát!

III. Szög mérés:

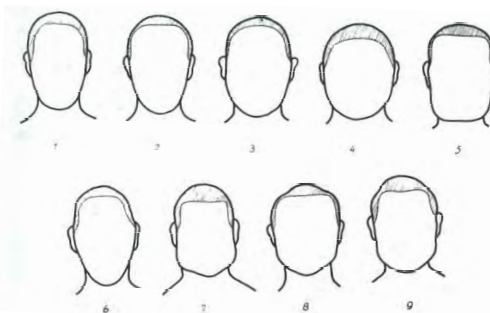
- Hívjátok be a programba az egyik csapattag „A” jelű portréját!
- A Power Point segédábrái és saját ötletek alapján határozzátok meg mérhető szögeket az arcon!
- Húzzatok nyilakat a szögeknek megfelelően az arcképekre!
- Műanyag szögmérővel mérjétek meg a szögeket!
- A mért adatokat írjátok be az Excel-táblázatba!

Adatok rögzítése és feltöltése:

Mivel a méréseket a képernyőn végzitek, célszerű a mért adatokat papírra felírni és a mérés végén beírni az Excel-táblázatba!

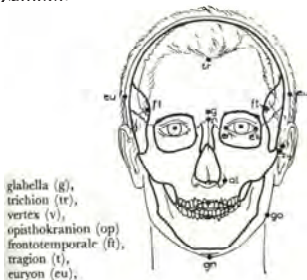
Képek, segédábrák:

Arckörvonal-típusok:



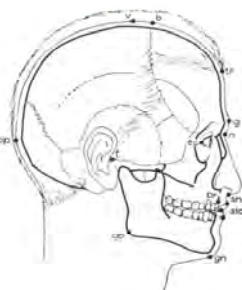
A fej antropológiai mérőpontjai

Szemből:



glabella (gl),
trichion (tr),
vertex (v),
opisthokranion (op),
frontotemporale (ft),
tragion (tr),
euryon (eu),
gonion (go).

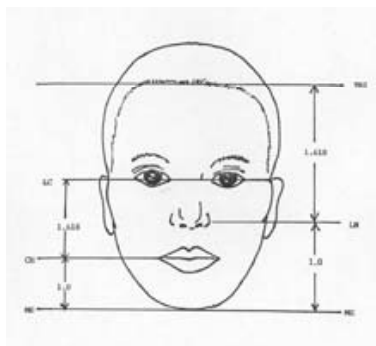
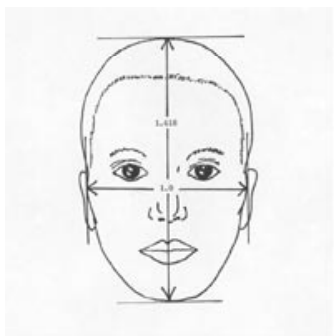
Oldalról:



nasion (n),
subnasale (sn),
stromion (st),
gnathion (gn),
zygion (zy),
alare (al),
gonion (go).

Arc szélessége, magassága:

Vízszintesek és közöttük mért távolságok:



Mérőpontok az arcon (például):

Aranymetszés az arcon:



III. részfeladat: ARC – szépség

Munkamenet:

– Olvassátok el a szöveget:

Mérhető-e a szépség?

A történelem során a különféle kultúrák tudósai és művészei sokszor megpróbálták kiszámítani a szép arc tökéletes méreteit. Képletek sokaságával próbálkoztak, ezek közül a leghíresebb az **aranymetszés arányossága**, amely 1:1,618. Már az ókori görögök is ismerték és használták a művészeti és építészeti alkotásaikban. Ez az arány a tökéletesség érzetét keltette és olyan sok helyen látható a természetben is, hogy az istenekhez közelállónak vélték. Ennek alkalmazása felelős a nyugati művészet történetében a szobrok és festmények arcvonásainak hasonlóságáért is. Manapság néhány kozmetikai sebész elkezdte alkalmazni munkájában az aranymetszés szabályát. Dr. Stephen Marquardt e számítás alapján alkotott egy univerzális Szépség Maszkot. A maszkon lévő hálózat mindegyik emberi népcsoport arcához illeszthető és megfelel azoknak az elvárásoknak, amelyeket az emberek az arc szépségével kapcsolatosan magukban megfogalmaznak. Természetesen valamennyi szépségeszmény megfelel az 1:1,618 aránynak. Dr. Marquardt azon a véleményen van, hogy a szépség megítélése a szemlélőtől is függ, mivel a tapasztalatainkat mindig összevetjük az elvárásainkkal is. Szeretteink és kedvenceink arca idővel megszépül a számunkra, azáltal, amit egyébként jelentenek nekünk. A szépség lényege azonban az Aranymetszés Maszk vonalaiból kiolvasható. Ez az eszköz otthon is kipróbálható, de szükség van hozzá egy megadott utasítás szerint elkészített fényképre, amelyen az arc pontosan illeszkedik a maszk hálózatához.

– Nyissátok meg a www.beautyanalysis.com weboldalt!

Útvonal:

Jobb oldalon: Mask Applications-ra kattintva:

Making Beauty, aztán: Aesthetic Surgery Applications

– Nézzétek meg az „ilyen volt – ilyen lett” képpárokat!

– Beszéljétek meg a látottakat az alábbi szempontok alapján:

– A képeken látott emberek esetében – és általában – indokoltak tartjátok-e a szépítő műtetet?

– Milyen üzlet a szépségipar?

– Hogyan viszonyul ehhez a média világa?

– Írjon le mindenki néhány soros egyéni véleményt ¼ lapra!

– Ragasszátok fel a véleményeket az osztály közös kartonjára!

Kutatási kérdések:

– Az emberi arc mely részletein fedezhető fel az aranymetszés aránya?

– A vizsgált arcok közül körülbelül milyen arányban volt megfigyelhető ez a szabály?

– Összefügg-e az arányosság megjelenése és az adott arc általatolt vélt szépsége?

3. feladat:

Szerző: Veres Gábor

Leírás, tapasztalatok:

A feladat a 7–8. évfolyamon, a *Nyersanyagok, energiaforrások* témakörhöz kapcsolódik. A természettudományos kulcsfogalmak közül a rendszer, rendszer-környezet kapcsolat, anyag, energia, fenntarthatóság értelmezését fejleszti sajátos kontextusban. Motivációs potenciálja a játékos, szabad alkotáson, csoportmunkán alapuló aktív tevékenységben van. A tanári instrukciók, a játékszabályok ennek csak a

kereteit alakítják ki, amelyet a tanulók szabadon tölthetnek meg tartalommal, de számos esetben ki is tárgyják a határokat. Az önálló kutatáshoz szükséges előzetes ismereteket részben a földrajz tantárgyból, részben a természetismeretből, illetve a mindennapi életből hozzák a tanulók. A tapasztalatok szerint a Sziget egyre összetettebbé válásával a tanulók felfedezik az ellentmondásokat, a szimulált problémák pedig ezek javítására ösztönzik őket. A korábban rögzített elemekhez (például elhelyezkedés és éghajlat) való alkalmazkodás kényszere (természetes növényzet) új ötletekre, megoldások keresésére vezet. Jelmező párbeszéd például:

Diák: A mi Szigetünkön a fő élelmiszerforrás a búza.

Tanár: Hol helyezkedik el a Sziget?

Diák: A trópusi övezetben.

Tanár: Ott vannak olyan évszakok, tél és nyár, mint nálunk a mérsékelt övezetben?

Diák: Nem, ott mindig meleg van.

Tanár: És miben különbözik még egy téli és egy nyári nap nálunk?

Diák: Télen rövidebbek a nappalok és hosszabbak az éjszakák.

Tanár: Ezek szerint a forró éghajlatú trópusi övezetben nincsenek hosszú nyári nappalok?

Diák: Nincsenek.

Tanár: Nézzetek utána, hogy mit jelent a növények hosszú- és rövidnappallos fényigénye.

Diák: [miután megkereste az információt]: Igen, a búza hosszabb nappalokat igényel, valamilyen más alapvető tápláléknövényt kell keresnünk.

A Sziget szimulációs játék

Probléma:

– Milyen hatások és következmények jelentkeznek egy véges ökológiai, gazdasági rendszer növekedése során?

– Hogyan lehet felépíteni egy szükségleteket kielégítő technológiai rendszert?

– Mi korlátozza a növekedést, hogyan lehet fenntartható állapotot kialakítani?

Szabályok:

– A játékot 4–5 fős csapatok játszószűk.

– Minden sziget azonos területű.

– A sziget helyéről a csapat szabadon dönt.

– Az éghajlatot a hely figyelembe vételével kell modellezni.

– A felszín a méretarányok és a várható technológiai szükségletek figyelembe vételével szabadon alakítható.

– Az élővilág a felszíni és éghajlati viszonyokkal összhangban tervezhető.

– A csapatnak döntenie kell a szükségletekről.

– A szükségletek kielégítése nem sértheti a modell kereteit.

– A technológiák rendszert alkotnak, amely a modell keretei között fejleszthető.

– A népesség növekedése ütemezett, csak a rendszer eltartóképessége korlátozza.

– A modell „katasztrófaérzékeny”.

– A győzelemhez a katasztrófák elkerülése és a fenntartható állapot elérése szükséges.

A játék vezetése munkakártyákkal történik, a tanár (lépésenként) ellenőrzi a modellek helyességét.

I. időszak – Alapítás

Ebben az időszakban kell a szigetre vetődött csapatnak feltérképeznie a szigetet.

Feladatok:

Meg kell állapítani a sziget földrajzi helyzetét,

el kell készíteni a térképét, jelölve rajta az élővilágot és az ásványkincseket is,

fel kell jegyezni az időjárás-éghajlati adatokat,

meg kell figyelni a növényzetet és az állatvilágot,



- létre kell hozni az első lakhelyeket, települést,
- meg kell állapítani a csapat szükségleteit,
- ki kell alakítani a szükségleteket kielégítő technológiákat.

Összefüggések:

- Az éghajlat függ a földrajzi helyzettől.
- Az előforduló növények és állatok fajai összhangban vannak az éghajlattal.
- Az ásványkincsek összefüggenek a domborzati, geológiai adottságokkal.
- A lehetséges technológiák függenek az éghajlattól, élővilágtól, domborzattól, ásványkincsektől, tehát a nyersanyagoktól.

Irányító kérdések:

- Hol fekszik a sziget?
- Milyenek a domborzati viszonyok?
 - Hegyek (vulkanikus, vagy mészkő):
 - Síkságok (a terület hány százalékán):
- Milyen az éghajlat?
 - Milyen övben van a sziget:
 - Éves középhőmérséklet:
 - Napi hőingás:
 - Éves csapadék mennyisége:
 - A csapadék éves eloszlása:
 - Napfényes napok száma:
- Milyen a sziget természetes növényzete:
 - Milyen fák vannak:
 - Milyen fűfélék, lágyszárúak vannak:
- Milyen állatok élnek a szigeten:
 - Emlősök:
 - Madarak:
 - Hüllők:
 - Rovarok:

II. időszak – Szükségletek

A Sziget sajátos környezet, ahol az emberek szükségletei mások, mint korábban a városokban vagy falvakban.

- Milyen indokolt, például biológiai szükségletei vannak a szigetlakóknak?
- Milyen szükségleteket képes kielégíteni a Sziget és melyeket nem?
- Hogyan lehet hosszútávon fenntartható rendszert kialakítani?

Figyelem! Gondoljátok át a szükségletek egymástól való függését! (Például a tűzrakás → favágás → balta sorozat)

Töltsétek ki az alábbi táblázatot:

<i>Szükséglet megnevezése</i>	<i>Hogyan lehet kielégíteni?</i>	<i>Milyen források vannak a Szigeten ehhez?</i>

Kérdés:

Milyen korábbi szükségletek kielégítése nem szükséges vagy nem lehetséges?

4. feladat:

Szerző: Somogyi Ágota

Leírás, tapasztalatok:

A hajtógép-modell vizsgálatát azok a diákok választották leginkább, akik már az elkészítésében is részt vettek. Az elkészítés során szerzett tapasztalataikat felhasználva irányították a többiek munkáját. A kérdések megfogalmazásánál leginkább a verseny motiválta őket. A legkevésbé irányított munkát ők végezték, mert egy folyamatban már megismerték az eszköz működési elvét.

A kiskocsi mozgását vizsgáló diákok érdeklődését leginkább az a kérdés keltette fel, hogy miért kell magasabbról elengedni a kiskocsit, mint a körpálya átmérője.

A gördeszkás animációt vizsgáló tanulók érdeklődését a pályák bonyolultsága és az égitestek változtatása keltette fel leginkább.

Az egyszerű gépet vizsgáló diákok érdeklődése volt a legkevésbé intenzív.

Az egyszerű gépek és az energiaátalakulások

Ezen az órán és a következőn 4 fős csoportokban fogtok dolgozni. Minden csoporttagnak különböző feladata lesz.

Mindenki elvégzi az egyéni munkáját, majd elmondja a csoporttagoknak a tapasztalatait.

A cél az, hogy mindenki ismerje a többiek munkáját, s a csoport együtt összeállítson egy beszámolót a tapasztalatokról.

Ez a beszámoló legyen egy színes, rajzos plakát, melyen szerepel minden fontos észrevétel.

A munka értékelése:

1. Mindenkinek értékelni fogom az egyéni munkáját az órai megfigyelések és a saját vázlat alapján.
2. A csoport együttes munkáját is értékelni fogom a plakát alapján.
3. Értékelni fogjátok a közös munkákat, méghozzá a szerint a szempont szerint, hogy kitől kaptátok a legtöbb figyelmet és segítő észrevételt a munka során.

A munka menete a következő:

1. óra:

Eloolvassátok a feladatokat, s az érdeklődéseiteknek megfelelően elosztjátok az A, B, C, D betűjelet.

Mindenki a saját feladatán dolgozik, de nem egyedül, hanem a többi csoportból az azonos betűjelű társával együtt.

Önállóan készítenek vázlatot a saját tapasztalataitokról.

A feladatok a többi lapon megtalálhatók.

2. óra:

Mindenki elmondja a tapasztalatait a csoporttársainak szóforgóban.

Elkészül a közös plakát a beszámolókból.

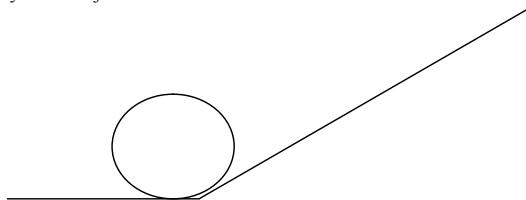
Értékelés.

Feladatok:

„A” tanuló feladata:

Végezz kísérleteket egy kiskocsival a következő szempontok szerint:

a. A rendelkezésedre álló pályá elemekből építs egy teljes kört, amihez csatlakozik egy lejtő, ami magasabb mint a körpálya átmérője.



- A cél az, hogy a kiskocsi a pályán maradv haladjon.
- Fogalmazz meg kérdéseket a kiskocsi mozgásával kapcsolatban! Például:
- Milyen magasságból kell elengedni a kiskocsit, hogy teljesen körbeforduljon?
- A rendelkezésedre álló eszközökkel – vonalzó, mérőszalag, stopper, erőmérő, mérleg – végezz méréseket a kérdéseidhez kapcsolódva!
- Keress példákat hasonló mozgásra!

„B” tanuló feladata:

Az elkészített hajtógép-modellek vizsgálata.

Állapítsd meg, mitől függ az, hogy melyik hajtógéppel lehet a legmesszebbre dobni.

- Készíts vázlatot a kísérlet menetéről!
- Fogalmazz meg kérdéseket a vizsgálathoz!
- Milyen hasonló elven működő eszközöket ismersz?

„C” tanuló feladata:

Interaktív animáció segítségével tanulmányozd a helyzeti és a mozgási energia átalakulásait!

Nyisd meg az alábbi lapon található animációt!

http://phet.colorado.edu/new/simulations/sims.php?sim=Energy_Skate_Park

Tanulmányozd a szimulációt! Vizsgáld meg a baloldali gombok szerepét!

Végezd el az alábbi feladatokat:

– Válassz ki egy skater-t (gördeszékst)! Vizsgáld meg a Földön, ezen az egyszerű pályán az energiák átalakulását az energy vs. position gomb bekapcsolásával.

– Figyeld meg az azonos időközökben bejelölt helyét is a testnek a show path gomb bejelölésével.

– Helyezd át a gördeszékcsodát egy másik égitestre, majd a világűrbe. Mit tapasztalsz?

– Készíts egy bonyolultabb pályát a Földön a gördeszékcsodának, de ügyelj arra, hogy végig tudjon menni a teljes pályán a gördeszékcsoda!

– Figyeld meg, hogy mi történik, ha az űrbe helyezed át ezt a pályát! Hogyan tudod elindítani a testet? Miért? Mi történik a görbe pályaszakaszon a testtel, miért?

– Jegyezd le a tapasztalataidat!

A „D” tanuló feladata:

Az egyszerű gépek tanulmányozása.

A cél az, hogy csoportosítsd a rendelkezésedre álló egyszerű gépeket, s bemutasd a működési elvüket.

Egyszerű gépek: harapófogó, diótörő, álló és mozgó csiga, lejtő, olló, dugóhúzó, csavar.

– Készíts táblázatot az egyszerű gépek használatáról, működéséről!

– Fogalmazz meg kérdéseket a használatukkal kapcsolatban!

– Hasonlítsd össze az eszközöket a használatuk szerint!

Videofelvételek Somogyi Ágota 4. feladatának osztálytermi megvalósításáról >>>

8. feladat:

Szerző: Somogyi Ágota

Leírás, tapasztalatok:

Az 1. feladat végrehajtása komoly problémákba ütközött. Elsőre senkinek sem sikerült eredményesen elvégezni a kísérletet. Többen elvesztették az érdeklődésüket, néhány diák foglalkozni kezdett a problémával, de csak segítséggel tudták megoldani a feladatot.

A 2. feladatnál a farúd elmozdítása váltott ki érdeklődést a diákokból, s ebben az esetben a magyarázatra is figyelmet fordítottak.

A vízszög eltéréseknél sikerült a kémiai alapismereteiket is feleleveníteni.

Elektro- és magnetosztatikai jelenségek vizsgálata

Háromfős csoportokban fogtok dolgozni. A csoport minden tagja végezzen el egy kísérletet, s a tapasztalatokat mindenki írja le. A magyarázatokat közösen beszéljétek meg, de mindenki írja le a lapjára.

1. részfeladat

Elektromos megosztás jelensége

Anyagok: gyurma, fémlap, műanyagtálca.

A gyurmát rögzítsd a fémlapra fogóként, mivel itt kell megfognod a lapot.

A fémlapot tedd a műanyagtálcára és mozgasd, dörzsöld.

Emeld meg a fémlapot és érintsd meg a mutatóujjaddal a szélét.

Tapasztalat és magyarázat:

2. részfeladat

Mivel lép kölcsönhatásba az elektromos tér?

Anyagok: vonalzó, műszálas rongy, papírszeletek, műanyaglapba állított fémrúd, melyen vékony alufóliaszál van átvetve, óraüveg, síküveglap, farúd.

Dörzsöld meg a vonalzót és közelítsd a papírdarabkához.

Dörzsöld meg a vonalzót és közelítsd az alufóliacsíkhöz, majd érintsd meg a fémrudat, amin az alufólia lóg.

Egyensúlyozd ki a farudat az óraüvegen és közelítsd az egyik végéhez a megdörzsölt vonalzót.

Vékony sugárban folyasd a vizet a csapból és közelítsd hozzá a megdörzsölt vonalzót.

Tapasztalat és magyarázat:

Jegyzet

(1) teAchnology – The Online Teacher Resource, 2010. november 20-i megtekintés, <http://www.technology.com/currenttrends/inquiry/>; *Exploratorium Institute for Inquiry* (é. n.). 2010.11.20-i megtekintés,

Exploratorium – the museum of science, art and human perception, <http://www.exploratorium.edu/IFI/about/inquiry.html>

Irodalom

OKNT-bizottság a természettudományos közoktatás helyzetének felmérésére (2008). Az OKNT-bizottság jelentése. 2010. 11. 26-i megtekintés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, <http://www.phy.bme.hu/~termtud/>

Exploratorium Institute for Inquiry (é. n.). 2010. 11. 20-i megtekintés, *Exploratorium – the museum of science, art and human perception*, <http://www.exploratorium.edu/IFI/about/inquiry.html>

A Questioning Toolkit (1997). 2010. 11. 23-i megtekintés, *From Now On – The Educational Technology Journal*, <http://fno.org/nov97/toolkit.html>

Integrált természetismeret oktatás (é. n.). 2010. november 23-i megtekintés, Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, <http://www.ofi.hu/tudastar/pedagogiai-rendszerek/integralt>

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

Korom Erzsébet

SZTE, BTK, Neveléstudományi Intézet

A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén

A kutatásalapú tanulás ('inquiry-based learning', IBL) elterjedését számos tényező befolyásolja. A tanulmány ezek közül elsősorban a tanárra és a tanárképzésre, tanártovábbképzésre koncentrál. A tanár pedagógiai tudása, kompetenciái, a tanulással, tanítással és a tantárggyal kapcsolatos meggyőződései, motivációja, önhatékonyasága, önszabályozásra, reflektálásra való képessége meghatározza a tanítás mindennapi gyakorlatát. Ahhoz, hogy a tanárok képesek legyenek a kutatásalapú tanulás hatékony megvalósítására, olyan fejlesztő programok kidolgozása szükséges, amelyek az eddigi tapasztalatokat, kutatási eredményeket figyelembe véve értelmezik a tanár és a tanuló szerepét, és meghatározzák a tanárok szakmai fejlődését ('professional development', PD) elősegítő tudáselemek, tevékenységek, tananyagok jellegét, tartalmát, a tanártovábbképzés menetét, a tananyagok disszeminációját.

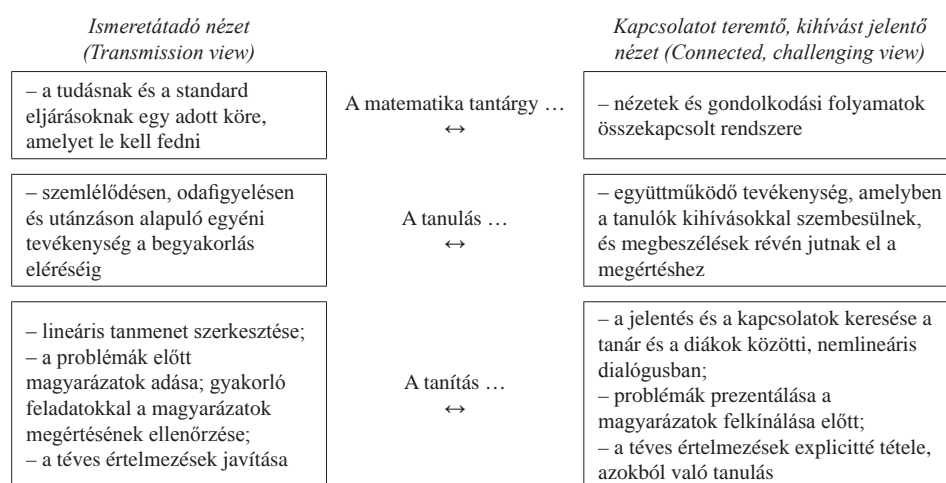
A tanulmány a PRIMAS projekt keretében megvalósuló tanártovábbképzési rendszer koncepcióját ismerteti, és bemutatja a kutatásalapú tanulás elterjesztését segítő és akadályozó tényezőknél az antropológiai didaktikai elméletre alapozott elemzését a részt vevő országokban.

Az ismeretátadó tanítástól a tanulói aktivitásra épülő tanítás felé

A kutatásalapú tanulás Khan és O'Rourke (2005) meghatározása szerint tanulói aktivitásra alapozott, tanulóközpontú, önirányított, vizsgálódáson, kutatáson alapuló folyamat. A tanulók kísérleteket, kutatásokat végeznek, folyamatokat modelleznek, ami lehetővé teszi, hogy aktívan és kreatív módon foglalkozzanak az adott tantárgy problémáival, kérdéseivel, gyakran egymással együttműködve. Az IBL megközelítésekbe beletartozik az esettanulmány, a problémaalapú tanulás éppúgy, mint a különböző típusú kutatási projektek. A kutatásalapú tanulásnak számos előzménye van. Elméleti háttérben elsősorban a tanulás konstruktivista felfogása áll, amely kiemeli a tanuló aktív szerepét saját tudásának létrehozásában, és nagy hangsúlyt fektet a tanulók előzetes tudására, meggyőződéseire (Pope és Gilbert, 1983). Mivel az előzetes tudás szűrőként működik az új ismeretek elsajátításakor, a tanulás hatékonyabb, ha abban a tanuló aktív résztvevő és nem pusztán befogadó (Glaserfeld, 1995). A konstruktivista tanuláselméletre alapozott oktatási módszerek között ezért számos olyan van, amely az irányított felfedezés valamely formáját alkalmazza, ahol kérdések, különböző tevékenységek révén segíti a tanár a diákokat abban, hogy az új tudást megismerjék, megvitassák, értékeljék.

A kutatásalapú tanulásban megjelennek a konstruktivista tanulásfelfogás évtizedek óta ismert elemei, mégis újszerű, komplex módja annak, ahogyan a diákok a tudománnyal foglalkoznak az iskolában. Célját, módszereit, tanári és a tanulói szerepeit, tevékenység-

geit tekintve jelentősen különbözik a gyakran hagyományosnak nevezett, az ismeretek átadását előtérbe helyező, ismeretközlő oktatótól ('transmission orientation'), amelynek problémáit a matematikatanítás tapasztalataira alapozva Swan (2005) a következő módon foglalja össze: A matematikaórákon a diákok alacsony szintű, mechanikus feladatokat kapnak, amelyeket rutinszerűen oldanak meg mélyebb gondolkodás nélkül; főként befogadói az információnak, kevés lehetőségük van a tanórán a közvetlenebb részvételre és a különböző megközelítések felfedezésére; nincs elegendő idejük arra, hogy megértsék a matematikai fogalmakat; túl kevés az idő saját gondolataik megfogalmazására és a különböző megközelítések megfontolására, értékelésére. Az ismeretátadó oktatásban dominál a tanári magyarázat, az illusztráló példák bemutatása és az egyes tudáselemeket begyakorló, visszakérdező feladatok megoldása. A tanár lépésről lépésre vezeti a diákokat egy bizonyos, előre meghatározott menetrend szerint a tananyag feldolgozásában, ellenőrzi a tanulási folyamat lépéseit és annak eredményét (1. ábra).



1. ábra. A matematikával, tanulással és tanítással kapcsolatos nézetek (Swan, 2005, 5. o.)

Swan (2005) szerint ez a tanítási mód eredményes lehet akkor, ha rövid idejű felidézésre van szükség. Hosszabb távon azonban kevésbé hatékony, mert támogatja az értelem nélküli tanulást, az ismeretek, szabályok memorizálását anélkül, hogy a diákok értenék és alkalmazni tudnák azokat. Nem veszi figyelembe a tanulók előzetes tudását, meggyőződéseit, tévképzetait; támogatja a passzív tanulói viselkedést a tanórán, azt az elvárást, hogy majd megmondja a tanár, mit kell tenni. Az ismeretátadó oktatás eredményeként a tanulók sikereiket azzal mérik, hány kérdésre tudtak válaszolni, és nem azzal, hogy mit értek meg.

A Swan (2005) által javasolt konnekcionista modell kiemeli a tantárgyat jellemző kölcsönös kapcsolatokat, a tanulásban a diákok közötti együttműködést. Másik jellemzője a kihívás, ami arra utal, hogy nem elfedni, hanem feltárni kívánja az értelmezési nehézségeket és ütköztetni a különböző tanulói nézeteket. Ez a modell eltér a felfedezéses tanulástól, amely a konnekcionista megközelítéshez hasonlóan lehet kutatásalapú (Askew, Brown, Rhodes, Johnson és William, 1997; Swan, 2005). A felfedezéses tanulásnál a tanárnak passzív, facilitáló szerepe van, elvárja a tanulóktól, hogy önállóan alkossák meg fogalmaikat és sajátítsanak el különböző módszereket. A tanulók egyénileg dolgoznak a tanár által gondosan kialakított stimuláló és kreatív tanulási környezetben, gyakorlati feladatokat oldanak meg, vizsgálódnak, reflektálnak az eredményekre. A tanár a

tanulási folyamat végén értékeli a diákokat, és a gondosan válogatott, megfelelő sorrendben következő tapasztalatok révén megpróbálja kivédeni a téves értelmezéseket.

A kutatásalapú tanulás kihívást jelent a tanároknak, hiszen a mindennapi tanítási gyakorlatban ők is és a tanulók is főként a rutinfeladatokat részesítik előnyben. Ezek a feladatok biztonságot nyújtanak, kiszámíthatóvá teszik a tanórai folyamatokat. Kérdések megfogalmazása, problémák felvetése és elemzése, vita kezdeményezése a tanórán jelentős előkészítő munkát, más gyakorlatot, módszereket igényel, újszerű kapcsolatot kíván a tanulókkal. Ehhez a tanulási-tanítási folyamathoz más típusú feladatok szükségesek, mint amelyeket általában a tankönyvek kínálnak. A tanárok ezért általában vonakodnak attól, hogy a tanítási gyakorlatukat az IBL irányába formálják át. A tanárok szakmai fejlődésének elősegítése, az IBL-t támogató tanárképzési és tanártovábbképzési programok kidolgozása ezért összetett feladat. A tanárok nézeteinek, tudásának, szemléletmódjának formálása éppoly fontos, mint a kutatásalapú tanulás elősegítését lehetővé tevő tanári segédanyagok és tananyagok kidolgozása.

Tanári szerep a kutatásalapú tanulásban

A kutatásalapú tanulás folyamatát a rugalmasság, nyitottság, a sokféle elágazás lehetősége jellemzi, amely lehetővé teszi a hatékony, önálló tanuláshoz és annak fenntartásához szükséges készségek, képességek elsajátítását, a saját tanulásért való felelősség megtapasztalását, az információkereső és feldolgozó képesség, a problémamegoldó képesség, a kritikai gondolkodás fejlődését, az ismeretek értelmes elsajátítását. A kutatásalapú tanulásban a tanári szerep megfelel a tanulás konstruktivista felfogása által megfogalmazott szerepeknek: a tanár a tudáskonstruálási folyamat segítője, facilitátora.

Ez a szerep teljesen eltér az ismeretátadó, tanárközpontú megközelítés szerepértelmezésétől, ahol a tanár a tanulási folyamat irányítója, vezetője, az információ forrása, a tanuló pedig a tanulási folyamat passzív résztvevője. A facilitátori szerep más tanári készségeket, képességeket igényel. Míg az ismeretközlő megközelítésben a kommunikáció gyakran egyirányú, a tanár magyaráz, előad, közvetíti a tananyagot, az értékelés során főként minősít, a facilitátor kérdéseket tesz fel, beszélgetést kezdeményez, lehetőséget teremt arra, hogy a diákok megvizsgálhassák saját elképzeléseiket, gyakran alkalmaz formatív értékelést (*Rhodes, 1999*). A PRIMAS projektben alapul vett, Swan (2005, 2006) által javasolt konneccionista modell a tanár proaktív, előrelátóan cselekvő szerepét emeli ki, amelyben a tanár:

- megfelelő kihívásokat választ a tanulók számára;
- világossá teszi a tevékenységek célját;
- segíti a diákokat annak felismerésében, hogyan tudnak hatékonyabban dolgozni együtt;
- felismeri, feltárja a diákok előzetes tudását, és épít arra;
- megmutatja és megbeszéli a gyakori tévképzeteket;
- támogatja a tanulói vizsgálódást és a nézetek kicserélését nyugodt, reflektív légkört teremtve;
- megszünteti a hibázástól való rettegést azáltal, hogy a hibákra mint tanulási lehetőségekre tekint és nem problémákra, amelyeket érdemes elkerülni;
- hatékony kérdés segítségével aktivizálja, gondolkodásra készíti a diákokat;
- magasabb szintű kérdéseket alkalmaz, amelyekkel elősegíti a vizsgálódást, alkalmazást, szintézist;
- megfelelően irányítja a kiscsoportos és az egész osztályra kiterjedő megbeszélést;
- az IBL tevékenységeknek megfelelő, kollaboratív feladatokat alkalmaz;
- kapcsolatot teremt a témák között;
- minden tanórán kiemeli a fontos elképzeléseket, nézeteket;

- segíti a diákokat a saját nézeteik közötti kapcsolatok megteremtésében;
- megfelelően használja az eszközöket, például a számítógépet, interaktív táblát.

Az 1. táblázat a tanulói tevékenységeket és a hozzájuk kapcsolódó tanári tudást, tevékenységeket a kutatásalapú tanulás legnyitottabb formájában mutatja be, ahol a tanuló saját maga irányítja az általa felvetett és megfogalmazott kérdések vizsgálatát.

1. táblázat. Tanulói és tanári tevékenységek az IBL-ben (Forrás: a 3. munkacsomag kézírata)

A kutatás folyamatai	Az IBL-hez kapcsolódó tanári kompetenciák
Szituációk felderítése és problémák megfogalmazása	A tanuló által irányított kutatás megszervezése
Vizsgálatok tervezése, reprezentációk és eszközök kiválasztása vagy létrehozása	A tanulók segítése a strukturálatlan problémák megragadásában
Az adatok szisztematikus gyűjtése, dokumentálása és elemzése	A fogalmi fejlődés elősegítése a kutatás révén
Az eredmények interpretálása és értékelése	Kérdések alkalmazása
Az eredmények kommunikálása és azokra való reflektálás	A kutatásalapú tanulást támogató osztálytermi interakciók létrehozása és fenntartása
	A tanulók közötti együttműködés segítése
	A tanulást elősegítő értékelés alkalmazása

A szakirodalomban gyakran találkozunk a kutatásalapú tanulás és a problémaalapú tanulás kapcsán – különösen e módszerek felsőoktatási alkalmazásaiban (például az ápolók képzésében) – a facilitátori vagy tutori szerep elemzésével, a facilitátor eredményességét meghatározó tényezők vizsgálatával (Feletti, 1993; Cleverly, 2003). A hatékony facilitátor jellemzői Cleverly (2003) áttekintő munkája alapján a következők:

- segíti a diákokat abban, hogy változatos kérdezős stratégiákat használjanak, kérdezzenek rá az okokra, keressék a bizonyítékokat;
- lehetőséget teremt a kritikai gondolkodás fejlődésére;
- segíti a diákokat abban, hogy tanulásukat saját maguk irányítsák;
- fejleszti a tanulási motivációt;
- elősegíti, hogy az összes diák aktív legyen a tutori folyamatban;
- kooperatív csoportlégkört teremt;
- lehetőséget ad a diákoknak a reflektálásra, a teljes tutori folyamat hatékonyságának áttekintésére.

A facilitátorok hatékonyságának vizsgálata a problémaalapú tanulásban jelzi, hogy azok a facilitátorok, akik a tanítás során a tanulási folyamatra fókuszáltak, nagyobb arányban voltak eredményesek, mint azok, akik a tartalomra (De Grave, Dolmans és Van der Vleuten, 1999, idézi Cleverly, 2003). A diákok véleménye szerint a hatékony facilitátor megfelelő tanulási környezetet teremt a tanulás irányításához; fenntartja az őszinte, nyílt kapcsolatot a diákokkal; olyan módon kommunikál a diákokkal, hogy azok megértsék céljait, segítők javaslatait; körültekintően használja szaktárgyi tudását (Dolmans, Wolfhagen és Snellen-Balendong, 1994, idézi Cleverly, 2003).

Azer (2009) ötödik, hatodik és hetedik évfolyamos ausztrál tanulók körében végzett kérdőíves felmérést annak feltárására, hogyan érzelték saját részvételüket a problémaalapú tanulást alkalmazó, különböző témákkal foglalkozó tanórákon. Mindhárom korcsoport tanulói élvezték a különböző tevékenységeket, és pozitívan nyilatkoztak saját részvételükről. Különbségek a rendelkezésre álló források (tankönyvek, atlaszok, webladatok, szótárak) használatának gyakoriságában jelentkeztek: az ötödikesek használták leggyakrabban a webladakat, tankönyveket, szótárakat, a hatodikosok elsősorban az

atlaszokat részesítették előnyben, míg a hetedikesek szignifikánsan kevesebb információforrást használtak, mint a másik két korcsoport. Az eredmények jelezték, hogy a tevékenységek, feladatok és információforrások tervezésénél lényeges szempont a tanulók életkori sajátossága, érdeklődése.

A tanári szerep számos jellemzőjéről szó esett e rövid áttekintésben, közülük talán a legfontosabb az, hogy a tanár fel tudja kelteni az érdeklődést a kutatásalapú tanulás iránt, meg tudja mutatni a tanulási módszer által fejlesztett képességek hasznát, fontosságát a tanulók életében, a mindennapokban és a munka világában. A tanárnak meg kell küzdenie azért, hogy a tanulóival megismertesse, elfogadtassa az IBL-t és a vele járó erőfeszítéseket, mint például az aktív részvételt, a sokféle tevékenységet, a kutatómunkát, a gondolkodtató feladatokat, a másokkal való együttműködést. A tanár akkor tudja felkelteni az érdeklődést, formálni a tanulói szerepet, hatékonyan segíteni a tanulást, ha ő maga is elfogadja az IBL céljait, módszereit, és meggyőződése az, hogy segítségével hasznos, releváns tudáshoz juttatja diákjait.

Szakmai fejlődés és a kutatásalapú tanulás

A szakmai fejlődés a tanári kompetenciák fejlődését jelenti. A tanári kompetenciák fejlődése, fejlesztése elkezdődik a tanárképzésben, és optimális esetben folytatódik a tanítással töltött évek alatt. A folyamatos önfejlesztés és a rendszeres továbbképzés segíti a tanárokat abban, hogy lépést tartsanak a tudományos, technikai változásokkal és képesek legyenek felkészíteni diákjaikat a folyamatosan változó világban való boldogulásra. A tanári tudás tartalmi szempontból több részre bontható: szaktárgyi tudás, pedagógiai tartalmi tudás (annak a tudása, hogyan kell tanítani a tantárgyi tartalmat), pedagógiai tudás (annak a tudása, hogyan kell tanítani általában). Gyakori az elméleti és gyakorlati tudás megkülönböztetése, amely arra utal, hogy a tanárok az elméleti ismeretek mellett saját tapasztalataik alapján is rendelkeznek tudással a tanításról, tanulásról. A tanár gyakorlati tudása több forrásból származik: egyéni tapasztalatok, másoktól készen átvett ismeretek és értékek (Falus, 2001).

A tanár tevékenységét, tanítási gyakorlatát számos tényező befolyásolja, így például a szaktárgyi, pedagógiai tartalmi és pedagógiai tudása, a tanítással, tanulással és a tantárggyal kapcsolatos meggyőződései; önszabályozó képessége, amely lehetővé teszi, hogy reflektáljon a tanításra és optimalizálja azt; motivációja, érdeklődése, önismerete, önhatékonysága. A tanár szakmai fejlődésére hatással van az a közeg, amelyben dolgozik: a kollégák, a tantestület, az intézményi vezetés, a fenntartó, a diákok és szüleik, az iskolával kapcsolatban álló helyi közösség.

A kutatásalapú tanulás céljainak, módszereinek megismertetésére, a tanári kompetenciák fejlesztésére irányuló továbbképzési program kidolgozói a PRIMAS projektben törekszenek arra, hogy figyelembe vegyék a tanári tudást befolyásoló tényezőket. Különösen nagy hangsúlyt fektetnek a tanárok nézeteire. A nézetek „...olyan feltételezések, feltevések, proposíciók a világról, amelyekre igaznak vélünk, s amelyek befolyásolják ítéleteinket, mások megítélését, s amelyeket felhasználunk döntéseink során” (Richardson, 1996, idézi Falus, 2001, 23. o.). A nézetek nem csak a tanárok gondolkodására, tanítási gyakorlatára hatnak, hanem a tanárképzésben részt vevő hallgatók tanulására, fejlődésére is. A képzésbe belépő tanárjelöltek a korábbi iskolai tapasztalataik alapján számos nézettel rendelkeznek az iskolával, a tanulással és a tanári szakmával kapcsolatban. A nézetek szűrőként működnek az új ismeretek szerzése során, nehezen alakíthatók, nem változtathatók meg egyszerűen azáltal, hogy megpróbáljuk elmagyarázni a tanárjelölteknek vagy a gyakorló tanároknak az új megközelítések hasznát, jelentőségét. Hasonló jelenséget ír le a tudományos ismeretek tanulásával kapcsolatban a fogalmi váltást vizsgáló szakirodalom: a tanulói naiv meggyőződések, tévképzetek cseréje nem lehetséges;

a fogalmi váltás a fogalmi kapcsolatok átszervezését, alapelvek megváltoztatását, metafogalmi tudás alkalmazását igényli (Vosniadou, 2001; Korom, 2005).

A tanári meggyőződések alakítására kézenfekvő és több haszonnal járó lehetőség a kutatásalapú tanulás alkalmazása a tanárok szakmai fejlesztésében. Azon túl, hogy ez a módszer alkalmas a tanári nézetek, meggyőződések felszínre hozására és formálására, a tanárok megtapasztalják az IBL-t a gyakorlatban, ugyanazt élik át a továbbképzésen, mint később a diákjaik a tanórákon. A PRIMAS projekt a tanári meggyőződések formálását öt lépésben képzei el:

A tanárok megvitatják a tanítással kapcsolatos meggyőződéseiket, értékeiket, mindennapi tanítási tapasztalataikat. Kiderül, hogy gyakran azért utasítják el az IBL-t, mert azt gondolják:

- nincs elegendő szaktárgyi tudásuk és tanári kompetenciájuk a nyílt feladatok menedzseléséhez;
- az IBL módszerek nem hatékonyak és túl sok időt elvesznek a tantervi tananyag feldolgozásától;
- a vizsgák inkább a tartalmi tudást mérik, mint a tudományos gondolkodást;
- nincsenek megfelelő, hatékony forrásaik az IBL elősegítéséhez.

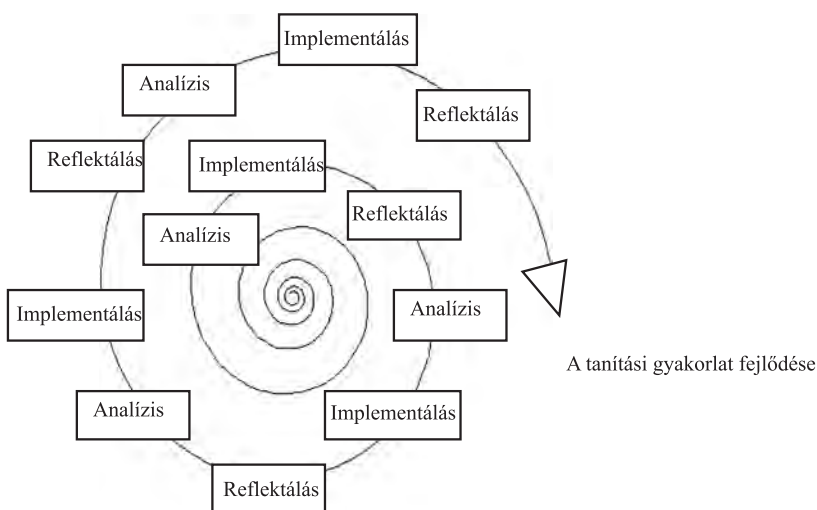
A tanárokat konfrontáltatják a kutatásalapú gyakorlattal: tanórai tevékenységeken keresztül (közvetlenül vagy tanórákról készült videofelvételeket megnézve) megtapasztalják és analizálják az IBL módszereket.

A tanárokat arra kéri, hogy oldják fel a meggyőződésekben jelentkező konfliktust, és próbálják ki az új módszereket a készen kapott anyagok, források alkalmazásával.

A tanárok reflektálnak az új osztálytermi tapasztalataikra. Megvitatják a pedagógiai következtetéseket és reflektálnak az új meggyőződésekre és gyakorlatokra.

A tanárok elkezdik beágyazni az új gyakorlatokat azáltal, hogy saját kutatásalapú feladatokat és tanórákat terveznek.

A szakmai fejlesztés hosszú folyamat, a tanítási szokások és meggyőződések megváltoztatása nem megy egyik napról a másikra. Időre és a támogatásra van szükségük a tanároknak ahhoz, hogy elfogadják a számukra teljesen új tanári szerepet, és elsajátítsák a kutatásalapú tanításhoz szükséges készségeket, képességeket. A PRIMAS projekt spirális tanártovábbképzési modellje (3. ábra) mindezt úgy veszi figyelembe, hogy nem egyszeri tréninget javasol, hanem olyan ciklikus folyamatot, amelyben a tanárok tanítási gyakorlata fokozatosan fejlődik és mozdul el az IBL irányába.



2. ábra. Spirális modell: a kétéves tanárképzés menete (Forrás: PRIMAS Proposal)

A lépések a kétéves periódus alatt többször ismétlődnek, a folyamat önfenntartóvá válik, amikor a tanárok kezdik élvezni a közös munkát, a tanulást és kifejlesztnek egy új implementált tantervet az osztályaik számára. A spirális modell a tanárképzésben is alkalmazható, főként az első és a második lépése, a meggyőződések feltárása és ütköztetése az IBL-módszerekkel. A tanárjelöltek nézeteinek feltárása, tudatosítása és a tanárjelöltek saját, személyes tudásának formálása a hazai pedagógusképzési törekvésekben is jelen van (Falus, 2002).

A tanártovábbképzés nem rövid, néhány napos tréninget jelent, hanem két éven át tartó, ciklikusan ismétlődő tanulási folyamatot, amelyben a tanárok csoportokban dolgoznak, hálózatot építenek. Az általános és a középiskolai tanárok képzése nem különül el, a két képzési szakasz tanárai találkoznak egymással, ami elősegítheti, hogy közösen oldják meg azokat a problémákat, amelyek az iskolafokokozatok között, illetve az átmenet időszakában megjelennek.

A tanártovábbképzések tartalma, felépítése

A kutatásalapú tanulásra irányuló tanártovábbképzés alapvetően tevékenységközpontú. Elméleti blokkjában a tudással, a tanulással kapcsolatos pszichológiai és pedagógiai ismeretek és a tanulással, tudással kapcsolatos társadalmi elvárások kapnak helyet. A gyakorlati részében olyan tanári tevékenységek szerepelnek, amelyek az IBL-hez szükséges tanári kompetenciák fejlesztését, illetve a tanári meggyőződések formálását célozzák meg. A tevékenységek kidolgozását segíti az IBL céljainak megadása és a célokhoz kapcsolódó kérdések megfogalmazása. A 2. táblázat a célokra, kérdésekre és néhány tanári tevékenységre mutat példát.

2. táblázat. Tanári tevékenységek a szakmai fejlesztésben (Forrás: a 3. munkacsomag kézírata)

Cél / Kérdés	A szakmai fejlesztést segítő tanári tevékenység
Meggyőződések és a gyakorlat Melyek a tanárok aktuális meggyőződései a tanításról és a tanulásról?	A tanárok leírják meggyőződéseiket, amelyeket megvitatnak, csoportosítanak és reflektálnak rájuk. Videofelvételeken olyan tanári tevékenységeket néznek meg, amelyek ellentétesek a tanítási gyakorlatukkal.
Az IBL természete Mi az IBL, és melyek azok a tudományos eljárások, amelyeket próbálunk elősegíteni?	Hagyjuk, hogy a tanárok olyan szintű IBL tevékenységgel foglalkozzanak, amelyek kihívást jelentenek számukra. A tanárok reflektálnak azokra a tudományos eljárásokra, folyamatokra, amelyeknek részesei.
A tanuló által vezetett kutatás Hogyan lehet támogatni a diákokat abban, hogy feltegyék és kövessék saját kérdéseiket?	A tanároknak különböző dolgokat, például fényképeket adnak, akik azok alapján természettudományos vagy matematikai problémákat fogalmaznak meg, majd elemzik, vizsgálják azokat.
Gondolkodást elősegítő kérdések Hogyan módosíthatja az osztályában a tanár a kérdezést úgy, hogy segítse a tudományos gondolkodást?	A tanárok kapnak egy témát és egy leírást a kérdéstípusokról. A leírás alapján gondolkodtató kérdéseket fogalmaznak meg az adott témával kapcsolatban.
A tanuló előzetes tudására való építkezés Hogyan lehet feltárni a tanulók hibáit, tévképzeteit és azokat konstruktív módon használni?	A tanár elemzi a tanulói munkákból vett mintákat. Feltárja a gondolkodást és konstruktív visszacsatolást javasol.
A strukturálatlan problémák megragadása Honnan származnak a megfelelő IBL-feladatok?	A tanárok a tankönyvekből és más forrásokból feladatokat vesznek és átdolgozzák azokat, hogy több lehetőséget nyújtsanak az IBL számára.
A kollaboratív munka elősegítése és fenntartása Hogyan lehet hatékonyá tenni a kisebb, illetve nagyobb csoportban zajló megbeszélést?	A tanárok megtapasztalják a kollaboratív megbeszélést egymás között. Reflektálnak a megbeszéléstükre és megfogalmazzák, miért fontos a megbeszélés, és a megbeszélésnek mely formái hatékonyak és nem hatékonyak.

A tanári tevékenységek mellett a PRIMAS projekt keretében kidolgozásra kerülő továbbképzési anyag részét képezik óratervek és osztálytermi felvételek is, amelyek bemutatják az IBL működését a gyakorlatban. Fontos, hogy ezek az anyagok könnyen és szabadon hozzáférhetőek, egyszerűen kezelhetőek legyenek, és beleférjenek egy tanítási órába. A továbbképzési anyag tartalmazni fog a szakirodalmi adatokra, empirikus vizsgálatokra alapozott összefoglalót is, amely beszámol az IBL kipróbálásának tapasztalatairól, megmutatva a hatékony és kevésbé hatékony alkalmazásokat. A tanárok útmutatást kapnak ahhoz is, hogy értékelni tudják az IBL hatékonyságát, eredményességét.

IBL-feladatok és a hatékony tanóra

Az IBL-feladatokkal szembeni alapvető követelmény, hogy segítsék a tanulás során felmerülő kérdések, elképzelések vizsgálatát, elemzését, legyenek nyitottak olyan mértékben, hogy felmerülhessenek különböző válaszok, megoldások a tanulás során (*Khan és O'Rourke*, 2005). Az utóbbi években több nemzetközi szintű fejlesztés zajlott, ahol sor került tananyagok, tanórai tevékenységek fejlesztésére, kipróbálására. A német SINUS-transzfer projekt (1) alapján számos olyan tapasztalat fogalmazódott meg, amelyek jól hasznosíthatók a PRIMAS projektben is. A hatékony tanóra:

- fejleszti az intrinsic motivációt és a természettudományok és a matematika tanulásával kapcsolatos érdeklődést. Ez olyan feladatokkal valósítható meg, amelyek meglepetéssel vagy érdekességgel szolgálnak, megfelelő minőségűek, relevánsak és lehetőséget adnak a társakkal való együttműködésre.

- biztosítja az alapvető tudást, amely nem elsősorban tényeket jelent, hanem azokat a készségeket, képességeket, amelyek az információ kereséséhez, szelektálásához, szervezéséhez és interpretálásához szükségesek. A tanárnak meg kell tanulnia, hogy olyan feladatokat válogasson ki, amelyek segítik az alapvető tudás megszerzését, és egyben elősegítik a megértést is.

- fejleszti a feladat kultúrát. A tanárnak meg kell tanulnia olyan feladatok tervezését, válogatását és alkalmazását, amelyek nem strukturáltak, könnyen hozzáférhetőek, továbbfejleszthetők és támogatják a döntéshozást, a kreativitást és a magasabb rendű gondolkodást.

- lehetővé teszi, hogy a tanulók tanuljanak a hibáikból. A tanártovábbképzéseken ezért hangsúlyt kell helyezni arra, hogy a tanárok tudatosítsák a gyakori tévképzeteket és tudják, milyen módszerekkel lehet azokat megszüntetni.

- fejleszti a kumulatív tanulást. A tanárnak építenie kell arra, amit már tudnak a tanulók, ezért fontos a formatív értékelés, valamint a tudományos és a mindennapi tudás közötti kapcsolatok megteremtése.

- fejleszti az önálló tanulást. A szakmai fejlesztés során a tanárokat meg kell ismertetni olyan módszerekkel, amelyek segítségével fokozatosan csökkenteni tudják az irányítást, hogy a diákok képesek legyenek egyre inkább függetlenül gondolkodni.

- lehetővé teszi, hogy a diákok átlépjék a tantárgyi határokat és megtapasztalják az interdiszciplináris megközelítéseket. A projekt kapcsolatot kíván teremteni az elemi és a középfokú matematika és természettudományi tantárgyak között, lehetővé téve a különböző szinteken történő vizsgálatot.

- segíti a tanulói kooperációt. A szociálkonstruktivizmus alapelveit figyelembe véve olyan feladatokat ad, amelyek elősegítik a csoportban történő tanulást.

- csökkenti a nemi sztereotípiákat, a lányokkal is igyekszik megkedveltetni a matematikával és a természettudományokkal való foglalkozást.

A PRIMAS projektben részt vevő országok mindegyike kidolgoz matematika és természettudományi IBL-feladatokat, illetve a tanárok szakmai fejlődését segítő tananyagokat. Az elkészült anyagok használhatóak egy közös, nemzetközi szintű fejlesztő program

összeállításához, illetve megvalósítható általuk a nemzeti sajátosságokhoz igazodó implementáció. A tananyagok kidolgozásához, disszeminációjához, a tanártovábbképzési rendszer kialakításához rendelkezésre állnak más nemzetközi és nemzeti projektek tapasztalatai.

Az egyik nemzetközi projekt a LEMA (Learning and Educating through Modelling and Applications), amelynek keretében hat európai ország – közöttük hazánk – részvételével került sor feladatok és tanártovábbképzési program fejlesztésére a matematikai modellezés, a valós szituációkban történő komplex problémamegoldás terén. (2)

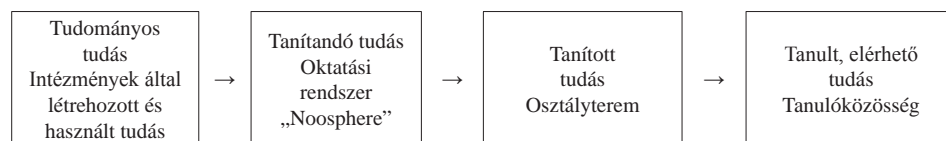
A másik nagy európai project a POLLEN (3), amely a kérdezésen vagy kutatáson alapuló természettudományos oktatás ('inquiry-based science education', IBSE) fejlesztésére irányult 12 ország együttműködésével. E projektnek hazánk szintén résztvevője volt. (4)

Jól használhatók a németországi SINUS és SINUS-Transzfer (5) tapasztalatai, amelyek a matematika és a természettudományok tanításának megújítását célozzák meg az iskolák, tanárok közötti együttműködés segítségével. A feladatok fejlesztéséhez mintaként szolgálhat a matematikatanítást segítő angol Bowland Maths (Swan, 2008), amely a problémamegoldó gondolkodás fejlesztésére tartalmaz feladatokat, óraterveket, tanórai felvételeket (6), valamint a fizikatanításra koncentrálnó német Physics in context (piko) projekt. (7)

A kutatásalapú tanulás elterjedését befolyásoló tényezők vizsgálata

A PRIMAS projekt bemutatásakor Csíkos Csaba (2010) tanulmányában szó esett a 2. munkacsomagról, amelynek keretében a nemzeti sajátosságok és a meglévő tananyagok elemzése zajlik. A projekt kezdete óta eltelt időszakban elkészült a nemzetközi összehasonlító elemzés, azoknak a faktoroknak, struktúráknak, lehetőségeknek és korlátoknak a feltárása, amelyek segíthetik vagy hátráltathatják a kutatásalapú tanulás elterjedését a részt vevő országokban. A nemzeti beszámolók közös struktúra szerint, öt részfeladatra koncentrálna (lásd: Csíkos, 2010) készültek el, így vált lehetővé a globális szintézis.

Az elemzés elméleti háttéréül a Chevallard-féle antropológiai didaktikai elmélet ('Antropological Theory of Didactics', ATD) szolgált, amelynek előzményei az 1980-as évekig vezethetők vissza. Ekkor jelent meg a pedagógiai kutatásokban, különösen a francia matematikai didaktikában a didaktikai transzpozíció fogalma (Chevallard, 1985), annak a folyamatnak az elemzése, amelynek során a tudományos tartalom tananyaggá válik. Ez a kezdeti, a szociológia által inspirált munka jelentős lépés volt abba az irányba, hogy a didaktikai rendszerről úgy gondolkodjunk, mint a társadalom részét képező és különböző szférákkal kölcsönhatásban lévő rendszerről. Főként a diszciplína akadémiai szférájával (a tudományos tudás létrehozása és kontrollálása) és a Chevallard által „Noosphere”-nak nevezett szférával (a görög 'noos' szóból származtatva: „a hely, ahol valaki gondolkodik”), amelynek különböző szereplői válogatják, adaptálják a tanítandó tudást. Majd ezt a tudást formálják tanított tudássá olyan folyamatok révén, mint a tankönyvírás, tanári segédanyagok készítése vagy a tanár egyéni felkészülése a tanításra. Végül a tudás az osztályteremben jelenik meg, ahol a tanulók tanulmányozzák, így válik a tanulás számára elérhető tudássá (3. ábra).



3. ábra. A didaktikai transzpozíció folyamata (Bosch és Gascón, 2006, 56. o.)

A didaktikai transzpozíció fogalmából kiindulva Chevallard továbblépett az oktatási rendszer modellezésének irányába. Az oktatási rendszert úgy értelmezte, mint a különböző intézmények komplex struktúráját. Ezek az intézmények különböző méretűek és többé-kevésbé láthatók. A középfokú oktatás egy adott országban egy intézmény, de a 10. évfolyamos matematika osztály ugyanabban az országban szintén egy intézmény, amely része az elsőnek. Az oktatási rendszeren kívüli intézményeket is figyelembe kell venni, például a matematikusok, fizikusok közösségét. Egy intézményen belül létrejöhet a közös gyakorlatot folytató egyének csoportja. Az intézményen belül az egyének az alanyok, akik bizonyos korlátokat hordoznak, ezt nevezi Chevallard a tudás tárgyához való intézményi viszonyoknak ('institutional relation'). Az egyén mint egy intézmény tagja bizonyos hivatalos intézményi viszony alapján korlátozott kapcsolatban van azzal a tudással, amellyel foglalkoznia kell. Mindazonáltal ezek az intézményes korlátok hagynak bizonyos eltérést, ez az, amiért a modell a tudás tárgyával való személyes kapcsolatot is figyelembe veszi. Valójában a személyes kapcsolat annak a ténynek az eredménye, hogy minden egyén más intézményeknek is alanya vagy alanya volt, amelyekben a tudásnak ugyanazon tárgyaiban volt érdekelt (például: a tanár is volt diák; tanítás a különböző iskolafokokozatokban vagy különböző időben különböző programokkal). Az intézményi megközelítés gazdagította a didaktikai transzpozíció modelljét azáltal, hogy rámutatott az oktatási rendszer komplexitására, ahol a tudás különböző tárgyai kölcsönhatásban vannak a különböző egyénekkal és a különböző intézményekkel.

Az oktatási rendszer bonyolult folyamatainak, társadalmi beágyazottságának elemzéséhez az antropológiai didaktikai elmélet a praxeológiát, az emberi cselekvés tudományát hívja segítségül, amely a bonyolult társadalmi folyamatok vizsgálatához axiómákat (például: az ember cselekszik) fogalmaz meg. A praxeológia Chevallard (2006, 22–23. o.) értelmezésében nem csak annak a tanulmányozását jelenti, amit az emberek tesznek, és azt hogyan teszik, hanem annak is, mit gondolnak, és azt hogyan teszik. Ebben az értelemben a didaktika magába foglalja a praxeológiát, vagy legalább annak egy részét, mert a társadalmi szűrésről való tudás valójában a cselekvés és gondolkodás emberi útjairól való tudás. A matematikai didaktika részét képezi a matematikai praxeológia, annak a tudományos leírását és elemzését, ahogyan mi, emberek cselekszünk és gondolkodunk, amikor „csináljuk a matematikát”.

A szó etimológiáját követve az emberi cselekvést két, egymással kölcsönhatásban lévő komponens megkülönböztetésével analizálhatjuk: (1) a praxis szintje, a „tudni, hogy hogyan”, amely magában foglalja a megoldandó feladatokat, problémákat és a megoldáshoz szükséges technikákat (például egy másodfokú egyenlet és annak megoldási algoritmus). (2) A logos vagy tudás szintje, amely a technológiát jelenti: leírja, magyarázza és igazolja az alkalmazott technikákat (például egy másodfokú egyenlet kanonikus alakja és az a tény, hogy bármely pozitív számnak két négyzetgyöke van; a technológia azért, hogy igazolja az algoritmust, a polinomegyenletek tulajdonságaira koncentrál). A formális érvelést, amely igazolja a technológiát, elméletnek nevezik (mint a polinomok algebrája az előző példában).

Bosch, García, Gascón és Ruiz Higuera (2006) tanulmányukban rámutatnak, hogy – hasonlóan más emberi tevékenységekhez – a matematika létrehozása, tanítása, tanulása, alkalmazása és terjesztése társadalmi intézményekben valósul meg. Ezek mint matematikai praxeológiák és matematikai szervezetek ('organisations') modellezhetők. Azért, hogy precízebb eszközökkel lehessen analizálni az intézményi didaktikai folyamatokat, Chevallard (1999, idézi Bosch, García, Gascón és Ruiz Higuera, 2006) a matematikai praxeológiákat a következő módon csoportosította: specifikus, helyi, regionális, globális. A matematikai szervezetek természete azoktól az intézményektől függ, amelyekhez kötődnek:

Specifikus matematikai szervezetet egyedi feladat hoz létre és a feladattal kapcsolatos egyedi technika jellemzi.

Helyi matematikai szervezet számos specifikus praxeológia integrációja és összeillesztése révén jön létre. Olyan technológiával jellemezhető, amely igazolja, magyarázza és világossá teszi minden egyes specifikus praxeológia különböző technikáit.

Regionális matematikai szervezet számos helyi matematikai szervezet koordinálásával, integrálásával és összeillesztésével jön létre egy közös matematikai elméletben.

Globális matematikai szervezet akkor valósul meg, ha a számos regionális matematikai szervezet hozzáadódik a különböző matematikai elméletek integrációjához.

Leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy amit tanulnak és tanítanak egy pedagógiai intézményben, azok matematikai praxeológiák. A praxeológiák ritkán egyéniek: az intézményekben szerveződött emberek csoportjai által megosztottak.

A matematikai és a természettudományi szervezetek és didaktikai szervezetek ko-determináltak az intézményi szintek teljes hierarchiája által, amelyek egymásra épülve meghatározzák és korlátozzák egymást (az alacsonyabb szint részben döntéshozóként megjelenik a magasabb szinten). A kodetermináció szintjeinek részletes modelljét adja az antropológiai didaktikai elmélet. A legalacsonyabb szint a tárgy ('subject'), amely egy feladat vagy technika köré szerveződik (például másodfokú egyenlet), a téma ('theme') egy technológiára koncentrálnak (például polinomegyenletek), a szektor ('sector') ugyanazon elméleten belül komplex praxeológiákat állít a középpontba (például polinomok), a különböző szektorok ugyanannak a területnek ('domain') a részei (például algebra), a következő szint a diszciplína (matematika). Az újabb szint a pedagógia (például a tanítási alapelvek egy intézmény tantervében), az iskola szintje, amely figyelembe veszi a tantervi előírásokat, a tantárgyakra való tagolást, az időkereteket, a tanárképzés jellemzőit. A következő szint a társadalom, amely az oktatási rendszer intézményi szervezetét, a tantervek legáltalánosabb szintjét jelenti. A legmagasabb szint a civilizáció szintje, amely figyelembe veszi a kultúrák közötti különbségeket.

Az antropológiai didaktikai elméletből a PRIMAS projekt 2. munkacsomagjának megvalósítói elsősorban a didaktikai determináció szintjeinek skáláját használták a nemzeti elemzések strukturálásához. Az implementáció korlátait, feltételeit négy szinten azonosították:

- civilizáció vagy társadalom (tradíció vagy jelenlegi változások az oktatásban, a matematika és a természettudomány specifikus szerepe a társadalomban);
- iskola (globális szervezet, az iskolarendszer felépítése, a tanárképzés és tanártovábbképzés rendszere);
- pedagógia (az oktatás, tanári tevékenység, nemzeti értékelés törvényi szabályozása);
- diszciplína (a matematika és a természettudományok helye a tantervben, tanári kompetenciák, az IBL megjelenése a tantervben, taneszközökben).

A nemzetközi összehasonlító elemzés összegzéseként elmondható, hogy társadalmi szinten, a markáns tradicionális különbségek ellenére, az utóbbi években minden országban változások történtek olyan pedagógiai paradigmák irányába, amelyek céljai összeegyeztethetők a kutatásalapú tanulás szemléletmódjával.

Az iskola szintjén nagy a változatosság az oktatási rendszer szerkezetében (elemi oktatás, alsó és felső középfok) és az egyes szintek hosszában. Az elemi szinten oktató pedagógusok képzése azonban hasonló, főként pedagógiai, didaktikai jellegű, általában gyenge pontja a diszciplináris (különösen a matematikai és természettudományi) képzés. A felső középfok tanárai általában egyszakosak, a szaktárgyukat tekintve megfelelően, a pedagógiát tekintve azonban gyengén képzettek. Az elemi és a felső középfok közötti szint tanárai alkotják a leginkább heterogén csoportot, képzettségük széles skálán mozog, lehetnek egy vagy kétszakosak. A tanártovábbképzés és a szakmai fejlesztés a legtöbb országban nagyon alacsony színvonalú, dominálnak az egynapos képzések, nem megfelelő a tréningek ellenőrzése. A tanárok motivációjában jelentkező problémák háttérben a képzésekhez való hozzáférés és a finanszírozás nehézségei állnak.

A pedagógia szintjén történt elemzés jelzi, hogy a tanügyi dokumentumok a konzorcium minden országában tükrözik az oktatáspolitikai aktuális nemzetközi irányait, olyan pedagógiai alapelveket tartalmaznak, amelyek támogatják a kutatásalapú tanulást. Az egyformaság mögött azonban változatos helyzetek húzódnak meg. Néhány országban ez a pedagógiai irányvonal teljesen új, más országokban a konstruktivista megközelítésnek hosszú hagyományai vannak. Az oktatáspolitikai támogatása azonban nem jelenti azt, hogy a kutatásalapú tanulás ténylegesen megjelenik a tanítási gyakorlatban. Ez valójában minden országban fekete folt. Az okok azonban országonként eltérőek lehetnek a nemzeti kontextustól, kulturális háttértől függően: például nem biztosítanak képzést azoknak a tanároknak, akik diák-ként egyáltalán nem tapasztalták meg a kutatásalapú tanulás módszereit; a változásoktól való idegenkedés; a tradíciók súlya vagy az idő hiánya (a tananyag teljesítése az elsődleges szempont). Ráadásul a legtöbb országban az ellenállás nem csak a tanároktól származik, hanem a diákoktól, szülőktől, esetleg a társadalom egészétől. Több országban (de nem az összesben) az értékelési rendszert is fejlesztették, figyelembe véve az oktatáspolitikai változásokat. A legtöbb esetben azonban a változás lassú, és nem mindig megfelelő az IBL támogatásához. A részt vevő országok többségében az értékelés korlátot jelent, amely gátolja a tanárokat az IBL-módszerek alkalmazásában.

A diszciplína szintjén (és az alsóbb szinteken) az összes országban, az összes szinten a matematikai és a természettudományi hivatalos tantervekben az IBL felfogásához jól kapcsolódó explicit jelzések fedezhetők fel. Ilyenek például a diszciplínák közötti koherencia növelése, a diszciplínákon átívelő és interdiszciplináris tevékenységek ajánlása. Ugyanakkor ez a hivatalos állásfoglalás elrejti a valóságot. Számos bizonyíték van arra, hogy a gyakorlatban az IBL-t középpontba helyező tanítás nem terjedt el széles körben. Az információközlő tanítás dominál a legtöbb országban, még akkor is, ha vannak helyi különbségek a különböző paraméterek szerint a tanárképzésben vagy abban, milyen mértékben jelennek meg a konstruktivizmus, a problémamegoldás és a kutatásalapú tanulás felé mutató változások a tantervi dokumentumokban. A változásokkal szembeni ellenállást nemzetközi kutatások erősítik meg. Bár a legtöbb országban néhány tanulmány beszámol sikeres helyi IBL-kísérletekről, ezek száma csekély. A legtöbb országban hiányosak az erőforrások, a tankönyvek nem biztosítanak megfelelő IBL-feladatokat. Néhány olyan eset is előfordul, hogy az egyébként nem IBL-központú tankönyv jó alapot nyújt az IBL-tevékenységekhez. A megfelelő tankönyv fontos, de ha a tanárok nem megfelelően használják a problémamegoldást vagy a kutatásalapú tanulást támogató taneszközöket, az eredmény nagyon gyenge lesz.

A hazai elemzés legfontosabb eredményei többnyire összhangban vannak a nemzetközi helyzettel. A társadalom és a pedagógia szintjén is elfogadottak a gondolkodásfejlesztésre, a releváns, hasznosítható ismeretek megszerzésére, a hatékony, önálló tanulásra irányuló törekvések. A tanítási gyakorlatban azonban nagyon erős hagyományai vannak az ismeretátadó felfogásnak, elsősorban a tehetséggondozásban és a pedagógiai kutatásokban találkozhatunk a kutatásalapú tanulás elemeivel. Sem a tankönyvek, sem a tanárképzés, sem a tanártovábbképzés nem támogatja megfelelő módon a kutatásalapú tanulást. Csupán egy matematika és egy biológia tankönyv címében szerepel a „problémamegoldás” kifejezés az aktuális tankönyvjegyzékben; a 2010 júniusáig akkreditált tanárképzési programok között nincs olyan, amelynek leírásában utalás lenne a kutatásalapú vagy a problémaalapú tanulásra.

Összegzés

A kutatásalapú tanulás a konstruktivista tanulásfelfogásra épülő, a tanulói aktivitást kiemelő, a tanulók gondolkodásának fejlesztését, a tudományos ismeretszerzés módszereinek elsajátítását, a hatékony, önálló tanulást támogató módszer, amelynek hazánkban

csak kevés előzménye van. A PRIMAS projektben való részvétel ezért kiváló lehetőség arra, hogy megismerkedjünk a kutatásalapú tanulás jellemzőivel, működő gyakorlataival, részt vegyünk a nemzetközi tananyagok kidolgozásában, tanárképzési programok fejlesztésében. A nemzetközi tapasztalatokat hasznosítva, a módszer előnyeit, hátrányait mérlegelve átgondolhatjuk, milyen módon, milyen témák esetében tudjuk beilleszteni a kutatásalapú tanulást a közoktatási rendszerünk kereteibe, hagyományába, hogyan tudjuk általa fejleszteni a tanárképzést és támogatni a tanárok szakmai fejlődését.

Jegyzet

- (1) www.sinus-transfer.de
- (2) <http://www.lemma-project.org/web.lemaproject/web/eu/tout.php>; <http://lemma-project.hu>
- (3) <http://www.pollen-europa.net/?page=WkdXK8w8jtl%3D>
- (4) <http://www.scienceinschool.org/2009/issue11/pollen/hungarian>
- (5) <http://www.sinus-transfer.de/>
- (6) <http://www.bowlandmaths.org.uk/>
- (7) <http://www.uni-kiel.de/piko/>

Irodalom

- Askew, M., Brown, M., Rhodes, V., Johnson, D. és William D. (1997): *Effective Teachers of Numeracy: Report of a study carried out for the Teacher Training Agency*. King's College, University of London, London.
- Azer, S. A. (2009): Problem-based learning in the fifth, sixth, and seventh grades: Assessment of students' perceptions. *Teaching and Teacher Education*, **25**, 1033–1042.
- Bosch, M. és Gascón, J. (2006): Twenty-five years of the didactic transposition. *ICMI Bulletin*, **58**. sz. 51–63.
- Bosch, M., García, J., Gascón, F. J. és Ruiz Higuera, L. (2006): Reformulating „mathematical modelling” in the framework of the anthropological theory of didactics. In: Novotná, J., Moraová, H., Krátká, M. és Stehliková, N. (szerk.) *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Volume 2*. Charles University in Prague Faculty of Education, Czech Republic.
- Chevallard, Y. (2006): Steps towards a new epistemology in mathematics education. In: Bosch, M. és mtsai. (szerk.): *Proceedings of the 4th Conference of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 4)*. <http://ermeweb.free.fr/CERME4/>
- Cleverly, D. (2003): Inquiry-based learning: facilitators' perceptions of their effectiveness in the tutorial process. *International Journal of Nursing Studies*, **40**. sz. 829–841.
- Falus Iván (2001): A gyakorlat pedagógiája. In: Golnhofer Erzsébet és Nahalka István (szerk.): *A pedagógusok pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 15–27.
- Falus Iván (2002): Szakdolgozat a pedagógiai képzetben. *Iskolakultúra*, **12**. 1. sz. 73–78.
- Feletti, G. (1993): Inquiry-based and problem-based learning: how similar are these approaches to nursing and medical education? *Higher Education Research and Development*, **12**. 2. sz. 143–156.
- Glaserfeld, E. (1995): *Radical constructivism. A way of knowing and learning*. The Palmer Press, London – Washington, D. C.
- <http://www.bowlandmaths.org.uk/>: Bowland Trust / Department for Children, Schools and Families.
- Khan, P. és O'Rourke, K. (2005): Understanding enquiry-based learning. In: Barrett, T., MacLabhainn, I. és Fallon, H. (szerk.), *Handbook of enquiry and problem based learning*. Centre for Excellence in Learning and Teaching, NUI Galway and All Ireland Society for Higher Education (AISHE), Dublin. 1–12.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Pope, M. és Gilbert, J. (1983): Personal experience and the construction of knowledge in science. *Science Education*, **67**. 2. sz. 193–203.
- PRIMAS Proposal: Seventh Framework Programme, Theme: Science in Society, Project: Promoting inquiry in Mathematics and science education across Europe. Kézirat.
- PRIMAS WP2 – *Analysis of national contexts: International synthesis report comparing national contexts, pointing out differences, commonalities, and interesting resources and initiatives proper to be adapted to an international use*. Kézirat.
- PRIMAS WP3 – Professional Development. Kézirat.
- Rhodes, L. K. (1999): Choices and consequences in the renewal of teacher education. *Journal of Teacher Education*, **50**. 1. sz. 17–25.
- Swan, M. (2005): *Improving Learning in Mathematics: Challenges and Strategies*. Teaching and Learn-

ing Division, Department for Education and Skills Standards Unit, Sheffield.

Swan, M. (2006): Collaborative Learning in Mathematics: A Challenge to our Beliefs and Practices. National Institute for Advanced and Continuing Education (NIACE); National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy (NRDC), London.

Swan, M. (2008). *Bowland Maths Professional development resources*. <http://www.bowlandmaths.org.uk>: Bowland Trust/ Department for Children, Schools and Families.

Vosniadou, S. (2001): Tanulás, megismerés és a fogalmi váltás problematikája. *Magyar Pedagógia*, **101**. 4. sz. 435–448.

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