

A 9–10 ÉVES TANULÓK TERMÉSZETTUDOMÁNYOS PROBLÉMAMEGOLDÓ STRATÉGIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

Revákné Markóczi Ibolya

*Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar
Biológia Szakmódszertani Részleg*

A problémamegoldó gondolkodás része azon kognitív képességeknek, amelyek birtokában az ember biológiai lényből társadalmi lényé válhatott, és amely ma is fontos tényezője a szocializáció folyamatának. Létszükséglet a társadalmi, gazdasági és mindennapi életünk problémáinak megoldásában, egészségünk és környezetünk megóvásában. Ezért a tanítás és tanulás folyamatát úgy kell megszerveznünk, hogy tanulóink az életszerű és tantárgyspecifikus problémák megoldásában minél sikeresebbé váljanak. Ehhez szükséges a problémamegoldás makro- és mikrostruktúrájának, folyamatának, jellemzőinek, illetve az azokat befolyásoló tényezők ismerete.

A 2003-as PISA felmérés eredményei alapján a magyar 15 éves tanulók komplex problémamegoldásban nyújtott teljesítménye a nemzetközi átlagnak megfelelő (*Molnár, 2006b; Csapó, 2005*). Ez az eredmény nem ad okot elégedettségre és elgondolkodtató a természettudományos oktatás jelenlegi helyzetét illetően. A természettudományos problémamegoldás nem megfelelő színvonala mellett aggasztó tény a tanulók természettudományos tantárgyaktól történő fokozatos elfordulása. A tantárgyiattitűd-vizsgálatok arról számolnak be, hogy a kémia és a fizika kedveltsége évek óta az utolsó helyeken van a tantárgyak sorában és javulás továbbra sem tapasztalható (*Csapó, 2000*).

Az okok feltárása sokrétű feladat, melynek során figyelembe kell vennünk a társadalmi környezet összetevőinek hatását, a tanulók biológiai és pszichológiai jellemzőit, a tanár személyiségét, elhivatottságát (*Kulcsár, 1982*). A pedagógiai tényezők között meghatározó szerepe van az oktatási módszereknek és a követelményrendszernek, mely még mindig inkább elméleti jellegű, közömbössé téve ezzel a nem természettudományos érdeklődésű tanulókat (*B. Németh, 1998*).

Vizsgálatunk 9–10 éves tanulók természettudományos problémamegoldó stratégiájának jellemzőit kívánta feltárni, mely egy, a kisiskolások természettudományos gondolkodásának fejlesztését és a természettudományok iránti pozitív attitűd kialakítását célzó didaktikai program részeként valósult meg.

A természettudományos gondolkodás fejlesztése

Korunk neveléstudományának egyik sokat vitatott kérdése a természettudományos fogalomalkotás és gondolkodás fejlődése és fejlesztése. A legújabb didaktikai koncepciókat alkalmazó kutatások három fő területre terjednek ki: (1) kognitív képességek fejlesztése; (2) természettudományos gondolkodás fejlesztése; (3) természettudományos oktatás és nevelés tervezése, kivitelezése, a nevelés didaktikai megközelítése.

A tanulás folyamatát leíró elméletek széles körben elfogadott alaptézise *Piaget* (2003) kognitív fejlődési szakaszokról vallott nézete, melyben a biológia és az ismeretelmélet hatása tükröződik. *Piaget* (2003) úgy véli, hogy az intellektuális folyamatok az életműködésekhez hasonlóan egyensúlyteremtésre törekednek (*Tóth*, 2000). Az értelmi fejlődés folyamatában hangsúlyozza a megfelelő szintű kognitív konfliktusok szerepét. Feltételezése szerint a nehéz problémák segítségével történő megoldása visszafordíthatatlan kognitív fejlődést eredményez. *Adey* és *Shayer* (1994) szerint ebben a folyamatban fontos szerepe van a metakonstruktivizmusnak, ami azt jelenti, hogy a tanuló a megoldások során a kívánt érvelés saját konstrukciójához, saját gondolkodásmódjának megkonstruálásához jut el.

Vigotszkij (1987) más kutatókkal egyetértésben több ponton is vitatja *Piaget* állításait, miszerint az értelmi fejlődés egyes szakaszai nem választhatók el élesen, azok adott életkorban történő kialakulása, újabb fázisba történő átlépése jelentős mértékben függ a környezeti hatásoktól. *Vigotszkij* (1987) a tanulást olyan környezet által befolyásolt folyamatnak tekinti, melyben fontos szerepe van a tanár-tanuló és tanuló-tanuló közötti interakcióknak. Álláspontja szerint a tanulás folyamatában lényeges szerepet tölt be a reflexió mind a szociális kölcsönhatásokban, mind a gondolkodás és tudás fejlesztésében. A problémák megoldási módjának, nehézségeinek megbeszélése a diáktársakkal és a tanárral olyan tevékenységek, melyek hozzájárulnak a metakognitív képességek és ezen keresztül a kognitív és általános intellektuális képességek fejlődéséhez (*Adey*, 1999). *Vigotszkij* (1987) és követői elmélete értelmében tanulóink személyes pszichológiai sémainak és a környezet egymásra hatásának eredményeként akár már *hat-tíz éves korukban is eljuthatnak a formális gondolkodás szakaszába*. Kognitív fejlődésről alkotott elgondolásuk nem hagyható figyelmen kívül a természettudományos megismerés folyamatának tervezésében és kivitelezésében sem.

A természettudományos gondolkodás fejlődésére vonatkozó kutatások egyik jellemző iránya a gyermekek *természeti jelenségekről alkotott jóslatainak, magyarázatainak és fogalmainak* vizsgálata. A kutatások többsége azt vallja, hogy a gondolkodás fejlődését jelentősen befolyásolják azok a környezeti hatásra kialakult ismeretek és tapasztalatok, amelyekkel a gyerekek az adott jelenséggel kapcsolatban rendelkeznek. Mivel ezek meglehetősen környezetfüggő, következésképp lényegesek a különbségek az egyes tanulóknál az ebből adódó kognitív fejlettség terén is (*Stern*, 2003; *Strunk*, 1998). *Papageorgiou* és *Jonhson* (2005) szerint a gyermek konkrét fizikai *tapasztalatai és élményei* döntően meghatározzák, hogy mely kognitív fejlettségi szakaszban milyen hosszú ideig marad. Egy nyolcéves gyerek előző és újonnan szerzett ismeretei függvényében képes a formális gondolkodásra, még akkor is, ha azt szavakban a gyermeki nyelv sajátosságai miatt

nem tudja megfelelően kifejezésre juttatni. A gondolkodás fejlődésében a meglévő ismereteken és tapasztalatok túl lényeges a tanuló adott ismerethez történő motivációs és emocionális viszonyulása (Mahler, 1999).

A természettudományos gondolkodás fejlődésére irányuló kutatásokban meghatározó szerepet tölt be a *fogalmi váltás* (conceptual change) elmélete. A kifejezés értelmezésében jelentős különbségek figyelhetők meg, melyek azonban egységesek a tanulás konstruktivista szemléletének hangsúlyozásában. A kutatók abban is egyetértenek, hogy a tanuló az ismeretszerzés folyamatának aktív részese, aki a tanulás során szerzett tapasztalatait, élményeit és ismereteit saját meglévő tudása alapján értelmezi. Az oktatás során szükséges a tanulók előzetes tudásának figyelembevétele, annak a módnak az ismerete, hogyan kapcsolódik össze a régi, hétköznapi és az új, iskolában szerzett tudása (Korom, 2005).

A természettudományos gondolkodás és tanulás nem más, mint elmozdulás a mindennapitól a tudományos fogalmak irányába (Carey, 1985). A képességek fejlesztése speciális területekhez kötött ismeretek révén lehetséges, melyek más területekre is transzferálhatók (Molnár, 2002b). A *fogalmi váltás* elmélete szerint a formális gondolkodás kialakulása sokkal inkább a meglévő ismeretrendszer függvénye, mintsem egy meghatározott életkorhoz kötött determinizmus. Hodson (1998) úgy véli, hogy a természettudományos fogalmak és gondolkodás irányába történő elmozdulás meghatározott instrukciók és a tanulók aktív tevékenysége révén lehetséges. E tevékenységrendszer struktúrájának létrehozása speciálisan képzett pedagógusok feladata, melyben a szociális interakciók mint élő környezeti tényezők elsődleges szerepet játszanak.

A különböző korú gyerekek élő és élettelen természetről alkotott fogalmait vizsgáló nemzetközi felmérések azt mutatják, hogy célzott didaktikai eljárások alkalmazása révén jelentős elmozdulás figyelhető meg a tudományos fogalmak irányába. A kutatások nagy része a 9–10 éves korosztályra vonatkozik (Stern, 2003; Möller, 2001; Faust-Siehl, 1993; Kircher és Rohrer, 1993), melyek eredményei azt mutatják, hogy a tanulók a célzott tevékenységrendszer kezdetén is rendelkeznek már naiv fogalmakkal és jöslatokkal a jelenségek leírásában, ami később tudományossá válik. E folyamatban lényeges *összefüggést* mutattak ki a *nyelvi fejlődés* és a *gondolatok kifejezésének módja* között.

A kognitív képességek és természettudományos gondolkodás fejlesztésére irányuló kutatások azt igazolják, hogy a problémamegoldó gondolkodás fejlesztését célzó módszerek alkalmazása már kisiskolás korban is indokolt azzal a kitételrel, hogy a fejlesztés során figyelembe vesszük a gyermeki gondolkodás sajátosságait.

A természetmegismerési kompetencia összetevői

A természettudományos megismerés a tudomány experimentális jellegénél fogva nem nélkülözheti a *problémamegoldó és laboratóriumi készségeket, jártasságokat*, melyek kialakításának és fejlesztésének a kísérletezés fontos eszköze. A kísérletezés logikai struktúrája magában hordozza a kutatómódszer alapját jelentő problémamegoldás folyamatának stratégiai lépéseit. A központi tantervek (NAT, 1995, 2003, 2007) meghatározzák a természetmegismerés azon fejlesztési feladatait, melyekből Nagy Lászlóné (2008) kiemelte a környezetismeret, a természetismeret és a biológia tantárgyakra vonatkozó

legfontosabb feladatokat 1–12. évfolyamon. Ha a környezetismeret (1–4. évfolyam) fejlesztési feladatait a problémamegoldó gondolkodás szemszögéből elemezzük, kirajzolódik a problémamegoldás stratégiai folyamata (1. táblázat).

1. táblázat. A környezetismeret tantárgy fejlesztési feladatainak és a problémamegoldó gondolkodás stratégiai elemeinek összefüggése az általános iskola 1–4. évfolyamán

<i>Fejlesztési feladat</i>	<i>A problémamegoldás stratégiai folyamata</i>
Irányított észlelés, tapasztalás	Problémafelvetés
Kérdések önálló megfogalmazása	Hipotézisalkotás
Megfigyelés, kísérlet, vizsgálat végzése tanítói instrukciókkal, levegő, talaj, víz vizsgálata	Tervezés, végrehajtás
Eredmények rendezése, elemzése, értelmezése	Értékelés
Megfigyelés, kísérlet eredményeinek megfogalmazása saját szavakkal rajzban, írásban	Prezentáció

Az 1. táblázatban bemutatott összefüggés egyértelművé teszi, hogy melyek a problémamegoldás stratégiai folyamatának azon fázisai (problémafelvetés, hipotézisalkotás, tervezés, végrehajtás, értékelés, prezentáció), amelyek elemzésének létjogosultsága van az általános iskola alsó tagozatán. Vizsgálatunk során ezeket a stratégiai elemeket vettük nagyító alá.

A természettudományos problémamegoldás stratégiájának modellezése

A problémamegoldás kutatása terén nem találkozunk egységes, mindenki által elfogadott nézetekkel, meghatározásokkal (Molnár, 2006a, 2002a). A problémamegoldás folyamatának egyes szakaszait a XX. század elejétől több kutató próbálta leírni, melyet Lénárd (1984) és Rowe (1985) rendszerezett.

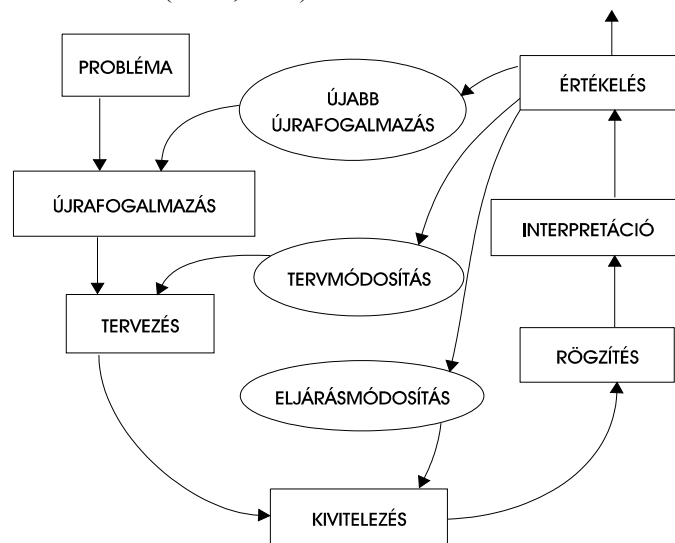
Valamennyi vélemény megegyezik abban, hogy a *megoldás stratégiája jól elkülöníthető lépések sorozata*. A folyamatok bizonyos csoportjaira jellemző a tervkészítés hangsúlyozása (Osborne, 1963; Pólya, 1957), mely elsősorban a gyakorlati problémamegoldás útját adja meg (pl. kísérletezés fázisai, kutatómódszer). Mások a fiktív úton igazolható problémák, illetve az elméletben megjelenő problémafeladatok megoldási sémáját mutatják be (Newell, Shaw és Simon, 1962).

Fisher (1999) elmélete szerint a sikeres problémamegoldás része az adott gondolat- és cselekvéssor szisztematikus alkalmazása, azaz a tervezés. A terv olyan lépés vagy folyamatsorozat, amely az adott feladat megoldásához vezet. Rugalmas olyan szempontból, hogy nem kötelező sorrendben tartalmazza a lépéseket. Csak így képes a cél elérése érdekében többféle stratégia felhasználását lehetővé tenni. A megoldás felé közeledve szükségünk lehet új ötletek bevezetésére, az új akadályok és a változó feltételek értelmezésére. A tervezés nem jelent mást, mint azt, hogy végiggondoljuk, mit fogunk tenni.

Oktatásunk felelőssége, hogy megtanítsuk gyerekeinknek, alaposan fontolják meg, mit tesznek a problémák sikeres megoldása érdekében.

Lénárd (1978) értelmezése szerint a problémamegoldás folyamatában két faktor játszik szerepet: (1) a feladat objektív adatai és (2) a gondolkodó ember szubjektív tényezői: korábbi tapasztalatok, motívumok és érzelmi mozzanatok (Balogh, 1998).

A legtöbb modell *lineáris*, mely egymást követő szakaszokból áll, figyelmen kívül hagyva a problémamegoldás folyamatának ciklikus jellegét. Az 1. ábrán az *Assessment of Performance Unit* (1984) által megalkotott *elágazó* modell látható. Azt szemlélteti, hogy az értékelés szakaszából visszatérhetünk a korábbi fázisokhoz mindaddig, amíg a megoldás nem lesz sikeres (Watts, 1991).



1. ábra

A problémamegoldás folyamatának elágazó modellje
(forrás: *Assessment of Performance Unit*, 1984)

A megoldások módosításának fontosságát hangsúlyozza Schoenfeld (1985), aki a szabályozó folyamatoknak kiemelt jelentőséget tulajdonít. A szabályozás révén kialakuló megoldási ciklusok fontos eleme a célok megválasztása, a tervek készítése, a megoldások értékelése és követése. Azonban az értékelés képessége magas szintű absztrakciót igényel, mely révén a problémamegoldás egyes fázisaihoz történő visszacsatolás képessége a formális gondolkodás későbbi szakaszában teljesedik ki. Így a tanulók megoldási útjait vizsgálva 11–12 éves korig inkább a lineáris megoldási utak egyes lépéseivel találkozhatunk.

A problémamegoldás folyamatának leírásában Nelson (1992) már a metakogníció terminust használja, míg Schoenfeld (1985) bemutat néhány olyan módszert is, melyek segítik a tanulók gondolkodási tevékenységének tudatos analizálását, hiszen az új gon-

dolgozómódok elsajátításához a tanulóknak tisztában kell lenniük azok mechanizmusával is (Leino, 1987).

Az eddigi kutatások tükrében azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a problémamegoldás folyamata egy jól elhatárolható szakaszokból álló, több lépcsős, lineáris kapcsolódásokat magában foglaló ciklikus műveletrendszer, melynek kimeneti fázisa minden esetben a cél elérése, a probléma megoldása. *A metakogníció elmélete alapján ezen fázisok tudatosíthatók, taníthatók*, mint a megoldáshoz vezető út „makrostruktúrája” (Lénárd, 1984), mely önmagában szükséges, de nem elégséges feltétele a sikeres problémamegoldásnak. Így kialakítása, fejlesztése a problémamegoldás többi eleméhez hasonlóan oktatásunk fontos feladata.

A metakogníció és természettudományos problémamegoldás

A metakogníció kutatása számos területen kapcsolódik a tanulás, memória, gondolkodás és problémamegoldás kérdésköréhez. A problémamegoldás stratégiájának fejlesztése során tanulóinkat meg kell ismertetni: (1) az egyes stratégiai lépésekkel, (2) a stratégiai lépések összefüggéseivel, folyamatba történő rendezésével, (3) a megoldási folyamat szabályozhatóságával, tervezésével, monitorozásával és értékelésével.

A metakogníció rendszerében az egyes stratégiai lépések ismerete deklaratív metatudásként, míg azok működése, a gondolkodás kontrollját és szabályozását megvalósító folyamat procedurális metatudásként értelmezhető (Csikos, 2007). *A metakogníció és problémamegoldás között erős korrelációt* mutatott ki Veenman (2005), amikor a tanulási stratégiák, a metakognitív tudás és problémamegoldás közötti összefüggéseket vizsgálta. Hasonló eredményre jutott Cooper és Urena (2009) a kémiai problémafeladatok megoldásának tanulmányozásakor. Ezért kidolgoztak egy, a problémamegoldás szempontjából releváns metakognitív tevékenység alkalmazását mérő tesztet (MCAI: Metacognitive Activities Inventory). A teszt olyan pozitív és negatív állításokat tartalmaz, amely végigköveti egy lehetséges természettudományos probléma megoldásának folyamatát, vizsgálja a megoldáshoz vezető út stratégiai lépéseinek tudatosságát. Egyben segítséget nyújt a sikertelen megoldások újragondolásához, a későbbi sikeres problémamegoldáshoz. A teszt egyetemisták számára készült, mégis több eleme, mely *a probléma megfogalmazására, a megoldás céljaira, a tervezésre és ellenőrzésre* vonatkozik, bármely életkorban alkalmazható. Ez ismételten megerősíti azon elképzelésünket, melyet a fentiekben a problémamegoldás stratégiájának *9–10 éves gyerekekre vonatkozó vizsgálatra érdemes elemeivel* kapcsolatban említettünk.

A fejlesztő program

A „Rostock Modell” elnevezésű fejlesztő program egy nemzetközi együttműködés eredménye, mely Litvánia, Magyarország és Németország részvételével 2004 és 2008 között vizsgálta a *kisiskolások természettudományos fogalomrendszerének és gondolko-*

dásának fejlődését egy szervezett oktatási projekt keretében. A követéses vizsgálatban a három ország 94 ugyanazon tanulója vett részt elsőtől negyedik osztályig.

A program központi feladatát jelentő tanulási folyamat strukturálása, annak tervezése, kivitelezése és analízise a természettudományos megismerés sajátosságainak figyelembe vételével kognitív és konstruktív pedagógiai-pszichológiai, valamint neurobiológiai alapelveken nyugszik.

A program alapvető célja olyan iskolai környezet megteremtése, mely nem kell: (1) Figyelembe veszi a tanulók előzetes tudását és képességeit; (2) épít a tanulás folyamatában a motivációs és emocionális tényezőkre; (3) az értő tanulásra törekszik; (4) a tanulást szociális és kooperatív folyamatnak tekinti; (5) a természettudományos megismerés módszereinek alkalmazása révén fejleszti a természettudományos fogalmi gondolkodást; (6) Az alkalmazott didaktikai eljárások eredményeként teljesítményképes tudáshoz vezet; (7) a természettudományos ismeretszerzés során olyan képességek kialakítására és fejlesztésére törekszik, mely más területre is transzferálható; (8) előzetes didaktikai koncepciókra építve új, az eddigénél nagyobb önálló tanulói aktivitást biztosító természettudományos tanítási program kifejlesztését, végrehajtását célozza meg.

A program: (1) a kísérleti tanítások nemzetektől független egységes ismeretrendszert (a „víz” témakör) feldolgozó részletes óraterveinek elkészítéséből; (2) a kísérleti órák (8-10 óra/év) lebonyolításából; (3) a hatékonyságot mérő, a kísérleti tanítást megelőző pre- és a tanítást követő posztteszt megíratásából (az első posztteszt közvetlen a tanítások után, a második négy hónappal a tanítást követően az állandósult tudás mérésére); (4) a tanulók válaszainak értékeléséből; (5) a program elméleti, gyakorlati vonatkozásait, tanulságait összefoglaló segédanyagok elkészítéséből állt.

A problémamegoldás folyamatának, az egyes stratégiai lépések alkalmazásának tudatosítása a fejlesztő programban direkt módon történt. Az adott tanítási egységhez tartozó tanítási órákon a tanulók megbeszéltek az ismeretek elsajátításának célját, a leckék fő mondanivalóját. Ezek a célok, feladatok írott és rajzos formában a tanítási egységek időtartama alatt, mint applikációk voltak jelen az osztályteremben, így azt a tanulók bármikor tanulmányozhatták. Ezáltal a célmeghatározás képességét tudatosan formáltuk. A tanulás folyamatát tanári demonstrációs, tanári instrukciók által vezetett és önálló tanulói kísérlet segítette, melyek alapján a gyerekek jegyzőkönyvet is készítettek. A jegyzőkönyvek felépítése azonos és következetes volt. A következő kérdésekre válaszoltak: „Mi fog történni? Gyanítjuk, hogy...” hipotézisalkotásra ösztönző; „Mit figyeltünk meg? Látjuk, hogy...” a megfigyelést, tapasztalatok rögzítését segítő és a „Miért történt ez? Tudjuk azt, hogy...” értékelésre vonatkozó kérdések. A jegyzőkönyv minden esetben egy előre elkészített munkalap volt, mely tartalmazott kísérlet tervezésére és kivitelezésére vonatkozó leírásokat is.

Az értékelés négy fő területre terjedt ki: (1) a természettudományos fogalomrendszer ismeretek szintjén történő fejlődése; (2) a tudományos fogalomrendszer használata, alkalmazása a jelenségek magyarázatában; (3) a természettudományos fogalmak belső szerkezetének jellemzői, fejlődése; (4) a problémamegoldó stratégiák megjelenése, jellemzői és változásai a természettudományos problémák megoldásában.

A kutatás módszerei

A kutatás célja

A fejlesztő program keretében végzett természettudományos problémamegoldó stratégiákra vonatkozó vizsgálat négy célt tűzött ki. (1) Feltárni a kisiskolások természettudományos problémamegoldásában megjelenő stratégiai utakat, elemeket és azok jellemzőit. (2) Levonni a következtetéseket az alkalmazott didaktikai eljárás hatékonyságára és annak továbbfejlesztésére vonatkozóan. (3) Rávilágítani arra, hogy a problémamegoldásnak melyek azok a stratégiai elemei, melyek a vizsgált életkorban ténylegesen realizálódnak, és amelyre a tanulás és tanítás folyamatának tervezése építhető. (4) A stratégiai lépések jellemzőinek ismeretében azok továbbfejlesztése a sikeres problémamegoldás érdekében.

A vizsgálat során a következő kérdésekre kerestük a választ: (1) Milyen stratégiát alkalmaznak a tanulók a természettudományos problémafeladatok megoldásában? (2) Milyen stratégiai elemek és milyen arányban jelennek meg a megoldás során? (3) Hogyan befolyásolják a stratégiai elemek megjelenését és azok arányát a probléma megoldásához szükséges előzetes ismeretek? (4) Milyen arányban alkalmazzák a tudományos nyelvet a tanulók a megoldás folyamatában? (5) Mennyire tudatos a célok és problémák megfogalmazása a vizsgált feladatokban? (6) Mennyire képesek a tanulók értelmezni, magyarázni a probléma megoldását?

A minta

A vizsgálatot a fejlesztő program végén, 2008-ban végeztük olyan megfontolásból, hogy a kísérleti program négy év eredményeként ekkorra fejti ki tényleges hatását a vizsgált képességre vonatkozóan. Másrészt a negyedik évfolyamon a tanulók már több olyan természettudományos ismerettel rendelkeznek, melyek birtokában összetettebb problémafeladatot adhattunk a megoldási stratégiák árnyaltabb vizsgálata érdekében. A vizsgálatban csak a magyar és a német tanulók válaszait tudtuk értékelni, mivel a litvánok felmérése félbeszakadt. Így mintánkban a kísérleti csoportot 60 magyar (39) és német (21) negyedik osztályos kisiskolás alkotta, míg a kontrollcsoport tagjai ugyancsak a két ország 52 negyedikes (26 magyar és 26 német) tanulói voltak (2. táblázat).

2. táblázat. A vizsgálat mintájának megoszlása (fő)

	Magyar tanulók		Német tanulók
	Budapest	Debrecen	Rostock
Kísérleti csoport N = 60	13	26	21
Kontrollcsoport N = 52	11	15	26

Eszközök és eljárások

A stratégiai elemek vizsgálata céljából két problémafeladatot szerkesztettünk. A két feladat lehetséges megoldási útjait a negyedik osztályban történő kísérleti tanítás előtt 2008 áprilisában, közvetlenül a kísérleti tanítás után, június közepén és négy hónappal később, október végén vizsgáltuk. A vizsgálat eszközeül az *egyéni interjú* választottuk, melynek során a tanulók gondolatait auditíve rögzítettük, majd kódoltuk és értékeltük. Az egyéni interjú módszerét az indokolta, hogy a tanulók írásban kevesebb instrukció mellett kisebb valószínűséggel tárták volna fel az általuk elképzelt lehetséges megoldásmódokat. Az interjú mellett szólt továbbá az a tény, hogy annak során a tanulók a gondolkodást kísérő informatív értékkel bíró kifejezéseket, terminusokat, gesztusokat és metakommunikatív elemeket is alkalmaznak.

Az *első problémafeladat* a következő volt: „Rexi kutya a kertben egy kennelben él. Egy hideg téli napon az ivóvíze befagyott. Hogyan segítettél volna neki?” A probléma megoldásának *célja*, hogy a kutya ivóvízhez jusson. A *probléma megfogalmazása* során arra kell kitérni, hogy a víz befagyott, szilárd halmazállapotúvá, jéggé változott át, így az állat nem tudja meginni, nem jut az élet szempontjából nélkülözhetetlen vízhez. Kérdés, hogyan jutunk el a megoldáshoz, melynek során a tanulók számtalan *jóslattal*, javaslattal élnek. A megoldásnak ez a fázisa felel meg a *hipotézisalkotás* szakaszának, melyben a megoldásra vonatkozó feltételezések a jég olvadását eredményező módszerekről és eljárásokról szólnak. Ez egyben lefedi a *tervezés* fázisát is, melyet így a gyerekek nem kell újból megfogalmaznia. A stratégiai folyamatnak ez a szakasza az, mely leginkább igényli a tanulók flexibilis gondolkodását, a kísérleti programban tanult fogalmak alkalmazását, az elvégzett kísérletek tapasztalatainak transzferjét. Az értékelés fázisát ebben a feladatban az a lépés jelenti, melynek során a tanuló meglévő ismeretei alapján meg tudja indokolni az általa felvetett eljárás eredményét. A feladat megoldását elméletben kell végigvezetni.

A feladat viszonylag kevés előzetes ismeretet igényel, mint: a szilárd, folyékony, jég, víz, olvadás és fagyás fogalmakat, valamint a „víz nélkül nincs élet” összefüggést. Így jellegét tekintve szemantikusan szegény, ugyanakkor rosszul definiált, mert bár a kiindulási állapot adott, a megoldáshoz vezető út ismeretlen és a célállapot sincs egyértelműen megfogalmazva. A feladatban a megoldás szempontjából lényeges ismeretek és információk csak részben jelennek meg, az rosszul strukturált, hiányos feladat. A probléma megoldásához műveletek sokasága vezet, ami azt jelenti, hogy egy transzformációs problémával állunk szemben.

A *második problémafeladat*: „Tél van, nagyon hideg. A tó vize befagyott. A jég felszínén a gondatlan emberek egyre több szemetet, közöttük olajos és festékes papírokat, flakonokat, üvegeket dobálnak el. A fagyos időket azután hosszabb napsütéses, melegebb időjárás követi. Mi a probléma? Hogyan oldanád meg?” Ez a probléma az elsőzőhöz képest összetettebb megoldást kíván a tanulóktól. A szöveg megértését nehezíti a közölt információ nagyobb mennyisége, a bonyolultabb mondatszerkezet. A feladat megoldása egyrészt annak felismerése, hogy a Nap melegének hatására a jég megolvad, így a szennyeződések a vízbe kerülnek és károsítják annak élővilágát. A megoldás második része a víz szennyeződésektől történő megtisztítására vonatkozik. A megoldáshoz

szükséges előzetes ismeretek köre is szükségszerűen bővebb az első feladathoz képest. Így a tanulóknak ismerniük kell a szilárd, folyékony, jég, víz, olvadás, fagyás fogalmakat, továbbá azt a törvényszerűséget, illetve összefüggést, miszerint az olaj a víz felszínén úszva megakadályozza a levegőben lévő oxigén vízbe jutását, ami a vízi élőlények oxigénhiányához, pusztulásához vezethet. Ebben az életkorban a fajsúly pontos fogalmát még nem ismerik. Azzal kell tisztában lenniük, hogy a szilárd halmazállapotú szennyeződések anyagai könnyebbek, vagy nehezebbek a víznél, következésképp elsüllyednek, vagy úsznak a víz felszínén, okoznak-e kárt a tó élővilágában. A víztisztításra vonatkozó ötletek feltárása, mely a megoldáshoz vezető út legflexibilisebb fázisa, a feladatnak az a része, melynek során a tanulóknak lehetőségük nyílik a kísérleti programban elvégzett, víztisztítási eljárásokra vonatkozó tudásuk transzferálására.

A feladat legtöbb absztrakciót igénylő része a szennyeződések típusának, jellemzőinek felismerése és annak összekapcsolása az adott szennyeződés eltávolítási módjával. A víztisztítási eljárások feltárása ebben a feladatban is a *hipotézisalkotás és tervezés fázisának egybeesését* jelenti. Bár a feladat az első feladathoz képest több információt tartalmaz a megoldásra vonatkozóan, mégis szemantikailag szegény, rosszul definiált és strukturált, transzformációs problémával bír. A másik feladathoz képest összetettebb, több próbálkozást igényel, melynek során lehetőség nyílik a megoldási stratégiák mélyrehatóbb tanulmányozására.

A vizsgált stratégiai elemek kiválasztásakor a korábban már említett megfontolásból a Pólya (1957) által alkotott modellt alapoztunk, bár feltételeztük, hogy annak nem minden lépése lesz még jól megfigyelhető a vizsgált korosztály gondolkodásában. A modellt kiegészítettük a *célmegfogalmazás* fázisával, révén, hogy erre az elemre a kísérleti program nagy hangsúlyt fektetett. A tanulók *hipotézisalkotásának* vizsgálatakor egyrészt azt elemeztük, hogy *képesek-e* erre a műveletre, másrészt, ha igen, *milyen hipotéziseket tudnak alkotni* a megoldásra vonatkozóan. Ugyanígy jártunk el a *tervezés* fázisának vizsgálatakor is, kiegészítve ezt azzal, hogy elgondolásaikat teljes egészében vagy csak részleteiben tudják kifejezni.

Arra vonatkozóan, hogy a tanuló *mennyire tudatosan fogalmazza meg a problémát, a megoldás célját*, létrehoztuk a *direkt és az indirekt kategóriákat*. Direktnek tekintettük a célmeghatározást, ha a gyerek gondolatai a következő tagmondatokat tartalmazták: „Az a célom...; Ezzel azt szeretném elérni, hogy...; Azt akarom, hogy...” stb. A tudatos jelző elsősorban a megfogalmazásra, a nyelvi kifejezőmódra vonatkozik. Hasonlóképpen gondolkodtunk a problémamegfogalmazás direkt és indirekt kategóriáinak létrehozásakor is.

Annak értékelésére, hogy a tanulók milyen mértékben használják a már megtanult természettudományos fogalmakat, gondolataikat tudományos vagy hétköznapi nyelven fogalmazzák meg, további kategóriákat hoztunk létre (3. táblázat).

A 3. táblázatban szereplő fázisokat jellemzőik alapján háromszor mértük a kísérleti csoportban: (a) a kísérleti tanítás előtt, (b) közvetlenül utána (a tanítás előtti mérés után két hónappal), (c) a kísérleti tanítás befejezése után négy hónappal. A kontroll csoportban is hasonlóan jártunk el, természetesen a fejlesztő kísérlet kihagyásával. Az itt közölt eredmények a harmadik mérésre vonatkoznak, melyek a fejlesztő program eredményeként létrejött állandósult tudást tükrözik. A pontozás során egy pontot adtunk akkor, ha

az adott kategória jelen volt a tanuló gondolkodásában, míg ellenkező esetben nullát. A hipotézisalkotás és tervezés, végrehajtás mennyiségi vizsgálatokor annyi pontot kapott a gyerekek, ahány feltevással, tervjavaslattal élt az adott alkategóriában.

3. táblázat. A természettudományos problémamegoldás vizsgált stratégiai fázisai és jellemzői

<i>A megoldási stratégia fázisai</i>	<i>A stratégiai fázisok jellemzői</i>		
Célmeghatározás	direkt	tudományos nyelv	
		hétköznapi nyelv	
	indirekt	tudományos nyelv	
		hétköznapi nyelv	
Problémamegfogalmazás	direkt	tudományos nyelv	
		hétköznapi nyelv	
	indirekt	tudományos nyelv	
		hétköznapi nyelv	
Hipotézisalkotás	kéessége	tudományos nyelv	
		hétköznapi nyelv	
	mennyiségi mutatói	tudományos nyelv	
		hétköznapi nyelv	
Tervezés, végrehajtás	részleges	kéessége	
		hétköznapi nyelv	
		mennyiségi mutatói	tudományos nyelv
			hétköznapi nyelv
teljes	kéessége	tudományos nyelv	
	hétköznapi nyelv		
	mennyiségi mutatói	tudományos nyelv	
		hétköznapi nyelv	
Értékelés	–	tudományos nyelv	
		hétköznapi nyelv	

A megoldási stratégia lépéseinek meglétére és arányára vonatkozóan az SPSS egyszempontos varianciaanalízis ismételt mérés módszerét alkalmaztuk. Az értékelés során a feladat (első és második feladat) és csoport (kísérleti és kontroll-) változókat vettük figyelembe (4. táblázat)

Eredmények

A vizsgálat longitudinális volt abból a szempontból, hogy a tanulók problémamegoldó stratégiáinak változását követte nyomon a kísérleti tanítás előtt, közvetlenül utána, majd

négy hónap múlva. Jelen tanulmány keretein belül a fejlődésre vonatkozó vizsgálat eredményétől eltekintve egy olyan *összegző képet adunk* a negyedik osztályos gyerekek problémamegoldó stratégiájának jellemzőiről, amit a fejlesztő program eredményeként értek el.

4. táblázat. A vizsgált stratégiai fázisok átlagai

Vizsgált stratégiai fázisok	Kísérleti csoport	Kontroll-csoport	<i>p</i>	Kísérleti csoport	Kontroll-csoport	<i>p</i>
	1. feladat			2. feladat		
Célmeghatározás	0,24	0,24	n. s.	0,24	0,17	$p < 0,05$
Problémameg-fogalmazás	0,25	0,19	n. s.	0,25	0,20	n. s.
Hipotézisalkotás: képesség	0,51	0,49	n. s.	0,51	0,48	n. s.
Hipotézisalkotás: mennyiség	0,70	0,63	$p < 0,05$	0,66	0,56	$p < 0,05$
Tervezés, végrehaj-tás: képesség	0,28	0,34	n. s.	0,26	0,19	$p < 0,05$
Tervezés, végrehaj-tás: mennyiség	0,36	0,28	$p < 0,05$	0,31	0,31	n. s.
Értékelés	0,07	0,00	$p < 0,05$	0,08	0,00	$p < 0,05$

A megoldás fázisainak elkülönülésére vonatkozó szignifikancia és eta-koeficiens értékei alapján ($p < 0,005$; $\eta^2_p = 0,969$) a vizsgált lineáris stratégia valamennyi eleme megjelenik a tanulók megoldási folyamatában.

A 4. táblázatban szereplő felosztás értelmében a célmeghatározás, problémamegfogalmazás, valamint a tervezés és végrehajtás képessége és mennyisége esetében lépésenként négy itemre, a hipotézisalkotás képessége és mennyisége, illetve az értékelés fázisában egyenként két itemre vonatkozó átlagokat határoztunk meg. A hipotézisalkotás és tervezés, kivitelezés mennyiségre vonatkozó átlagai értelemszerűen nagyobbak, hiszen ott egynél több pontot kapott a tanuló, ha több ötlettel élt.

A stratégiai elemek között a hipotézisalkotásnak és tervezés, végrehajtás fázisának a tanulók megoldási folyamatában kiemelkedő szerepe van. Ebben az életkorban bár még nem feltétlenül formális gondolkodók, de kreatívak, számtalan ötletük van, amit a tanítási-tanulási módszerek tervezésekor figyelembe kell venni, tovább kell erősíteni.

A 4. táblázatban közölt átlagok értelmében a *célmeghatározás és problémamegfogalmazás képessége* alul marad a hipotézisalkotás és tervezés, végrehajtás képességéhez és mennyiségi mutatóihoz képest, arra még a *fejlesztő program sem gyakorolt kellő hatást*. A célmeghatározás második feladatban mutatott átlagának különbsége ugyan szignifikáns a két csoport között, de sem a kísérleti, sem a kontrollcsoportban nincs további je-

lents eltérés e kategóriában csakúgy, mint a problémamegfogalmazás esetében sem (a kísérleti program a célmeghatározás fejlesztésére igen, míg a probléma megfogalmazásának képességfejlesztésére nem helyezett kellő hangsúlyt). *Az e kategóriákban mutatkozó értékek az életkor hatásának tudhatók be* és ez erősebb a kísérleti program hatásánál. Az értékelés átlagai a kísérleti csoportban mindkét feladatban szignifikánsan magasabb ($p < 0,05$) értéket mutatnak, ami annak köszönhető, hogy ezeknél a tanulóknál a természettudományos fogalmak megértésére és alkalmazására kellő hangsúlyt fektettünk. A kísérleti és kontroll csoport stratégiai fázisokra *vonatkozó mintázata nagy hasonlatosságot mutat*, ami ismét alátámasztja, azt hogy ebben az életkorban melyek a tanulók erősebb és gyengébb pontjai a természettudományos problémák megoldási stratégiájának folyamatában.

A két csoport első feladatra vonatkozó átlagait összehasonlítva megállapítható, hogy a kísérleti csoport szignifikánsan több ötlettel él a hipotézisek, a tervezés és végrehajtás tekintetében, továbbá a megoldás értékelésében is jobban teljesít (4. táblázat). A második feladatban a célmeghatározás, a hipotézisalkotás mennyiségi jellemzőjének átlaga, a tervezés, végrehajtás minőségi mutatója és az értékelés átlagai értékelhetők szignifikánsan magasabb szintűnek a kísérleti csoportban. A célmeghatározás kivételével így a tanulók *mindkét feladatban ugyanazon fázisok esetében érnek el* magasabb átlagot, ami a fejlesztő kísérlet hatásának tudható be.

A 4. táblázat értelmében a kísérleti csoport az egyes kategóriák tekintetében egyenletesebben teljesít az első és második feladatban, szignifikáns eltérés a két feladat azonos stratégiai fázisai között nem mutatható ki. Ugyanakkor a kontrollcsoport a második feladat célmeghatározás, hipotézisalkotás mennyiségi és a tervezés, végrehajtás terén gyengébben teljesít ($p < 0,05$). Nem mindegy milyen előzetes ismeretek alapján történik egy adott probléma megoldása. Az alkalmazandó ismeretek absztrakt jellegének, szerkezetének és mennyiségének ebben az életkorban tehát nem elsősorban a problémamegoldás stratégiai mintázatára, sokkal inkább az egyes fázisok szintjére van hatása. A megoldási stratégiák tudatos és következetes alkalmazását célzó tanítási-tanulási módszerek segítségével azonban elérhető egy olyan állapot, amikor azok a különbségek, amelyek a megoldás stratégiai fázisainak megjelenésében és szintjében (az egyes problémák eltérő ismeretanyagából adódóan) jelentkeznek, egyre inkább eltűnnek.

A vizsgálat célja volt annak megválaszolása, hogy akkor, amikor a fejlesztő program az ismeretszerzés céljainak meghatározását következetesen kéri a gyerekektől, az mennyire válik tudatossá, a problémamegfogalmazással együtt. Ennek analizálására alkottuk meg a két fázis direkt és indirekt alkategóriáit.

Mind a kísérleti, mind a kontrollcsoport szignifikánsan ($p < 0,05$) többször fogalmazza meg céljait indirekt módon, azaz nem tudatosan (5. táblázat).

Az első feladat megoldására vonatkozó célok megfogalmazása során a kísérleti csoport direkt, tudatos, míg a kontrollcsoport indirekt megfogalmazása mutat szignifikánsan jobb átlagot. A második feladatban is a kísérleti csoport teljesítménye jobb ($p < 0,05$) a direkt megfogalmazások terén, ugyanakkor a célok indirekt megfogalmazási módja között nincs szignifikáns eltérés a két csoport között. A két feladat ugyanazon kategóriáit értékelve a kontrollcsoport tagjai jobbak az első feladat direkt kategóriájában, míg máshol nincs szignifikáns különbség (5. táblázat).

5. táblázat. A célmeghatározás és problémamegfogalmazás direkt és indirekt alkategóriáinak átlagai

Vizsgált stratégiai fázisok		Kísérleti csoport	Kontroll-csoport	Szignifikancia	Kísérleti csoport	Kontroll-csoport	Szignifikancia
		1. feladat			2. feladat		
Célmeghatározás	direkt	0,15	0,08	p < 0,05	0,15	0,00	p < 0,05
	indirekt	0,33	0,40	p < 0,05	0,34	0,35	n. s.
Problémamegfogalmazás	direkt	0,29	0,26	n. s.	0,38	0,31	p < 0,05
	indirekt	0,20	0,11	p < 0,05	0,12	0,09	n. s.

A két csoport teljesítményét összehasonlítva a kísérleti csoport mindkét feladatban jobban teljesít a tudatos, direkt célmeghatározásban a kontrollcsoportéhoz képest és nincs szignifikáns eltérés a két feladat ugyanazon kategóriái között sem. A kontrollcsoport az első feladat céljait fogalmazza meg világosabban, melynek direkt, tudatos kifejezése szignifikánsan jobb a második feladat ugyanezen alkategóriájához képest (5. táblázat). A kísérleti csoport kiegyenlítettebb teljesítménye feltételezhetően a fejlesztő kísérlet hatása. Mint ahogy fenti értékelésünk során már említettük, a célmeghatározás képességének szintjére ebben a korosztályban az életkor hatása erősebb. A fejlesztés hatása mindenképpen megmutatkozik a kísérleti csoport által, a célok direkt, tudatos megfogalmazásában elért jobb teljesítményben. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy a természettudományos gondolkodás fejlődését célzó tanítási-tanulási módszereknek lényeges eleme az ismeretszerzés és alkalmazás, valamint a problémamegoldás céljának tudatosítása a tanulók gondolkodásában, melynek fejlesztésére érdemes az eddiginél nagyobb figyelmet fordítani.

A problémák megfogalmazásakor ellentétes tendenciát tapasztaltunk (5. táblázat). Mindkét csoport a direkt kategóriában ért el magasabb átlagot. A feladatok közül a második feladatban több a tudatos problémamegfogalmazás. A kísérlet fejlesztő hatása a problémák megfogalmazása terén nem igazolódott, amit a direkt kategóriák közel azonos átlagai is mutatnak a kísérleti és kontrollcsoportban.

További kérdésünk volt a vizsgálat során, hogy a tanulók milyen arányban alkalmazzák a tudományos és hétköznapi nyelvet a problémamegoldás folyamatában. A hipotézisalkotás és tervezés, végrehajtás fázisában csak azok képességre vonatkozó átlagait értékeltük, mivel a tudományos és hétköznapi nyelv használata a többi fázis esetében is képesség szintjén jelentkezik vizsgálatunkban.

A kísérleti csoport tagjai megoldásaikat gyakrabban fogalmazzák meg a tudományos nyelv segítségével a kontroll csoportéhoz képest (6. táblázat). Ez nem véletlen, hiszen a fejlesztő programban több ismeretre tettek szert, amit gyakrabban is alkalmaztak. A kontrollcsoport mindkét feladatban inkább hétköznapi nyelven fogalmaz. Az első feladatban a tanulók a hétköznapi megfogalmazás során az értékelés kivételével minden kategóriában (különösen a hipotézisalkotás és tervezés, végrehajtás terén) szignifikánsan ($p < 0,05$) magasabb átlagokat értek el, mint a második feladat ugyanezen kategóriáiban.

A feladatokat külön vizsgálva megállapítható, hogy az első feladatban mindkét csoport elsősorban hétköznapi nyelven fogalmaz (kivéve a kísérleti csoport értékelés fázisát), ami a kontrollcsoportban szignifikáns eltérést ($p < 0,05$) mutat a tudományos nyelvhez képest minden kategóriában. A második feladatban a kísérleti csoport az első feladatban nyújtott teljesítményéhez hasonló képet mutat (nincs szignifikáns eltérés a két feladat azonos kategóriáinak átlagai között), míg a kontrollcsoportban csupán a tervezés fázisában jelentősebb a hétköznapi nyelv használata. A többi stratégiai elem megjelenésekor vagy tudományos nyelven fejezik ki gondolataikat, vagy a két nyelv használata kiegyenlítődik. Ez utóbbi eredmény azt bizonyítja, hogy *a problémák megoldásában az előzetes ismereteknek fontos szerepe van*, továbbá hogy a tudományos fogalmak rendszeres, gyakoribb alkalmazása révén a tanulók gondolkodásának és a gondolatok kifejezésére szolgáló nyelvi képességének fejlődése egyre nagyobb összhangot mutat, gondolataikat nagyobb valószínűséggel fejezik ki tudományos nyelven is.

6. táblázat. A vizsgált stratégiai fázisok átlagai a tudományos és hétköznapi nyelv alkategóriákban.

Vizsgált stratégiai fázisok		Kísérleti csoport	Kontrollcsoport	Különb-ség szig-nifikan-ciója	Kísérleti csoport	Kontrollcsoport	Különb-ség szig-nifikan-ciója
		1. feladat			2. feladat		
Célmeghatározás	tudományos	0,18	0,13	n. s.	0,20	0,18	n. s.
	hétköznapi	0,29	0,35	n. s.	0,02	0,17	$p < 0,05$
Probléma-megfogalmazás	tudományos	0,20	0,12	$p < 0,05$	0,23	0,22	n. s.
	hétköznapi	0,29	0,26	n. s.	0,27	0,17	$p < 0,05$
Hipotézis-alkotás	tudományos	0,53	0,16	$p < 0,05$	0,48	0,26	$p < 0,05$
	hétköznapi	0,49	0,82	$p < 0,05$	0,48	0,26	$p < 0,05$
Tervezés, végrehajtás	tudományos	0,31	0,09	$p < 0,05$	0,22	0,11	$p < 0,05$
	hétköznapi	0,29	0,58	$p < 0,05$	0,29	0,26	n. s.
Értékelés	tudományos	0,11	0,00	$p < 0,05$	0,00	0,00	n. s.
	hétköznapi	0,02	0,00	n. s.	0,00	0,00	n. s.

A vizsgálat céljaira vonatkozó kérdések sorában a tudatos értékelésre vonatkozó elemzésünk a közölt táblázatok (4., 5. és 6. táblázat) alapján azt mutatja, hogy az értékelés fázisa mindkét feladatban szignifikánsan magasabb átlagokkal szerepel a kísérleti csoportban a kontrollcsoportéhoz képest. Mivel az értékelés több gondolkodási művelet

együtttest igénylő magas kognitív szintet képvisel, annak végrehajtása nehéz a tanulók számára. Ez még nagyobb probléma akkor, ha azt egy összetettebb, absztraktabb fogalmi rendszert igénylő probléma megoldása során kell elvégezni. A fejlesztő kísérlet hatása az ismeretsajátítást segítő tanári és tanulói kísérletek következetes elemzés által az értékelés képességét is erősítette.

Összegzés, következtetés

A természettudományos megismerés egyik lényeges összetevője a problémamegoldó gondolkodás, melynek fejlesztésével kisiskolás kortól kezdődően foglalkozni kell. Vizsgálatunk egy olyan fejlesztő program egyik eredményét mutatja be, mely célzott kísérletet tett a természettudományos problémamegoldás stratégiai elemeinek tudatos alkalmazására az általános iskola alsó tagozatában. A vizsgálat céljainak megvalósítása során beigazolódott, hogy a problémamegoldás folyamatát leíró legegyszerűbb lineáris modellek elemei jól elkülönülnek a tanulók megoldásaiban.

Az egyes stratégiai fázisok sorában kiemelkedő a hipotézisalkotás, a megoldásra vonatkozó jóslatok, feltevések, megoldási tervek aránya, ami összefügg a tanulók ebben az életkorban mutatott rendkívül flexibilis gondolkodásával. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy a hipotézisalkotás, tervezés képessége az általános iskola alsó tagozatában megfelelő módszerek segítségével már jól megalapozható.

Lényeges szempont a természettudományok tanulási folyamatában az ismeretszerzés céljának következetes tudatosítása, folyamatos szem előtt tartása, a problémák és az ismeretek gyakorlati jelentőségének tisztázása, mely jelentős fejlesztő hatást gyakorol a tanulók cél- és problémamegfogalmazásának képességére. Vizsgálatunkban a célmeghatározás tudatos megfogalmazásának képességszintje ugyan szignifikánsan magasabb volt a kísérleti csoportban, összességében mégsem hozta a várt eredményt, annak ellenére, hogy arra a fejlesztő kísérlet nagy hangsúlyt fektetett. Ugyanez állapítható meg a problémamegfogalmazásról is. E két fázis esetében az életkor hatása bizonyult erősebbnek.

A megoldások értékelésében és magyarázatában a kísérleti csoport szignifikánsan jobb teljesítményt ért el, ami a megértést és elemzést segítő módszerek következetes alkalmazásának köszönhető.

Az előzetes tudás megoldási stratégiára gyakorolt hatásának vizsgálatára két különböző ismeretrendszerrel bíró problémafeladatot oldattunk meg a tanulókkal. A kísérleti csoport mindkét feladatban szignifikánsan magasabb szintet ért el időegyeztetés, tervezés, kivitelezés és értékelés fázisában, a két feladat azonos fázisai között azonban nem volt szignifikáns eltérés. A kontrollcsoport teljesítménye nem ilyen kiegyenlített, jelentős különbségek vannak az első és a második feladat megoldásának ugyanazon fázisai között. Ez a kísérleti csoport esetében a fejlesztő kísérlet hatásának tudható be, melynek során a megoldási stratégiák tudatos és következetes alkalmazására és fejlesztésére került sor. A kontrollcsoport eredménye arra hívja fel a figyelmet, hogy a problémák megoldásában az előzetes tudás jelentős tényező. Ebből adódóan a természettudományos gondolkodás fejlesztése során tájékozottnak kell lennünk a tanulók előzetes ismereteit il-

letően, segítenünk kell őket azoknak az új ismeretekbe történő integrálásába, mert a sikeres problémamegoldás azon is múlik, hogy az ahhoz szükséges ismereteknek birtokában vannak-e, azt megértették-e.

A vizsgálat fontos tanulsága, hogy a kísérleti csoport tagjai a kontrollesoporthoz képest ugyan gyakrabban használják a tudományos nyelvet ugyanazon probléma megoldásakor, de az adott feladat azonos stratégiai fázisaiban a hétköznapi nyelv használatának átlagai jelentősen meghaladják a tudományos nyelven történő megfogalmazás értékeit mindkét csoportban. A gyermeki gondolkodás sajátosságainak figyelembevételével ez nyilvánvaló eredmény. Gondolataik kifejezésében még a hétköznapi nyelv az általánosabb, ami nem jelenti azt, hogy a megoldást és annak folyamatát nem tudják értelmezni, azt nem tudják érthető módon kifejezésre juttatni.

Az elemzés további célja a tanulók egyéni sajátosságainak feltárása a természettudományos problémák megoldásában egy olyan értékelési módszer kidolgozása által, amely folyamatos nyomon követést tesz lehetővé e vizsgált képesség fejlődése terén.

A tanulmányban bemutatott vizsgálat a MÖB-DAAD magyar-német kutatócsere-program keretében készült.

Irodalom

- Adey, P. S. és Shayer, M. (1994): *Really raising standards. Cognitive intervention and academic achievements*. Routledge, London.
- Adey, S. (1999): Gondolkodtató természettudomány. A természettudomány, az általános gondolkodási képesség kapuja. *Iskolakultúra*, 10. sz. 33–48.
- Assessment of Performance Unit (1984): *Science in schools: age 13. Report No. 2*. HMSO, London.
- Balogh László (1998): *Tanulási stratégiák és stílusok, a fejlesztés pszichológiai alapjai*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen.
- B. Németh Mária (1998): Iskolai és hasznosítható tudás: a természettudományos ismeretek alkalmazása. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 115–138.
- Carey, S. (1985): *Conceptual change in childhood*. The MIT Press, Cambridge.
- Cooper, M. és Urena, S. (2009): Design and Validaitaion of an Instrument to Assess Metacognitive Skillfullness in Chemistry Problem Solving. *Chemical Education Research*, 86. 2. sz. 240–245.
- Csapó Benő (2000): A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. *Magyar Pedagógia*, 3. sz. 343–366.
- Csapó Benő (2005): A komplex problémamegoldás a PISA 2003 vizsgálatban. *Új Pedagógiai Szemle*, 3. sz. 43–52.
- Csíkos Csaba (2007): *Metakogníció. A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Faust-Siehl, G. (1993): Mit Kindern Naturphänomene verstehen. Sachwissen, Kindervorstellungen und Unterrichtsbeobachtungen zum Thema „Schatten”. *Die Grundschulzeitschrift*, 7. 4. sz. 8–16.
- Fisher, R. (1999): *Hogyan tanítsuk gyermekeinket gondolkodni?* Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Hodson, D. (1998): *Teaching and Learning Science. Towards a personalized approach*. Buckingham, Open University Press, Philadelphia.

- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Kircher, E. és Rohrer, H. U. (1993): Schülervorstellungen zum Magnetismus in der Primarstufe. *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*, **21**. 4. sz. 336–342.
- Kulcsár Tibor (1982): *Az iskolai teljesítmény pszichológiai tényezői*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Leino, J. (1987): The importance of problem solving in mathematics teaching. In: Pehkonen, E. (szerk.): *Articles on mathematics education. Research Report 55. Development of teacher education*. University of Helsinki, Helsinki.
- Lénárd Ferenc (1978/1984): *A problémamegoldó gondolkodás*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Mahler, C. (1999): Naive Theorien im kindlichen Denken. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, **21**. 3. sz. 53–66.
- Molnár Gyöngyvér (2002a): Komplex problémamegoldás vizsgálata 9–17 évesek körében. *Magyar Pedagógia*, **102**. 2. sz. 231–264.
- Molnár Gyöngyvér (2002b): A tudástranszfer. *Iskolakultúra*, 2. sz. 65–75.
- Molnár Gyöngyvér (2006a): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2006b): A tudáskonceptió változása és annak megjelenése a PISA 2003 vizsgálat komplex problémamegoldás moduljában. *Új Pedagógiai Szemle*, 1. sz. 75–86.
- Möller, K. (2001): Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften – Zielsetzungen und Forschungsergebnisse. In: Köhnlein, W. és Schreier, H. (szerk.): *Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen*. Klinkhardt, Bad Heilbrunn. 175–298.
- Nagy Lászlóné (2008): A természet-megismerési kompetencia és fejlesztése a természettudományos tantárgyakban. *A biológia tanítása*, **16**. 4. sz. 3–7.
- NAT (1995): *Nemzeti AlapantERV*. Művelődési és Köznevelési Minisztérium, Budapest.
- NAT (2003): *Nemzeti AlapantERV*. Művelődési és Köznevelési Minisztérium, Budapest.
- NAT (2007): *Nemzeti AlapantERV*. Művelődési és Köznevelési Minisztérium, Budapest.
- Nelson, T. O. (1992): *Metacognition: core readings*. Allyn and Bacon, USA.
- Newell, A., Shaw, J. C. és Simon, H. A. (1962): The process of creative thinking. In: Gruber, H. E., Tessel, G. és Wertheimer, M. (szerk.): *Contemporary approaches to creative thinking*. Atherton Press, New York. 63–119.
- Osborne, A. (1963): *Applied imagination*. Scribner, New York.
- Papageorgiou, G. és Jonhson, P. (2005): Do Particle Ideas Help or Hinder Pupils Understanding of Phenomena. *International Journal of Science Education*, **11**. 27. sz. 1299–1317.
- Piaget, J. (2003): *Meine Theorien der geistigen Entwicklung*. Beltz Taschenbuch, Weinheim.
- Pólya György (1957): *A gondolkodás iskolája*. Bibliotheca, Budapest.
- Rowe, H. A. H. (1985): *Problem solving and intelligence*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- Schoenfeld, A. H. (1985): *Mathematical problem solving*. Academic Press, New York.
- Stern, E. (2003): Kompetenzerwerb in anspruchsvollen Inhaltsgebieten bei Grundschulkindern. In: Cech, D. és Schwier, H. J. (szerk.): *Lernwege und Aneignungsformen um Sachunterricht*. Klinkhardt, Bad Heilbrunn. 37–58.
- Strunk, U. (1998): *Die Behandlung von Phänomenen aus der unbelebten Natur im Sachunterricht: die Perspektive der Förderung des Erwerbs von kognitiven und konzeptionellen Fähigkeiten*. Der Andere Verlag, Bad Iburg.
- Tóth László (2000): *Pszichológia a tanításban*. Pedellus Tankönyvkiadó, Debrecen.
- Vigotszkij, L. S. (1987): Unterricht und geistige Entwicklung im Schulalter. In: Lompscher, J. (szerk.): *Lew Vigotszkij: Ausgewählte Schriften, Band 2. Arbeiten zur psychischen Entwicklung der Persönlichkeit*. Volk und Wissen, Berlin. 287–306.

A 9–10 éves tanulók természettudományos problémamegoldó stratégiájának vizsgálata

Veenman, M. V. J. (2005): *Lernstrategien und Metakognition*. Waxmann, Berlin.

Watts, M. (1991): *The science of problem solving*. Cassel Educational Limited, London, Buckingham, Philadelphia.

ABSTRACT

IBOLYA MARKÓCZI-REVÁK: INVESTIGATION OF SCIENCE PROBLEM SOLVING STRATEGY AMONG 9- TO 10-YEAR-OLDS

The study examines scientific problem solving strategies among 9- to 10-year-olds. Scientific problem solving is an important element in the competence of understanding the world of nature. While this is improved, pupils acquire skills which can also be used in solving everyday problems. As part of an experiment aimed at improving their competence, the study analyses the strategies of problem solving among 9- to 10-year-old pupils. It has managed to obtain an overall picture of the quality and quantity of those elements. Taking the characteristic features of children's thinking into consideration, based on a linear model, we found that children achieve better results in prediction when referring to the final solution, supposing and planning than in expressing the aim and the problem itself. Children express thoughts by using everyday language, even if they know the necessary scientific concept, especially when they attempt to explain the solution. Science education can meet its requirements only if pupils are motivated and interested in the process of learning when pupils are allowed to experience scientific phenomena in an active way which provides them with an experience to remember.

Magyar Pedagógia, **110**. Number 1. 53–71. (2010)

Levelezési cím / Address for correspondence: Revákné Markóczi Ibolya, Debreceni Egyetem Biológia Szakmódszertani Részleg, H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1., Pf.: 85.