

ANALÓGIÁK ÉS AZ ANALÓGIÁS GONDOLKODÁS A KOGNITÍV TUDOMÁNYOK EREDMÉNYEINEK TÜKRÉBEN

Nagy Lászlóné

Szegedi Tudományegyetem, Biológiai Szakmódszertani Csoport

Az analógiák valószínűleg a nyelv korai kifejlődésétől fogva léteznek, és használatuk ma is rendkívül gyakori. Valójában a nyelv és a gondolkodás saját maguk is analóg kísérletek eredményének tekinthetők.

Napjainkban a kognitív pszichológia és pedagógia eredményeinek köszönhetően egyre többet tudunk az emberi agy működéséről, a gondolkodásról. Az analógiás gondolkodás és az analógiák megismerésben betöltött szerepe, oktatásban való alkalmazása az irodalomban különösen kiemelt figyelmet kap.

Az analógiák áthatják egész gondolkodásunkat, általuk lesz az új ismerős és az ismerős idegennek látszó (*Gick és Holyoak*, 1983). A gondolkodás és a magyarázat eszközei segítik a problémamegoldást, az új helyzetek megértését (*Johnson-Laird*, 1989). Döntő jelentőségűek a felismerésben, az osztályozásban, a tanulásban, a tudományos felfedezésekben és a kreativitásban (*Vosniadou és Ortony*, 1989). Megértő és kreatív képességünk azon alapul, hogy az események között kapcsolatokat látunk és párhuzamokat tudunk vonni (*Schank*, 1982). Olyan alapvető eszközök, amelyekkel a forma, a mintázat és a kapcsolat kiemelkedik megértésünkben, s azután artikulálódik reflektív megismerésünkben és nyelvünkben (*Johnson*, 1988).

Az analógiákat általában az induktív gondolkodás kifejlesztésének eszközeiként tartják számon. Mindenekelőtt a tanulók különböző tudáselemeinek összekapcsolásában, eltérő forrásokból származó tapasztalataik egységes értelmezésében van nagy szerepük. Különösen hatékonyan segítik az előzetes ismeretek és az új tananyag, egy tantárgy különböző témaköreiben vagy különböző tantárgyakban tanult ismeretek, az iskolai kontextusban elsajátított tudás és az iskolán kívüli tapasztalatok közötti kapcsolatok kiépítését.

Mivel mind az alulról felfelé történő kategorizálási forma, mind a példán alapuló általánosítás részben sok példa összehasonlításán alapszik, a fogalmak kialakításában is fontos szerepe van az analógiáknak.

Jelen tanulmány az analógiákról és az analógiás gondolkodásról megjelent szakirodalom alapján ad áttekintést, hangsúlyozva a tanítás-tanulás folyamatában betöltött szerepüket.

Az analógiák értelmezése

Az analógia szó etimológiája, jelentése

Az analógia görög eredetű kifejezés, és eredetileg *matematikai arányosságot* jelentett (pl.: 2:4::4:8). A mai értelmezés szerint legfontosabb jelentései a következők:

Általános értelemben:

- különböző dolgok, jelenségek közötti hasonlóság, hasonlóságon alapuló egyezés (*Bakos*, 1976. 41. o.; *Juhász, Szőke, O. Nagy és Kovalovszky*, 1989. 41. o.; *Györkösy*, 1994. 39. o.);
- ezen alapuló következtetés vagy eljárás (*Juhász, Szőke, O. Nagy és Kovalovszky*, 1989. 41. o.);
- olyan hasonlóság, amely nem feltételez azonos eredetet (az evolúcióban), illetve azonosítható okokat (a logikában) (*Élesztős*, 1993. 818. o.).

Filozófiában:

- a hasonlóságot megállapító gondolkodási művelet (*Bakos*, 1976. 41. o.).

Biológiában:

- hasonlóságon alapuló alaki és működésbeli megegyezés fejlődéstanilag eltérő szervek között (*Bakos*, 1976. 41. o.);
- *növényeknél* különböző szervek, esetleg szervrendszerek vagy szervrészek egyazon funkcióra való módosulása. Az állatoknál azonos vagy hasonló élettani funkciót betöltő, de különböző eredetű szerveket jelöl (pl. rovarok és gerincesek szárnyai, puhatestűek és gerincesek kopoltyúi stb.) (*Élesztős*, 1993. 818. o.);
- *az etológiában:* a különböző, egymással közvetlen rokonságban nem élő állatfajok esetében megtalálható hasonló tulajdonságok, viselkedésformák, amelyek az evolúció során adaptációs folyamatok következtében jöttek létre (*Élesztős*, 1993. 818. o.).

Az analógiák különböző szempontú megközelítése

Az analógia mint gondolkodási művelet

Az analógiával mint gondolkodási művelettel behatóan már *Sardakov* (1951) is foglalkozott kísérleti vizsgálatok keretében. Szerinte az analógia az a gondolkodási művelet, amelynek alkalmazásakor „bizonyos tárgyat vagy jelenséget összefüggésbe hozunk egy már régebben ismert tárggyal vagy jelenséggel azon az alapon, hogy a két tárgy, illetve jelenség bizonyos hasonló jegyekkel vagy tulajdonságokkal rendelkezik” (idézi *Lénárd*, 1987. 107. o.). Ez a definíció tág, mert a kiegészítés gondolkodási mozzanata hiányzik a meghatározásból. Az analógia alkalmazása a *többszörösen összetett gondolkodási műveletek* csoportjába tartozik. *Lénárd Ferenc* (1987) analógiának nevezi azt a *gondolkodási műveletet*, amely az összefüggések felfogását és a kiegészítés gondolkodási műveleteit egymás után alkalmazza meghatározott sorrendben.

Az analógia mint gondolkodásmód

Sokan az analógiát olyan *gondolkodásmódnak* tekintik, amely minden kreatív ember tulajdonsága (pl. G. Havas, Demeter és Falus, 1997). Amikor hasonlaltal, illetve analógiával fejezzük ki magunkat, azért tesszük, mert hasonlóságot fedeztünk fel két olyan dolog között, amelyek a legtöbb szempontból különbözőek, illetve mert hasonlóságot érzékeltünk két kapcsolat (vagy kapcsolatrendszer) között.

Az analógiák gyakran sokkal bonyolultabbak annál, mint ahogy a minimális megfogalmazásban megjelennek, hiszen egész rendszereket vagy kapcsolatok konstellációit ölelik fel. Az induktív gondolkodásban is bizonyos fokig tetten érhető az analógiás gondolkodás.

Az analógia mint a gondolkodás alapját képező mechanizmusok egyike

Két *alapmechanizmus-típus* játszik szerepet a kognitív fejlődésben. Az első lényegében egy *tanulási mechanizmus*, amely fokozatosan vezet a személyes tapasztalatokon át a világ mentális térképének összeállításához. Ez az a mechanizmus, amely előidézi a megerősítést a deklaratív tudásra (mentális modellek) és a procedurális tudásra vonatkozó tapasztalatokon keresztül. A deklaratív tudásra való illesztés azt jelenti, hogy a mentális modell helyesen előrejelzi a környezetet, így az új információ megerősíti, nem pedig gyengíti azt. A procedurális tudás megszerzéséhez szükséges általános elvek megerősödnek, amikor sikeres, és gyengülnek, amikor sikertelen az alkalmazás. Ezek az általános elvek kiterjeszthetők számos specifikus alapelve, amely számos tanulási sajátosság részletes magyarázatát adja (Holland, Holyoak, Nisbett és Thagard, 1986).

A második mechanizmus-típus a *struktúrák közötti kapcsolatok felismerésével* kapcsolatos. Olyan folyamatokat foglal magában, mint például az *analógiák felismerése*. Vitatott az a nézet, hogy az embereknek a struktúrák közötti összefüggések meglátására való képessége korlátozott, míg a tanulásra való képessége korlátlan. Úgy tűnik, hogy ez sok kognitív fejlődési anomáliát megmagyaráz, például azt a képességet, hogy egy feladatot az egyik kontextusban meg tud oldani valaki, de egy másikban nem (Halford és Boulton-Lewis, 1992).

Az analógia tehát az *emberi gondolkodás alapját képező mechanizmusok egyike*, melynek feltétele az összefüggő tudás (Halford, 1996). Gentner és Holyoak (1997) szerint az analógia egy *hatékony kognitív mechanizmus*, amelyet az emberek a következtetések levonására és új, elvont fogalmak megtanulására használnak.

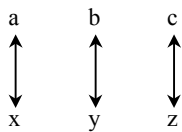
Az analógia mint struktúra-leképezés

Sokak szerint az *analógiák elmélete* sok hasonlóságot mutat a *reprezentációk elméletével*. Egy *kognitív reprezentáció* egy mentális modelltől áll, amely kapcsolatban van a környezet azon részével, amelyet reprezentál (Palmer, 1978; Halford és Wilson, 1980). Egy kognitív reprezentáció egy kognitív struktúrának a leképezése egy környezeti struktúrára. Gentner (1983) szerint egy *analógia* egy struktúra leképezéséből, a forrás vagy bázis megnevezéséből és egy másik struktúrához tartozó cél megnevezéséből áll.

Például az „ember – ház és kutya – ól” egyszerű analógiában az „ember – ház” a forrás; a „kutya – ól” a cél; a kapcsolat pedig „a benne él”. Egy analógia egy mentális struktúrának a leképezése egy másikra (Holland és mtsai, 1986). Gentner struktúra-illesztés (structure-mapping) elmélete szerint az analógia a tudás leképezése az egyik tartományból (a bázis) a másikba (a cél), amely azt mutatja, hogy a bázistárgyak közötti kapcsolatrendszer a céltárgyak között is jelen van. E szerint az analógia a közös relációk felismerésének egy módja, függetlenül azoktól a tárgyaktól, amelyekbe ezek a relációk beágyazódtak. A bázis és a cél tárgyainak megfeleltetését a relációs struktúrákban betöltött szerep határozza meg. Az illesztési folyamat középpontjában a szisztematikusság elve áll, amely annak a kifejeződése, hogy az analógia értelmezésében a koherenciát helyezzük az előtérbe (Gentner, Falkenhainer és Skorstad, 1988). Az analógiák stuktúra-leképezés folyamatában a fontos tulajdonság kiválasztása és a relációk feltérképezése szelektív. Mint látható, a struktúra-leképezés elmélete tudja kezelni az analógiákat és a reprezentációkat egyaránt.

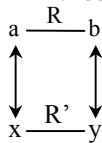
Halford és kollégái (Halford, Maybery és Bain, 1986) által végzett vizsgálat azt mutatta, hogy a struktúra-leképezés (térkép) mérete függ a fogalmak szerkezeti bonyolultságától. Halford négy struktúra-leképezés szintet definiált (l. 1. ábra).

(1) Elemi leképezések



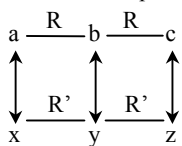
Az elemek egyenként vannak leképezve, így mindegyik leképezési döntésben csak egy elemet tekintünk. Egy elemnek egy struktúrába való leképezése az elemnek a másikkhoz való hasonlóságán vagy azazal való megegyezésén alapul: pl. egy kép vagy egy tárgy vagy egy szó reprezentációja.

(2) Összefüggő leképezések



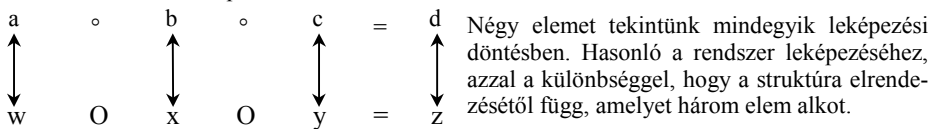
Két elemet tekintünk mindegyik leképezési döntésben (pl. ember – ház / kutya – ól analógia). A leképezés a forrásban és a célban meglévő hasonló összefüggés megléte révén válik érvényessé.

(3) Rendszer leképezése



Három elemet tekintünk mindegyik leképezési döntésben. Pl. Tom > Dick > Harry. A hasonlóságon vagy egyezésen alapuló szerkezeti hasonlóság által válik érvényessé.

(4) Összetett rendszer leképezése



Négy elemet tekintünk mindegyik leképezési döntésben. Hasonló a rendszer leképezéséhez, azzal a különbséggel, hogy a struktúra elrendezésétől függ, amelyet három elem alkot.

1. ábra

A struktúra-leképezés szintjei
(Halford, Maybery és Bain, 1986. 186. o. nyomán)

Az analógia mint a hasonlóság egyik fajtája

Az analógiák, akár a hasonlatok, felhasználják a hasonlóságot, azonosságot. Az analógia a hasonlóság egy fajtájának, a hasonlóság egy határozottabb fogalmi szintjének is tekinthető. Az analógia és a hasonlóság közötti különbség a gondolkodó szándékaiban van. A hasonló dolgok bizonyos szempontból megegyeznek. Ha ez az egyező vonás határozott fogalommá tisztul, ezeket az objektumokat analógoknak tekintjük. „Ha egy természettudományi múzeumban a különféle emlékek csontvázait szemléljük, meglehetősen mindegyiket ijesztőnek találjuk. Ha csak ennyi hasonlóságot veszünk észre, akkor nem sok analógiát láthatunk. De ha szemügyre vesszük az ember kezét, a macska lábát, a ló első lábát, a bálna uszonyát és a denevér szárnyát, akkor lenyűgöző analógiát érzékelhetünk. Ezeket a szerveket oly különböző módon használják – mégis hasonló részekből állnak és azok hasonló módon kapcsolódnak egymáshoz.” (Pólya, 1988. 29. o.) Két rendszer tehát analóg, ha megfelelő részeik világosan megfogalmazható kapcsolataikban megegyeznek (Gentner, 1983).

Az analógiák mint az oktatás módszerei, eszközei

Az analógiákat a természettudományos tanulói teljesítmények növelésére alkalmas, a gyakorlatban hasznosnak bizonyuló módszerként, eszközként is leírják (Stepich és Newby, 1988).

A jó tankönyveknek is egyik jellemzője az analógiák és a példák használata (Tyree, 1994). Számos modelljét (pl. a „Tanítás analógiákkal”) ismerjük annak, hogyan segíthetik a tanárok analógiákkal a tanulók tanulását a természettudományos tankönyvekre támaszkodva (Glynn, 1996).

Nevelési szempontból a való világ problémáinak kontextusába helyezett analógiák a legjelentősebbek, ezekre összpontosít a **CBR** (Case-based reasoning, esemény-alapú gondolkodás) (Kolodner, 1997). Jól mutatja az analógiák használatának népszerűségét a természettudományos nevelésben az, hogy a „*Journal of Chemical Education*” folyóirat állandó rovatot szentel neki „*Alkalmazások és analógiák*” címmel.

Az analógiák típusai

A szakirodalomban az analógiák többféle szempontú osztályozása ismert, bár a szempont sok esetben implicit marad. Az alábbiakban a szempontok szerint rendezve bemutatunk néhány felosztást.

– Szerkezet: „jól definiált” és „rosszul definiált” analógiák

Jól definiáltak tekinthetők pl. az $A : B :: C : D$ típusú négytagú analógia feladatok. Formájukat tekintve lehetnek igaz-hamis analógiák vagy kényszerválasztásos feladatok. Az igaz-hamis analógiák megoldása egyszerű, mert ezek digitális jellegűek, ami azt jelenti, hogy egy válasz vagy helyes vagy helytelen, vagyis D vagy helyes vagy hamis ki-

egészítés. A *kényszerválasztásos analógiák* esetében megadott válaszalternatívák közül kell kiválasztani a legjobb megoldást. Ez nehezebb, mert több helytelen válaszalternatívát kell kiiktatni, amelyek egy része igen közel lehet a legjobb válaszhoz (Sternberg, 1977; Sternberg és Gardner, 1983). A kényszerválasztásos feladatokat általában három különböző formában adják meg. Az eltérés köztük az analógia gyökerét alkotó terminusok számában (3, 2 vagy 1) van. A legelterjedtebb forma, hogy megadják az A, B és C tagot, s a D-t több lehetőség (pl. kettő vagy négy alternatíva) közül kell kiválasztani. Pl.: széles : keskeny :: kérdés : (próba, kijelentés, válasz, feladat). Igen gyakori az is, hogy az A : B analógot – a törzspárt – adják meg, és több C : D lehetőségből kell a megfelelőt kiválasztani. Pl.: győz : veszít :: (utál : gyűlöl; fül : hall; élvez : szeret; felett : alatt). Ritkábban használt forma, amikor csak egy terminust (A :) adnak meg, és több B :: C : D lehetőségből kell a megfelelőt kiválasztani. Pl.: gyenge : (beteg :: kerek : forma; erős :: szegény : gazdag; kicsi :: kert : természet; egészség :: megbízható : szilárd) (a példák Sternberg és Gardner, 1982 írásából valók). Az első esetben a megoldási folyamat több lépésből áll, melyek komponenseit (elemi kognitív műveleteit) az 1. táblázat foglalja össze. A feladatot megoldó személynek először ki kell következtetnie egy analógia első két kifejezése közötti összefüggést, majd alkalmaznia kell ezt az összefüggést az analógia harmadik kifejezésére. Végül ki kell választania egy negyedik kifejezést (pl. a megadott két alternatívából) úgy, hogy az ugyanazon összefüggésben legyen a harmadik kifejezéssel. A második esetben a megoldás menete a következő: a személy először felidézi az egyes szavak jelentését, majd megkonstruálja relációjukat. Ezt a két lépést megismétli mindegyik alternatív párral, s mindegyik relációt összeveti a törzspáréval, hogy meghatározza a relációk hasonlóságát. Végül kiválasztja azt, amelynek a hasonlósága átlép egy bizonyos küszöböt (Bejar, Chaffin és Embretson, 1991). A harmadik esetben először meg kell állapítani a válaszalternatívák C : D kifejezései közötti viszonyt, majd alkalmazni kell ezt az összefüggést a harmadik kifejezésre (B-re), úgy hogy közben tekintettel vagyunk a megadott terminusra (A-ra).

– *Az analógiás összefüggés típusa*

A közvetítő eszköz és a tárgy egy analógiás összefüggésben való részvételének két jelentősebb típusa van. Lehet teljesen azonos az általános fizikai megjelenésük vagy hasonló a felépítésük. Ezt „*szerkezeti összefüggésnek*” nevezik. A másik típusban a tárgy és a közvetítő eszköz működése hasonló. Ezt „*működési összefüggésnek*” nevezik (Curtis és Reigeluth, 1984). Az analógia, a hasonlóság alapja lehet még ezen túl *halmazba tartozás, rész-egész, időrend, ok-okozat, ellentét, egyezés, szinonima, tulajdonság, átalakulás, származás, eredet, hely, azonos halmazhoz tartozás* (Csapó, 1994a).

– *Az absztrakció szintje (a bemutatási formátum, analógia tartalom): manipulatív, képi, verbális és formális analógiák, illetve ezek kombinációi*

Manipulatív szinten a tényleges fizikai tárgyakkal, képi szinten a valóságos tárgyak képzeteivel, képeivel, verbális szinten verbális jeleken, míg formális szinten nonverbális szimbólumokkal végezzük el a tevékenységet (Nagy, 1985). A természettudományos tankönyvek analógiái általában a szóbeli és a képi-szóbeli kombinációjú kategóriába sorolhatók (Curtis és Reigeluth, 1984). Az analógiás feladatok is lehetnek manipulatívak, képek, verbálisak és formálisak, valamint nehézségi fokuk is széles skálán mozoghat, ezért

az óvodás kortól felnőttkorig alkalmazhatók a gondolkodás fejlettségének vizsgálatára. A képi analógia feladatok közül jól ismert például az „emberkék” figurális analógia (Sternberg, 1977) és a különböző geometriai analógiák (Sternberg, 1977; Mulholland, Pellegrino és Glaser, 1980; Gonzalez-Labra és Balleteros-Jiminez, 1990).

– *Forma*

A „közvetítő eszköz” és a „tárgy” tartalma besorolható a konkrét vagy absztrakt kategóriába. Az analógiák formai szempontból így négy lehetséges kombinációra oszthatók fel: *konkrét/konkrét* (ahol mind a „közvetítő eszköz”, mind a „tárgy” konkrét természetű), *absztrakt/absztrakt* (ahol mindkettő absztrakt természetű), *konkrét/absztrakt* (ahol a „közvetítő eszköz” konkrét, a „tárgy” pedig absztrakt természetű) és *absztrakt/konkrét* (ahol a „közvetítő eszköz” absztrakt, míg a tárgy konkrét természetű).

Mivel az analógiák hidat képeznek az ismerős és az ismeretlen, az egyszerű és a komplex és a különböző tartalmak között, ezért az analógiák többsége a konkrét/absztrakt kategóriába sorolható (Curtis és Reigeluth, 1984; Curtis, 1988).

1. táblázat. Az analógia-megoldási folyamat elemeinek sematikus ábrázolása (Resing, 1993. 224. o. nyomán)

Lépések Formula $A : B = C : ? ?$ (D1 D2)	Összetevők (komponensek)
Az analógia A és B kifejezésének kódolása	Kódolás A, B
A és B közötti összefüggés megtalálása	Következtetés A – B
A C kifejezés kódolása	Kódolás C
A és B közötti összefüggés leképezése és az A – B összefüggés alkalmazása C - re Egy ideális válasz (I) megalkotása	Leképezés + Alkalmazás C – I
D1 és D2 válasz alternatívák kódolása	Kódolás D1, D2
D1 összehasonlítása I - vel, D2 összehasonlítása I - vel és az azonosság ellenőrzése	Összehasonlítás I – D1 és I – D2
Ha azonosságot talál: válaszadás	Válasz → Vége
Ha nem talál azonosságot: D1 vagy D2 válasz kizárása	Kizárás
Válasz D1 vagy D2	Válasz → Vége

– *A felölelt tartalom terjedelme*

Az egyén kódolásra és az új információ felidézésére való képessége nagyban függ az adott dologra vonatkozó, már ismert tények mennyiségétől. Tehát *a célok* – az analógia használatára vonatkozóan – *magukban foglalják először* is annak az eszköznek a meglétét, amivel az ismert információs séma összehasonlítható, összefüggésbe hozható és amely az újonnan tárolt információ struktúrájának kiépítéséhez használható, *másodszor* pedig a rekonstruáló folyamat és a teljes visszakeresés elindítását szolgáló célzást (utasítást).

A tanulás változó tartalmának megfelelően ezek a célok különbözőképpen valósíthatók meg: (a) *önálló egyedi analógiák (fogalmi analógiák)* használatával (Rumelhart és Norman, 1981), amelyek a tartalom belül mindegyik fogalom felépítését külön-külön segítik és/vagy (b) *egy átfogó analógia* használatával, amely a teljes tartalmat felölelő különböző, összefüggésben lévő fogalmi analógiákat modellezi (Rumelhart és Norman, 1981; Collins és Stevens, 1983; Stepich és Newby, 1988). Az átfogó analógia segít a tartalom belül elkülönülő részletek és fogalmak közötti kapcsolatok azonosításában is (Gentner, 1983).

– *Gyarapodási (bonyolultsági) szint: egyszerű, dúsított és kiterjedt analógiák*

A legalapvetőbb analógia az *egyszerű analógia*. Ez rendszerint három fő részből áll: a tárgyból, a közvetítő eszközből és a közöttük lévő kapcsolatból. Az egyszerű analógiák olyan esetekben használatosak, amelyekben a tárgy és a közvetítő eszköz közötti összefüggés nagyon nyilvánvaló és kevés vagy semmilyen magyarázatot nem igényel.

A *dúsított analógia* tartalmazza a tárgy és a közvetítő eszköz közötti analógiás összefüggés területeinek és/vagy határainak megállapítását is.

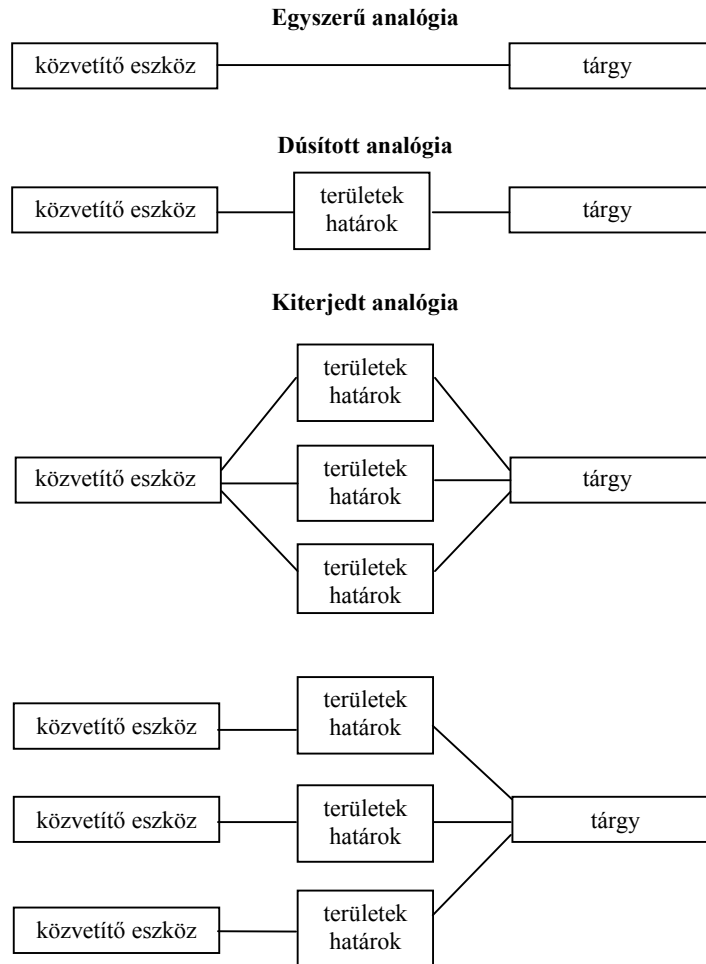
A legkomplexebb gyarapodási szint az, amikor egy egyszerű közvetítő eszköz különböző területeit használjuk egy vagy több tárgy tanításához, vagy különböző közvetítő eszközöket használunk egy egyszerű tárgy magyarázatához. Ezt *kiterjedt analógiának* nevezik (Curtis és Reigeluth, 1984). A három gyarapodási szint modelljét a 2. ábra mutatja be.

– *A kontextus jellege, illetve a betöltött szerep*

E szempontokból beszélhetünk szóbeli kommunikációban használt analógiákról, szöveg-analógiákról és teszt-analógiákról.

A *szóbeli kommunikáció analógiáinak* kontextusa – amely magában foglalhatja a szóbeli utasítást is – kevésbé explicit. Itt az analógiák az egyik személytől a másikkal adott információ magyarázására és tisztázására szolgálnak. Az analógia ezen típusa a felfogóképességtől függően számtalan alakot ölthet. A szóbeli analógiák általában lehetővé teszik a visszacsatolást az analógiát fogadó személytől.

A *szöveg-analógia* különbözik a teszt-analógiától és a szóbeli analógiától is. Eltér a teszt-analógiától, mert tervezett, mint egy kognitív stratégia, amely elősegíti a tanulói megértést a tanítandó oktatási tartalmak több komplex típusa esetében. A szóbeli analógiától abban különbözik, hogy nincs visszacsatolás a tanulóktól. Ezért a szöveg-analógiának nagyon érthetőnek, világosnak kell lennie, meg kell előznie minden bizonytalanságot (Reigeluth, 1983).



2. ábra
Az analógiák gazdagodásának három szintje
(Curtis és Reigeluth, 1984. 111. o.)

- A metaforák mint az analógiák típusai

A metaforának szoros kapcsolata van az analógiával, sokan azonosnak is tekintik őket (Gentner, Falkenhainer és Skorstad, 1988). Többen a metaforát implicit analógiának (rejtett összehasonlításnak) tekintik, amelyet általában ki lehet fejteni a klasszikus négytagú arányosság formájában. A hasonlatban az összehasonlítás explicit.

Gentner struktúra-illesztés értelmezését használva a metaforák három típusa különíthető el: (1) relációs metaforák, (2) tulajdonságbeli metaforák és (3) összetett metaforák.

A relációs metaforák a reláció struktúrák illesztései. A tulajdonságbeli metaforák a külső, közös tárgyi tulajdonságok alapján egyeztetnek. Az összetett metaforákat nem lehet egyszerűen elemezni, sok egymásba fonódó kapcsolattal jellemezhetők. A felnőttek a relációs metaforákat részesítik előnyben. Az illesztési folyamat a szemantikus háló címkei és a közöttük fennálló strukturális relációk figyelembe vételével történik.

Az analógiák szerepe a megismerésben

Az analógiák a megismerésben, a tanítás-tanulás folyamatában többféle funkciót tölthetnek be. Az alábbiakban ezekre mutatunk be néhány példát a teljesség igénye nélkül.

Az analógiák szerepe az új sémák felépítésében

Új séma felépítése tévképzetek jelenlétében

Az analógiák használata határozottan segíti a tanulókat a tévképzetek legyőzésében (A tévképzetek értelmezését illetően l. Korom, 1997, 1998). Brown (1992) és Clement (1993) is kimutatta, hogy az analógiák hídként való használata eredményes lehet főleg azokban a szituációkban, amelyekben gyakoriak a tévképzetek. A teszteredmények és a videóra vett órák minőségi elemzése azt mutatta, hogy egy közvetítő analógia használata, amely mind az eredeti esethez (forrás), mind az analóg esethez hasonló, hatékony eszköze lehet a gondolkodás irányításának (pl. segíti a gimnazista tanulókat egy adott fizika témáról egy másikra való áttérésben) (Clement, 1993). Guzzetti, Snyder, Glass és Games (1993) a hagyományos laboratóriumi gyakorlathoz és vitához hasonlítva vizsgálták a „híd-analógiák”-kal történő megközelítés hatékonyságát. Gokhale (1996) is eredményesen alkalmazta az analogikus eszközöket a tanulók elektromosságról kialakult tévképzeteinek legyőzésére.

Új séma felépítése tévképzetek hiányában

Az analógia egy tanítási stratégia: egy most tanult, új jelenség összehasonlítása más, ismerős (mindennapi) jelenséggel. Például az elektromos áram hasonlítása egy csövön keresztül folyó vízhez vagy emberek tömegének folyosók sorozatán keresztül történő mozgásához (Gentner és Gentner, 1983). Mivel a természettudományos oktatás gyakran alkalmaz olyan magyarázatokat, amelyek közvetlenül nem látható dolgokra alapoznak, a megértés elősegíthető megfigyelhető vagy a múltban tapasztalt dolgokra való hivatkozással.

Newton és Newton (1995) tanulmánya is alátámasztja az analógiákat ajánló fogalmi modelleknek a megértést elősegítő hatását. Összehasonlították az elektromos áram fogalmának megértését analógiák segítségével és anélkül történő tanítás után. A gyerekek egyértelműen megértést mutattak, ha elfogadták az analógiákat, főleg a vonatkozó folyamat okára és következményére nézve.

Az analógiák szerepe az új tudás kialakításában, a fogalmi váltás elősegítésében

Az emberi tanulás és az információ-feldolgozó rendszer általánosan elfogadott értelmezése megfelelő keretet nyújt ahhoz, hogy értelmezhesük, hogy az analógiák működése hogyan segíti elő az új tudás megszerzését (*Stepich és Newby, 1988*).

Ennek a „közvetített” *tanulásméletnek* a központi tétele az, hogy minden tudás az emberi memóriában tárolódik a kölcsönhatásban levő kognitív struktúrák reprezentációiban. Ezeket a struktúrákat különféle módon jelölik: sémák (*Bartlett, 1932; Rumelhart és Ortony, 1977; Thorndyke és Hayes-Roth, 1979; Mandler, 1985*), tudás (ismeret) egységek (*Norman, 1978*), tételek – propozíciók (*Anderson, 1980*), keret – váz (*Minsky, 1975*) és forgatókönyv (*Schank és Ableson, 1977; Abbot, Black és Smith, 1985*).

Az új tudás megszerzése az aktív felfedezés és/vagy az információ-egységek közötti sematikus kapcsolatok fejlődésén és az új információnak a meglévő sematikus struktúrához való integrációján át történik (*Wittrock, 1979; Mayer, 1979, 1980; Reigeluth, Merrill, Wilson és Spiller, 1980*). Ez a tudásszerző folyamat gátlódhat, amikor az új információ nem azonnal kerül összefüggésbe a meglévővel, vagy épül be a hiányos, meglévő struktúrák rendszerébe. Ez az a pont, ahol az analógiák hasznosnak bizonyulnak, mert összefüggésbe hozzák az új információt a korábban tanult információ ismert struktúráival.

Rumelhart (1977) egy analógiája segít megérteni az analógiáknak az információ kódolásában és visszakeresésében játszott szerepét. Szerinte *az emberi memória egy könyvtárhoz hasonló*. Mindkettő célja nagymennyiségű információ tárolása. A memóriában – ahogy egy könyvtárban is – az információ szisztematikusan szervezeten, összefüggő, ismert sémák szerint rendezve kerül tárolásra. Ez elősegíti a rendszerbe való könnyű belépést és annak használatát.

Amennyiben az analógia az információ mozgósításához (előhívásához) szükséges meglévő tudás hasznosításának eszköze, annak alkalmazása *elősegíti a hatásos kódolást*. Az analógiával való tanulás folyamatában a tanuló kiválaszt egy számára már ismert sémát, és azt használja fel a tanuláshoz szükséges információ vezérfonalául szolgáló séma létrehozásához (*Norman, 1978; Norman, Gentner és Stevens, 1976; Rumelhart és Norman, 1981; Gick és Holyoak, 1983*).

Az analógia alkalmazásának első lépése a tanuláshoz szükséges egy vagy több kiemelkedő, jellemző elemre történő összpontosítás, majd néhány, a tanuló számára már ismerős azonosság, szerkezeti, funkcionális hasonlóság vagy okozati (kauzális) jellemző megtalálása. Ezután a két dolog közötti hasonlósági vagy azonossági kapcsolat megállapítása következik azok hasonlóságainak leírásával, illetve a közvetítő kapcsolat kialakítása az új és meglévő tudás között (*Rumelhart és Norman, 1981*). Ezen az úton az analógia ráirányítja a tanulók figyelmét az új információnak a megértés tekintetében legfontosabb szempontjaira, és azokat egyetlen teljes rendszerré szintetizálja, amely azután a memóriában tárolódik. Ez az újonnan kialakított reprezentáció (vagy séma) egy már korábban meglévő sémát mintáz, és egy olyan vázat szolgáltat, amelybe az információ-részletek beépülhetnek. Ez a séma mint az információ egyetlen, integrált reprezentációja könnyebben tud tárolódni a tanulók memóriájában, mint azok részeinek halmaza (*Newby és Stepich, 1987*). Látható, hogy az *analógia* nem egy sémát ad az új információ száma-

ra. Inkább egy, az új információ rögzüléséhez szükséges séma általánosításának eszköze, vagyis *egy meglévő séma „kognitív templát”-ként való használata.*

Amennyiben az analógia hatásos ingerként jelenik meg, használata *elősegíti az információ eredményes visszakeresését a memóriából.* A felidézés folyamatának elindítására használható egy emlékezetes képmás, az információhoz kapcsolódó részekkel együtt. Az analógia eredményezi a meglévő és az új információ közötti „hasznoló” kapcsolat visszakeresését és a séma memóriában való tárolását. Ez az új információ további (újabb) szempontjainak visszakereséséhez vezet. Ez a folyamat addig tart, míg a kívánt tartalmi részlet fel nem idéződik.

Az analógiák használata által a probléma vagy magyarázat egy ismerős kiindulópontul szolgáló területként asszimilálódik, az újszerű probléma vagy magyarázat pedig célterületként. Mivel a kettő szerkezetileg hasonló, a tanuló képes feltérképezni a kiindulópontnak megfelelő célt, mindkettőt kódolni a memóriába, majd egy új, hibrid sémát indukálni, amely a két terület hasonlóságait foglalja magába. Az analógia hatásosságára vonatkozó más magyarázatok szerint az *analógiák* inkább *előszervezőkként* (advance organisers) *működnek*, és a memóriában a sémák nagyobb fokú kidolgozottságát eredményezik (Mayer és Bromage, 1980).

A múltbeli tapasztalatoknak és az előzetes ismereteknek fontos szerepe van az új ismeretek elsajátításában. Ezt a megállapítást támasztják alá többek között Pittman és Beth-Halachmy (1997) kutatási eredményei is. Vizsgálataik (a fehérjeszintézis fogalmának tanítása) kapcsán arra a következtetésre jutottak, hogy a természettudományos tudás alapjainak lerakása feltétlenül szükséges a tanár valamint a tanulók által alkotott analógiák eredményes és hatékony használatához.

Az új anyag közlésekor analóg eljárásmodot kell alkalmazni a tanulók korábban szerzett élettapasztalataira vagy a régebbi oktatásra épülő (képzetek és fogalmak formájában) megszilárdult ismereteivel kapcsolatban is. *Két fő eset lehetséges:* (1) az életről korábban szerzett ismeretek lényegében azonosak a tudományos ismeret tartalmával vagy legalábbis nincsenek ellentétben azzal, (2) az életről szerzett ismeretek nem felelnek meg a tudományos ismeret tartalmának, azzal ellentétbe kerülnek. *Az első esetben* az új fogalom bevezetésekor aktualizálni kell a tanuló már meglévő ismereteit, támaszkodni kell ezekre, majd pedig – miután pontosan megállapítottuk lényeges ismertetőjegyeiket, kiegészítettük őket és beillesztettük a tudományos ismeretek új rendszerébe – ki kell szélesíteni ezen ismereteket. *A második esetben* ugyancsak nem szabad figyelmen kívül hagyni a tanuló már meglévő ismereteit, azokat ugyancsak aktualizálni kell, de azzal a céllal, hogy a megfelelő fogalom tudományos tartalmát szembeállítsuk a meglévő ismeretekkel, pontosan elhatárolva és elkülönítve egyiket a másiktól. Ha a tanár ezt nem teszi meg, akkor bizonyos idő múlva a mindennapi ismeretek felszínre kerülnek, és kiszorítják a tanítási órán és a tankönyvben szereplő tudományos ismereteket (l. Korom, 1997, 1998). Az ismeretek gyakorlati értékének bemutatására a tanítási óra keretein belül is tág lehetőségek nyílnak. Egyes tankönyvekben nem ügyelnek eléggé arra, hogy elkerüljék ugyanazon fogalom különböző tanévekben adott meghatározásainak ellentmondásait. Teljesen indokolt, hogy ugyanazon fogalom meghatározása az oktatás folyamán megváltozik, új ismertetőjegyekkel gazdagodik. Ügyelni kell azonban arra, hogy a kezdeti meghatározásokba ne vegyünk fel olyan ismertetőjegyeket, amelyek később módosításra szo-

rulnak (l. Nagy, 1999). A tanulók jelentős része egy hét múlva elfelejti azt a tananyagot, amelyet a tankönyv csak vázlatosan fejtett ki, viszont mindnyájan jól megőrzik emlékezetükben a leíró vagy elbeszélő formában kifejtett tananyagot (*Bogojavlenskij és Mencsinszkaja*, 1965).

Az analógiák használhatók a fogalmi váltás serkentéséhez is (a fogalmi váltásról l. Korom, 2000). Ez úgy történhet, hogy a tanulók összehasonlítják a megértett szituációkat azokkal, amelyeket félreértettek (Stavy, 1991).

Gick és Holyoak (1983) Duncker (1945) „sugárzás problémáján” alapuló munkájuk (az energia-összpontosítás koncepciójának használata egy daganat besugárzásához vagy egy erőd bevételéhez) kapcsán rámutatnak arra, hogy a tanulóknak ahhoz, hogy megfelelő sorrendben megoldják az új, a korábbiakkal kapcsolatban lévő problémát, szükségük van egyrészt egy korábbi tudásukban meglévő, jól kidolgozott sémára, másrészt pedig arra a képességre, hogy az új problémát mint a korábbi szituációhoz hasonló jelenséget és mint a séma létező lehetséges esetét tudják azonosítani, azaz előhívják az „új probléma egy régi sémára” leképezési folyamatokat. Gick és Holyoak (1983. 33. o.) azt írják, hogy „...ha egy aktuális szituáció összefüggésben van a korábbi tudással, ha a megfelelő szempontból ok-okozati kapcsolatban kódolódtak egy absztrakt szinten, akkor ez a szituáció olyan potenciállal bír, amely kapcsolatba hoz egy új analógiát egy távoli területtel.” Ha azonban egy szemantikusán különböző analóg után kell megoldani a sugárproblémát (ahogy ez a jelen kísérletben is történt), akkor szükséges felhívni a kísérleti alanyok figyelmét arra, hogy használják az analóg történetet az új probléma megoldásához, e nélkül ugyanis nem tapasztaltak nagyobb mértékű teljesítménynövekedést. Holyoak és Koh (1987) kísérleteik során kimutatták, hogy ha az alkalmazott analóg történet szemantikusán hasonló volt Duncker „sugárzás problémájához”, akkor az elmesélt történet és a probléma felszíni szerkezetének hasonlósága elősegítették az analógiás transzfert.

Az analógiák felhasználhatók a tartós fogalmi váltás előidőzésében: például a középiskolában matematikát tanulók valószínűségi tévképzeteinek legyőzésére. A valószínűségi tévképzetek létezése minden szinten jól dokumentált (pl. Nisbett, Krantz, Jepson és Kunda, 1983; Corroyer és Mathieu, 1990; a valószínűségi gondolkodásról l. Bán, 1998). Ráadásul ezek a tévképzetek széles körben elterjedtek, és erősen ellenállnak a változásának, mint a tévképzetek általában. Fast (1997) vizsgálatai figyelemreméltó eredményeket mutattak ezen tévképzetek átalakításában, a tanulók ismereteinek a tudományos ismeretekhez való közelítésében, legalábbis a vizsgálat után rövid idővel végzett ellenőrzés tanúsága alapján. Továbbá azt is megerősítették, hogy a rövidtávú hatások hat hónapon túl megőrződnek, s ezáltal megalapozzák a hosszútávú hatásosságot. Az analógiák alkalmazásának ezen pozitív hatását más területen (pl. a természettudományok tanításában) is igyekeznek kihasználni (Thorley és Stofflett, 1996).

Az analógiák szerepe a problémamegoldásban

Az analógia módszerének tipikus alkalmazási terepe a problémamegoldás. *Az analógia a problémák megoldására egy jól ismert séma szerint használható.* Először kitűzünk egy egyszerűbb, analóg problémát és azt megoldjuk. Azután az egyszerűbbet modellként használjuk ahhoz, hogy az eredeti, a nehezebb problémához eljussunk, vagyis az egysze-

rűbb probléma megoldása mintául szolgál a nehezebbhez. Ehhez még egyszer át kell gondolni az egyszerűbb probléma megoldását, és olyanná kell formálni, hogy követésre alkalmas legyen a nehezebb probléma megoldásakor. Végül következik az eredeti feladat megoldása az előzőleg kapott modell segítségével. Ez a módszer eredményesen alkalmazható mind a matematikában, mind más tudományokban (Pólya, 1988).

A problémamegoldás tapasztalatai azt mutatják, hogy *sok problémát együtt könnyebb megoldani, mint egy egyedi, elszigetelt feladatot, amennyiben azokat jól összhangba hoztuk egymással.* Eredeti problémánk ilyenkor egy problémásereg egy tagja. A lényeg az, hogy ezek a problémák jól vannak elrendezve és csoportosítva, szoros analógia fűzi őket egymáshoz, és néhányat már meg is oldottunk közülük. Ha a kiinduló állapotot – amikor kiszakítva állt előttünk a probléma – összehasonlítjuk azzal, amikor az a problémáseregbe van beágyazva, úgy gondoljuk, hogy előbbre tartunk a megoldásban (Pólya, 1988).

Az analógia *segítheti a tanulókat* abban, hogy fejlődjön a problémamegoldás során *kreatív (alkotó) válaszadásuk, és hozzájárulhat az új információ megőrzéséhez.* E két funkciót azáltal tölti be, hogy segíti a használókat a meglévő gondolatkészletek megszakításában és az absztrakt fogalmak elsajátításában. Langley és Jones (1988) is alapvető szerepet tulajdonítanak az analógiáknak az alkotó problémamegoldásban. Szerintük a hosszútávú memóriában lévő struktúráknak ahhoz, hogy analógiaként előhívhatók legyenek, indexelve kell lenniük egy adott problémához. A szerzők feltételezik, hogy amennyiben sok jól indexelt tudás van a hosszútávú memóriában, akkor abban az esetben, ha az illető új helyzettel találkozik, s erről létrehoz egy leírást, akkor az aktiváció terjedésével egy régebbi séma aktivációját a küszöb fölé „löki”, így az a munkamemóriába kerül.

Snowman (1996) szerint *a célproblémák analógiái hatékonyan stimulálják a tanulók gondolkodását is.* A *szókratészi módszer* (a kérdezve tanulás, amely állásfoglalásra készítő hipotézisek alapjául szolgál) alkalmazása megköveteli a tanároktól, hogy kiváltsák a tanulók kritikai gondolkodási képességeit. Erre alkalmasak a *kérdéseken alapuló analógiák* és a hipotetikus helyzetek teremtése. Habár a szókratészi metodika látszatra könnyebb, mint a formális előadástartás, a tanároktól még több felkészülést igényel (Schoeman, 1997).

Problémák az analógiák használatával

A tanuló segítése és tévútra vezetése

Vannak analógiák, amelyek jobbak, mint a többi, néhánynak pedig olyan tulajdonságai vannak, amelyekkel serkentik az új gondolatok és/vagy éppen a tévképzetek kialakulását (Yook és Maier, 1994). Wong (1993a) kimutatta, hogy „*az atom hasonlít a naprendszerhez*” analógia segíthet a tanulóknak megérteni az elektronok és az atommag kapcsolatát az atomban, ugyanakkor azonban téves következtetéshez is vezethet. Például a nap/atom analógiát felépítő folyamatok alapján arra következtethetünk, hogy gravitációs vonzás lehet az elektron és az atommag között, pontosan úgy, ahogyan a bolygó és a nap között.

A tanulóban kialakulhat az a tévképzet, hogy az elektronok keringenek az atomban (Springer, 1995).

Thagard (1992) tanulmányozta a jó és rossz analógiák jellemzőit. Szerinte egy jó analógiát jellemezheti a nagy jelentéstartalmú hasonlóság, a szerkezeti megfelelés és a pragmatikus összefüggés. Az analógiák rá tudják bírni a tanulót az anyagról való gondolkodásra, de az összehasonlítás korlátait világossá kell tenni. Thagard javasolja, hogy a tanárok mutassanak rá arra, ahol az analógia lerombol és nem helyes. Szerinte a tanároknak minden erejükkel azon kellene lenniük, hogy a tanulóknak már ismerős, megszokott anyaghoz használják az analógiákat, és meg kellene tisztítani az analógok között lévő szemantikus és strukturális összefüggéseket, feltéve, hogy azok fontos, kívánatos magyarázatok.

A kutatók több területen (pl. a biológia területén) vizsgálták a tankönyvekben és a tanteremben használt analógiák pozitív és negatív hatásait (Venville és Treagust, 1997).

Túláltalánosítás

Spiro, Feltovich, Coulson és Anderson (1989) kimutatták, hogy a tanulók túlértékelhetik az analógiákat, és olyan elképzeléseik alakulhatnak ki, amelyek tudományosan helytelenek. Ennek az az oka, hogy az analóg (a hasonló) és a cél nem egészen ugyanazok, nem teljesen egyeznek meg. Fontos, hogy a tanárok világosan feltérképezzék a megkülönböztető jegyeket és körvonalazzák az analógiák határait. A szerzők javasolják még a többszörös (összetett) analógiák tanítás közbeni bevezetését is.

Bizonytalanság

Az analógia gyakran bizonytalan: gyakran homályos a válasz arra a kérdésre, hogy mi analóg mivel. Az analógia bizonytalan voltával nem feltétlenül csökken érdekessége és hasznossága, mégis különleges figyelmet érdemelnek azok az esetek, amelyekben az analógia fogalma eléri a logikai és matematikai fogalmak tisztaságát. A teljesen tisztázott analógiáknak három típusát különbözteti meg a szakirodalom (Pólya, 1988): (1) A hasonlóságnak világos értelme van, ha a kapcsolatokat ugyanazon törvények szabályozzák. (2) Az izomorfia (bizonyos kapcsolatokat megőrző, kölcsönösen egyértelmű leképezés) is az analógia teljesen tisztázott fajtája. (3) A teljesen tisztázott analógia egy harmadik fajtája a homomorfia (a módszeresen megcsontított transzformáció egyik fajtája, amelyben korlátozott mértékben ugyan, de megőrződnek a relációk).

A tanulók saját analógiái

Wong (1993b) kimutatta, hogy a legtöbb analógiákkal foglalkozó vizsgálat kívülről (a tanár részéről) szolgáltatott analógiákra koncentrált, miközben az lenne szükséges, hogy kifejlődjön a tanulóknak a saját analógiák alkotásának képessége.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a kisgyermekek termékenyek hasonlatok, metaforák és analógiák gyártásában, de hiányzik az a kritikai érzékük, amely képessé tehetné őket ezek helyességének vagy helytelenségének megítélésére. A kritikai érzék megerő-

sítése segíthet abban, hogy tudatára ébredjenek analógiás gondolkodásuk helyes vagy helytelen voltának (G. Havas, Demeter és Falus, 1997).

Interpretálás

A magyarázatok megértését, interpretálását a közérthető analógiák és a nyelv egyaránt elősegítik. Nem könnyű azonban megtanulni, hogy egy ismerős szónak nem csupán egy, hanem több jelentése is van, és hogy egy adott kontextusban különböző jelentései lehetnek. Ez legalább annyira nehéz a gyerekek számára, mint egy új szó vagy fogalom megtanulása. A kognitív fejlődés bizonyos vonatkozásban a kontextusok szétválasztását, a kontextushatárok megtanulását is jelenti (G. Havas, Demeter és Falus, 1997). Ezzel magyarázható, hogy például az igék jelentéséből adódó eltérések egy tanári magyarázat esetében az állítások tanár által nem tervezett, téves értelmezésére vezethetik a tanulókat. (White, 1988).

Az analógiás és az induktív gondolkodás viszonya

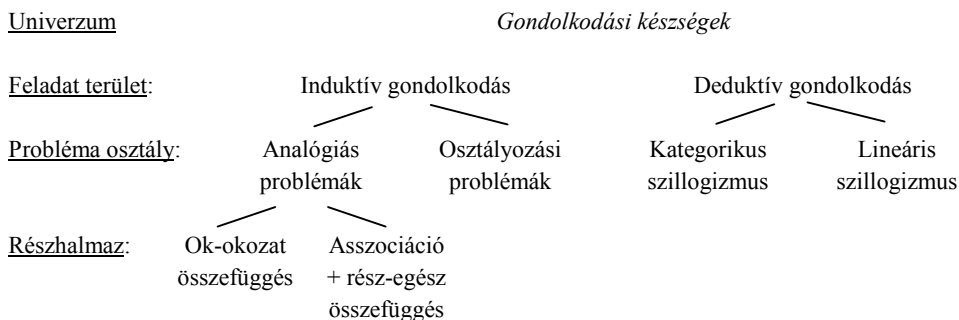
Az analógiás gondolkodás helyének, szerepének kijelölése a gondolkodáson belül, megkülönböztetése a gondolkodás más folyamataitól nem egyszerű és nem problémamentes.

Ismert, hogy az analógiás gondolkodás áthatja a mindennapi tapasztalatot. Analógiásan gondolkodunk, valahányszor úgy hozunk döntést valami új dologról a tapasztalatainkban, hogy párhuzamba állítjuk valami régivel. *Az analógiás gondolkodás az alábbi két feltétel valamelyikének fennállása esetén fordul elő:* (1) amikor két vagy több dolog legalább egy bizonyos szempontból hasonló, és feltételezzük, hogy valószínűleg más közös tulajdonságuk is van; vagy (2) amikor egy hétköznapi vagy ismert tényezőtől következtetünk egy ismeretlen tényezőre, azok hasonlósága alapján (Good, 1981). A pragmatikai jelentőséggel bíró helyzetekben a következtetések létrejöttében központi szerepet játszó analógia az indukció kutatásának központi problémája (Holland és Mtsai, 1986).

Az analógiát az indukció egyik legfontosabb összetevőjének tartják (Csapó, 1997). Számottevő átfedést mutattak ki az analógiás gondolkodás komponensei és más indukciós típusok komponensei között (Sternberg, 1977). Az induktív gondolkodás mechanizmusát feltárni kívánó vizsgálatok közül a legtöbb az analógiákkal foglalkozott (pl. Sternberg és Gardner, 1983; Holyoak és Nisbett, 1988; Klauer, 1990).

Az analógiákban való gondolkodás, az analógiák értelmezése és használata az induktív gondolkodásnak az a komponense, amelyik legjobban áthatja a megismerés más területeit. Ez az az összetevő, amelyik a legszélesebb körben befolyásolja a kognitív teljesítményeket (Sternberg és Gardner, 1983; Holyoak és Nisbett, 1988; Stepich és Newby, 1988; Vosniadou és Ortony, 1989). Az analógiáknak mind a humán tantárgyak, mind a természettudományok tanulásában fontos szerepük van. Különösen a verbális analógiák sokféle jelentős összefüggését sikerült kimutatni: pl. a tanulók tanulmányi eredményével (Csapó, 1994b, 1998), a tudás konvencionálisabb aspektusaival (Kaufman, 1979).

Más értelmezések szerint (pl. *Phye, 1990*) az analógiás problémák az induktív gondolkodás egy speciális problémaosztályát képviselik (l. 3. ábra).



3. ábra

Az induktív és deduktív készségek nem teljes hierarchikus struktúrája (Phye, 1990. 827. o.)

Az induktív és analógiás gondolkodás mérésének kialakult hagyományai vannak. A vizsgálatok túlnyomó részben egyszerű papír-ceruza feleletválasztós teszteket használnak. A feladatokhoz többféle (figurális / ábrák / képi / sematikus rajzok, képek / geometriai, verbális, materiális / konkrét, manipulálható tárgyak / és numerikus) tartalmat használnak.

A vizsgálatok szerint az induktív (és a deduktív) műveletek fejlődése főként serdülőkor előtt megy végbe, illetve a fejlődés jelentős része az általános iskolás korra esik, a középiskola évei alatt viszonylag kevés a változás. Az induktív gondolkodás fejlődése elnyújtott S alakú görbével jellemezhető. A görbe inflexiós pontja az ötödik, illetve hatodik osztály idejére tehető, ez az életkor az, ahol a gyorsuló ütemű fejlődés lassulóra vált át. Az ötödik és a kilencedik osztály között belső átrendeződés megy végbe. Az iskolatípusok közötti különbségekből arra következtetnek, hogy a tananyag, a tanulásnak, a minőségi oktatásnak fejlesztő hatása van. Az induktív gondolkodás tehát tanítható, fejleszhető képességnek tekinthető (Csapó, 1994b, 1998). Csapó Benő (1994a, 1999) összegyűjtötte és leírta az induktív gondolkodás fejlesztését segítő hatásokat és érvényesítendő alapelveket a természettudományok tanításában. Felhívja a figyelmet az analógiák alkalmazásának lehetőségeire. Rámutat arra, hogy többféle célt szolgálhatnak az olyan gyakorlatok, amelyek egy felismert szabályt, törvényt, jelenséget úgy helyeznek el egy analógiában, hogy az a tudományos kontextus és a hétköznapi élet, a laboratóriumi környezet és a hétköznapi gyakorlat között verjen hidat.

Az analógiás gondolkodás és a transzfer

Az analógiás gondolkodás (következtetés és transzfer) a hétköznapi és a tudományos problémamegoldásban egyaránt fontos szerepet játszik. Az analógia általában arra szolgál, hogy egy új területen alkalmazható tudást hozzon létre egy jobban értett forrástományból átvitt tudás révén. A rendelkezésre álló tudás alkalmazása egy új helyzetben lényegét tekintve a transzfer kérdése. A tanulási transzfer mértéke pedig – mint az oktatás egyik következménye – a tanulási potenciál egyik operacionalizálható mértékének tekinthető (*Ferrara, Brown és Campione, 1986; Resing, 1993*).

Az analogikus gondolkodás folyamatainak megértése céljából több, különböző elemeket és korlátozásokat tartalmazó számítógépes modellt dolgoztak ki (összehasonlító bemutatásukat I. *Zsigmond és Csikos, 2000*), melyek segítették az analógiás gondolkodás folyamatainak feltárását, részletesebb megismerését. Több kísérlettel is alátámasztották ezen modellek érvényességét. A továbbiakban összefoglaljuk e kutatások tanítás szempontjából fontos eredményeit.

Analógiás problémamegoldás

Az analógiás problémamegoldás nem más, mint egy ismert *forrás probléma* megoldásának hasznosítása egy új *célprobléma* megoldásához. Az analógiás problémamegoldás öt alaplépését különítik el általában: (1) a forrás és a cél mentális reprezentációjának megalkotása (reprezentáció); (2) a forrásnak, mint a célhoz potenciálisan releváns analógnak a kiválasztása (előhívás); (3) a forrás és a cél komponenseinek illesztése (illesztés); (4) az illesztés kiterjesztése a cél megvalósításához (adaptáció) és (5) következtetés (*Holyoak, 1984; Holyoak és Koh, 1987*). Megállapítják, hogy ezeknek a lépéseknek nem kell merev sorrendet tartaniuk, és sokféle kölcsönhatásban lehetnek egymással (pl. a kiválasztás lépése megkívánhat néhány előzetes illesztést). Az öt lépés közül a forrás analóg kiválasztásának értelmezése a legkevésbé tisztázott. A potenciálisan elfogadható forrás analógok kiválasztását több mechanizmus alapján tartják lehetségesnek. Keletkezhetnek a forrás analógok a cél szisztematikus átalakításával, de a forrást közvetlenül a tanár is nyújthatja (*Gentner és Gentner, 1983*). Több analógia-modell elkerülte az analógia-alkalmazás ezen lépésének vizsgálatát, egyszerűen feltételezte, hogy egy tanár adja a forrás analógot és jelzi annak relevanciáját a cél szempontjából (pl. *Burnstein, 1986*).

Általában nehéznek találjuk, hogy spontán módon hozzáférjünk különböző területekről származó releváns forrás analógokhoz. Többen is vizsgálták azokat a feltételeket, amelyek mellett képessé válunk spontán módon használni egy emlékezetben tárolt, ismert analógot, amikor új problémával találkozunk.

Holyoak és Koh (1987) azt tapasztalták, hogy a *spontán analógiás transzfer* előfordulása akkor a legvalószínűbb, amikor a célprobléma több vonásban megegyezik a forrás analóggal. Megállapították továbbá, hogy egy kizárólag absztrakt strukturális vonásokra alapozott analógia észrevétele ritka esemény a kezdő problémamegoldóknál.

Carbonell (1983) szerint a probléma-analógiák a kiindulási helyzetek, a célhelyzetek és a megoldás korlátain alapuló indexált sémák szerint rendeződnek el. Ezért a problé-

ma-orientált elsajátítás használatának fontos hatása van arra, hogy spontán tudjuk használni azt, amit már megtanultunk. A cél-szituáció valamennyi szempontját meg kell adni ahhoz, hogy egy analóg problémát megoldó személy képes legyen előhozni a kellő sémát. A célszituáció szempontjai ez esetben felidézési jelzőingerként szolgálnak (Schank, 1982).

Holyoak és Thagard (1989) a sémák szerepét emelik ki a különböző területek közötti transzfer közvetítésében. Úgy látják, hogy a sémák ebből a szempontból azért jelentősek, mert könnyebben felidézhetők, mint az egyedi problémák. Különösen akkor nehéz azonosítani a számba jöhető analógokat, ha azok egy nagy memóriarendszerben vannak elrejtve, s ha a forrás és a cél analóg kontextusa különböző, valamint ha több szempontból feltűnően különböznek.

Mások (pl. *Gick és Holyoak*, 1983; *Burnstein*, 1986) azt emelik ki, hogy a többforrású analógok segíthetik a távoli területekről származó analógok spontán észrevételét.

Az analógiás problémamegoldás többirányú reprezentációkat tartalmazó kognitív építkezést kíván meg, amely azonban koherens egészszé integrálódik. A keresés kétirányú folyamat (a problémahelyzet elemeiből előrefelé, illetve a céltől hátrafelé irányuló keresés), amely a tudás alkalmazásában bizonyos fokú párhuzamosságot kíván meg (*Holyoak és Thagard*, 1989).

Analógiás transzfer

A kutatók különbözőképpen vélekednek arról a kérdéstről, mi lehet az analógiás transzfer közvetítője. *Gick és Holyoak* (1980) szerint ez közvetítője egy általános „*probléma-séma*”, amely két analógiából absztrahálható. A két analógiában közös absztrakt struktúra a probléma általános típusának egy reprezentációját előidéző alappá (támaszponttá) válik, amely révén hasonló megoldások válnak lehetségessé. Az *indukciós probléma-kategória* mellékterméke lehet annak a folyamatnak, amelyben egy analógiát egy probléma megoldásához használunk fel (*Winston*, 1980). *Gick és Holyoak* (1983) azt találták, hogy az indukciós probléma-kategória nagy szerepet játszik a távoli problématerületek közötti eredményes transzferben, vagyis a *világos indukciós séma elősegíti a transzfert*. Ez azt jelenti, hogy egy absztrakt probléma-kategória nagyobb mértékű területek közötti transzfert eredményez, mint egy egyszerű konkrét forrás analóg. Egy probléma-kategória szabályokat hoz létre a „mag-példák” osztályozásához, így a későbbi példák problémátípusokba sorolhatók. Az *előzetes információ problémaorientáltsága*, azaz a transzfernek megfelelő feldolgozása az, ami elősegíti a problémamegoldást – ám ez csak akkor következik be, ha tartalmuk közös, és a folyamatok is hasonlóak. Az információ problémaorientált megszervezése, problematikus megfogalmazása a transzfer szempontjából döntő tényező (*Bransford, Franks, Vye és Sherwood*, 1989).

Az analógiás transzfer értelmezésének kétféle megközelítése terjedt el. A *szintaktikus megközelítés* (*Gentner*, 1983; *Falkenhainer, Forbus és Gentner*, 1986) szerint az, hogy mi kerül illesztésre a szituációk között, csak a tudásreprezentációk szintaktikai tulajdonságaitól függ, tekintet nélkül a tartományok speciális tartalmára vagy a megvalósítandó célokra. Az elmélet szerint az illesztés *három szintaktikai szabály* alapján valósítható meg: (1) a tárgyak tulajdonságainak teljes figyelmen kívül hagyásával, (2) a tárgyak kö-

zötti viszony megőrzésével, (3) az olyan viszonylatok preferálásával, amelyek egy koherens rendszer részei. Ez utóbbi szabályt nevezik a *szisztematikusság elvének*. Gentner (1989) szerint a forrás analóghoz való hozzáférést elsősorban a felszíni hasonlóság, az illesztést pedig a strukturális hasonlóság befolyásolja. A forrás analóghoz való hozzáférést a „memóriában való horgászáshoz” hasonlítja, ahol nem lehet tudni, milyen hal fog a horogra akadni. Gentner azt is kimutatta, hogy a fenti szabályoknak megfelelő analógiákat könnyebb megérteni és használni (Gentner és Toupin, 1986).

A *pragmatikus megközelítés* (Holyoak, 1985; Holland és mtsai, 1986) szerint az a hasznos forrás analóg, amelynek a megoldandó célproblémával közös, a céllal kauzálisan összefüggő tulajdonságai vannak. Holyoak és munkatársai kutatásaik alapján arra az eredményre jutottak, hogy spontán analógiás transzfer leginkább akkor fordul elő, amikor a célprobléma több – akár felszíni, akár mélyszerkezeti – vonásban megegyezik a forrás analóggal. Megkülönböztetésük szerint a forrás analóg spontán felidézését mind a felszíni, mind a strukturális hasonlóság befolyásolja, de ha már felidéződött az adekvát forrás analóg, akkor a további illesztést és alkalmazást csak a strukturális – s benne a pragmatikus – hasonlóság irányítja (Gick és Holyoak, 1983; Holyoak és Koh, 1987). Holyoak és Thagard (1989) az analógiás illesztésre vonatkozóan kidolgozták az analógia tényelméletét, amely a többi elmélettel szemben tekintetbe veszi a dolgok állását (a tényeket) és a jelentést. Johnson-Laird (1989) a kreatív gondolkodásban szerepet játszó mély analógiákkal kapcsolatban Gentnerrel szemben azt feltételezi, hogy nem a vak véletlen (random generálás) alapján történik a távoli forrástartomány releváns analógiájának megtalálása, hanem az evolúcióhoz hasonlóan egy többfázisú folyamat során.

Phye (1990) a séma két szintjét azonosítja mint az *analógiás gondolkodási stratégiák memória-alapú transzferének alapját*: (1) egy *általános heurisztikus stratégiát* a verbális analógiák megoldására és (2) egy *cselekvési stratégiát* az ok-okozati analóg problémák egy specifikus osztályának megoldására.

Duncker (1945) óta ismert, hogy a jobb és a gyengébb problémamegoldók (a „szakértők”, illetve az „újoncok”) különbözőképpen reprezentálják a probléma-információt. A gyengébb problémamegoldók reprezentációja elsősorban a probléma feltűnő, felszíni vonásairól tartalmaz információt. A jobb problémamegoldók reprezentációja a felszíni információk mellett tartalmaz mélyszerkezeti információt is, ami a probléma absztrakt, a megoldás szempontjából fontos vonásait tartalmazza. Ez a mélystruktúra információ tartalmazza mind a magasabbrendű relacionális információt (amit az analógia szintaktikus elmélete hangsúlyoz), mind a problémamegoldási célokat (amit a pragmatikus elmélet hangsúlyoz). A kutatók szerint *a szakértelem is fontos meghatározója lehet az analógiás transzfernek* (pl. Chi, Feltovich és Glaser, 1981). Novick (1988) a szakértelem és a képesség nagy mértékű korrelációját mutatta ki. Véleménye szerint az egyéneket arra kell tanítani, hogy fordítsanak nagyobb figyelmet a probléma mélyszerkezeti vonásaira.

Az analógiás gondolkodás vizsgálata fejlődéslélektani szempontból

Bármely tantárgy tanításában fontos szempontként jelenik meg a tanulók életkori sajátosságainak figyelembe vétele, az ahhoz való alkalmazkodás például a tananyag, a tanítási módszerek, a szervezeti formák és az eszközök célszerű megválasztásával. Ezzel magyarázható, miért kapott oly különös figyelmet az értelmi fejlődés állomásainak feltárása, leírása a kutatók körében. *Piaget* óta (*Inhelder* és *Piaget*, 1984) napjainkig többen foglalkoztak a téma különböző területeivel, így az analógiás következtetés fejlődésének vizsgálatával.

Sternberg és *Gardner* (1982) összefoglalják az analógiás következtetés meta-összetevőivel kapcsolatos trendeket. Néhány lényeges megállapítás ezekből: (1) Fiatalabb gyerekeknél (3. és 6. osztályosok) a megoldandó probléma felismerésének kudarcát tapasztalták. Például a verbális analógia feladatok megoldása során erőteljesen támaszkodtak a szavak közötti asszociációkra, annak ellenére, hogy a feladat analógiás következtetés volt. (2) A fiatalabb gyerekek (*Piaget* elmélete szerint azok, akik még nincsenek a formális-műveleti szinten vagy még az ehhez vezető átmeneti szakaszban sem) nem képesek le az analógia feladatok megoldása során az analógia két fele között a magasabb szintű viszonyokat, mivel a leképezési összetevő vagy elérhetetlen vagy hozzáférhetetlen számukra. (3) Az analógia feladatok megoldásának stratégiája az életkor előrehaladtával egyre kimerítőbbé válik. Ez azt jelenti, hogy az idősebb gyerekek (*Piagetnél* azok, akik a formális-műveleti szakaszban vannak) hajlamosabbak arra, hogy egy adott analógia minden válaszalternatíváját végigkeressék, ahelyett, hogy azonnal kiválasztanának egy alternatívát, ami potenciálisan jónak tűnik. (4) A fiatalabb gyerekek egy sematikus-képi analógia feladat mindegyik ismertetőjegyét elkülönítve kódolják, majd mindegyik tulajdonság tekintetében egyedi összehasonlítást végeznek. A idősebbek inkább összekapcsolják egymással a tulajdonságokat és a sematikus képeket mint konfigurációkat, összképeket kezelik. Az analógiás gondolkodás fejlődésével tehát fejlődik az információ reprezentációja is. (5) Az életkor növekedésével csökken az analógia feladatok megoldására fordított idő és a javul a teljesítmény. Ezt az erőforrások jobb elosztásának tulajdonítják. Az idősebbek viszonylag több időt töltenek az ingerterminusok kódolásával, és kevesebbet az ezeken végzett műveletekkel. (6) A feladatok megoldását a legfiatalabb gyerekek is ellenőrzik, de az idősebbek sokkal ügyesebbek ebben a tekintetben. A meta-összetevők változása mellett találtak fejlődési különbségeket az összetevők végrehajtásának gyorsaságában és pontosságában is, de ezeknek jóval kisebb jelentőséget tulajdonítanak, és e különbségeket javarészt a meta-összetevők változásának tulajdonítják.

Vizsgálták azt is, hogy az analógok közötti hasonlóság típusa hogyan befolyásolja az analógiás gondolkodás folyamatait a különböző életkorú (pl. a 4–6 és 8–10 éves) gyerekek esetében (pl. *Gentner* és *Toupin*, 1986; *Chen*, 1996). Azt tapasztalták, hogy a tárgyi (felszíni) hasonlóság mindkét korcsoportnál elősegítette az analógiák vázolásának folyamatát, erősen hatott az analógiás illesztésre, de a relációrendszer előnyeit csak az idősebbek tudták kamatoztatni.

Goswami és *Brown* (1990) kimutatták, hogy már a 3–4 éves kisgyerekek is képesek magasabbrendű relációk, azaz $A : B :: C : D$ típusú képi analógiák megoldására a szá-

mukra ismerős anyaggal. Az ilyen kicsik is helyesen kiválasztják az analógia hiányzó negyedik tagját akkor is, ha a felszíni hasonlóságot kiküszöbölik az analógok közül (pl.: madár : fészek :: kutya : és választási lehetőségek – ól, csont, macska, kutya).

Az analógiás feladatok megoldásában *számottevő egyéni különbségeket* mutattak ki. Hangsúlyozzák, hogy a verbális analógiák az intelligencia legjobb mércéi. Általában a megoldás sebessége az, ami jól elkülöníti egymástól az IQ tesztekben alacsonyan és magasán teljesítők csoportjait, a magasak javára. Szignifikáns korrelációkat kaptak az intelligencia g faktorával (*Sternberg és Gardner, 1982, 1983*).

Összegzés

Az analógiák mint oktatási eszközök segítik a tanulókat az új információ megszerzésében azáltal, hogy felhasználják, amit már tudnak. Az információfeldolgozási paradigmát használhatjuk keretként az analógiák tanulást elősegítő hatásának megértéséhez.

Az analógiák azáltal segítik elő az új információ megértését, hogy a tanulók meglévő tudásuk bizonyos részét mint egy „kognitív templátot” használják segítségként az új információ sémájának általánosításához. Az analógiák ezen az úton olyan formába alakítják át az új információt, hogy az könnyen kódolható és tárolható legyen a memóriában. Az analógiák segítik az információ felidézését is a memóriából, amennyiben a tárolt információ emlékezetbe idézésének folyamataihoz megfelelő támpontot szolgáltatnak.

A fogalmi analógiák egy új információ-részt kapcsolnak össze egy ismerős információ-résszel. A kutatók azt javasolják, hogy ezek alkalmazását részesítsük előnyben, mert gyorsan és könnyen létrehozhatók és bemutatathatók. A fogalmi analógiák azonban nem tudják bemutatni a megadott tárgyhoz kapcsolódó információk között fennálló kölcsönös kapcsolatokat. Ezek az összefüggések az átfogó analógiák használatával mutathatók be, amelyek több fogalmi analóg reprezentációból, az anyaghoz illeszkedő (releváns) összefüggő fogalmakból épülnek fel. Az átfogó analógiák nehezebben hozhatók létre, de előnyös az alkalmazásuk, amennyiben több, egyszerű vázat tartalmaznak, amelyekkel az új információ összehasonlítható.

Bár már igen sokat tudunk az analógiás gondolkodás folyamatairól, azok még pontosabb feltárása és értelmezése továbbra is fontos kutatási feladat, mivel egyes alapkérdésekben (pl. az analógiás gondolkodás információfeldolgozási folyamatait illetően) a kutatók egymástól eltérően vélekednek, és e gondolkodás több alternatív elméleti modelljét is kidolgozták. Ezen modellek egymáshoz való közelítésére, a bennük fellelhető közös tulajdonságok felderítésére lenne szükség. Az analógiás transzfer folyamatainak teljes megértése pedig különböző tartalmú területek egész sorának vizsgálatát követeli meg.

A mérések azt mutatják, hogy az analógiás gondolkodásban – mint minden képességben – egyéni különbségek vannak. E különbségek (és ezek okainak) valamint az analógiás gondolkodás fejlődési folyamatának feltárása a hatékony tanítás egyik fontos feltétele.

A tanulmány a T 030555 számú OTKA pályázat támogatásával készült.

Irodalom

- Abbot, V., Black, J. B. és Smith, E. E. (1985): The representation of scripts in memory. *Journal of Memory and Language*, **24**. 179–199.
- Anderson, J. R. (1980): *Cognitive psychology and its implications*. Freeman and Company, San Francisco.
- Bakos Ferenc (1976, szerk.): *Idegen szavak és kifejezések szótára*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bán Sándor (1998): Gondolkodás a bizonytalanról: valószínűségi és korrelatív gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 221–250.
- Bartlett, F. C. (1932): *Remembering: A study in experimental and social psychology*. The MacMillian Company, New York.
- Bejar, I. I., Chaffin, R. és Embretson, S. (1991): *Cognitive and psychometric analysis of analogical problem solving*. Springer Verlag, New York.
- Bogojavlenskij, D. N. és Mencsinszkaja, N. A. (1965): *Az iskolai ismeretsajátítás pszichológiája*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Bransford, J. D., Franks, J. J., Vye, N. J. és Sherwood, R. D. (1989): Az instrukció új megközelítései: A bölcsességet nem lehet tanítani. In: Barkóczy Ilona (1993, szerk.): *Analógiás gondolkodás. Szöveggyűjtemény*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 213–241.
- Brown, D. F. (1992): Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, **29**. 17–34.
- Burnstein, M. H. (1986): A model of learning by incremental analogical reasoning and debugging. In: Michalski, R., Carbonell, J. G. és Mitchell, T. M. (szerk.): *Machine learning: An artificial intelligence approach* (Vol. 2). Kaufmann, Los Altos.
- Carbonell, J. (1983): Learning by analogy: Formulating and generalizing plans from past experience. In: Michalski, R., Carbonell, J. és Mitchell, T. (szerk.): *Machine learning: An artificial intelligence approach*. Tioga Press, Palo Alto.
- Chen, Z. (1996): Children's analogical problem solving: The effects of superficial, structural, and procedural similarity. *Journal of Experimental Child Psychology*, **62**. 3. sz. 410–431.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J. és Glaser, R. (1981): Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, **5**. 121–152.
- Clement, J. (1993): Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, **30**. 1241–1257.
- Collins, A. és Stevens, P. C. (1983): A cognitive theory of inquiry teaching. In: Reigeluth, C. A. (szerk.): *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 247–278.
- Corroyer, D. és Mathieu, J. (1990): Statistical preconceptions during data analysis by naive subjects. *Learning and Instruction*, **2**. 2. sz. 551–565.
- Curtis, R. V. és Reigeluth, C. M. (1984): The use of analogies in written text. *Instructional Science*, **13**. 99–117.
- Curtis, R. V. (1988): When is a science analogy like a social studies analogy? A comparison of text analogies across two disciplines. *Instructional Science*, **17**. 169–177.
- Csapó Benő (1994a): Az induktív gondolkodás fejlesztése és a vizsgák. *Új Pedagógiai Szemle*, **44**. 6. sz. 36–47.
- Csapó Benő (1994b): Az induktív gondolkodás fejlődése. *Magyar Pedagógia*, **94**. 1–2. sz. 53–80.
- Csapó Benő (1997): Induktív gondolkodás. In: Báthory Zoltán és Falus Iván (főszerk.): *Pedagógiai Lexikon II*. Keraban Könyvkiadó, Budapest, 40–41.

- Csapó Benő (1998): Az új tudás képződésének eszköze: az induktív gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 251–280.
- Csapó Benő (1999): Improving thinking through the content of teaching. In: Hamers, J. H. M., Van Luit, J. E. H. és Csapó, B. (szerk.): *Teaching and learning thinking skills*. Swets and Zeitlinger B. V., Lisse, The Netherlands, 37–62.
- Duncker, K. (1945): *On problem solving*. *Psychological Monographs*. **58**. (Whole No. 270).
- Élesztős László (1993, főszerk.): *Magyar Nagylexikon*. Első kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Falkenhainer, B., Forbus, K. D. és Gentner, D. (1986): The structure-mapping engine. In: *Proceedings AAAI-86*. Philadelphia, 272-277.
- Fast, G. R. (1997): Using analogies to produce long term conceptual change: Overcoming high school mathematics students' probability misconceptions. Előadás az *Annual Meeting of the American Educational Research Association* konferencián. Chicago, március 24–28..
- Ferrara, R. A., Brown, A. L. és Campione, J. C. (1986): Children's learning and transfer of inductive reasoning rules: Studies of proximal development. *Child Development*, **57**. 1087–1099.
- Gentner, D. (1983): Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, **7**. 155–170.
- Gentner, D. (1989): The mechanism of analogical learning. In: Vosniadou, S. és Ortony, A. (szerk.): *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge University Press, Cambridge, 199–241.
- Gentner, D., Falkenhainer, B. és Skorstad (1988): A metafora mint analógia. In: Barkóczi Ilona (1993, szerk.): *Analógiás gondolkodás. Szöveggyűjtemény*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 105–111.
- Gentner, D. és Gentner, D. R. (1983): Flowing waters or teaming crowds: Mental models of electricity. In: Gentner, D. és Stevens, A. L. (szerk.): *Mental models*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, 99–129.
- Gentner, D. és Holyoak, K. J. (1997): Reasoning and learning by analogy: Introduction. *American Psychologist*, **52**. 1. sz. 32–34.
- Gentner, D. és Toupin, C. (1986): Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, **10**. 277–300.
- G. Havas Katalin, Demeter Katalin és Falus Katalin (1997, szerk.): *Gyermekfilozófia. Szöveggyűjtemény I*. Korona Nova Kiadó, Budapest.
- Gick, M. L. és Holyoak K. J. (1980): Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, **12**. 306–355.
- Gick, M. L. és Holyoak K. J. (1983): Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, **15**. 1–38.
- Glynn, S. (1996): Teaching with analogies: Building on the science textbook (National Reading Research Center). *Reading Teacher*, **49**. 6. sz. 490–492.
- Gokhale, A. A. (1996): Using analogies to overcome misconceptions: A technology course example. *Journal of Technology Studies*, **22**. 1. sz. 10–14.
- Gonzalez-Labra, M. J. és Balleteros-Jimenez, S. (1990): An analysis of item difficulty in the solution of geometric analogies. In: Mandl, H., DeCorte, E., Bennett, S. N. és Friedrich, H. F. (szerk.): *Learning and Instruction. European research in an international context*. Vol. 2.2. Analysis of complex skills and complex knowledge domains. 523-536.
- Good, C. V. (1981, szerk.): *Dictionary of Education*. Harper and Row, New York.
- Goswami, U. és Brown, A. L. (1990): Higher order structure and relational reasoning: Constrasting analogical and thematic relations. *Cognition*, **36**. 207–226.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V. és Gamas, W. S. (1993): Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, **28**. 2. sz. 116–159.
- Györkösy Alajos (1994, szerk.): *Latin-magyar kéziszótár*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Halford, G. S. (1996): Relational knowledge in higher cognitive processes. Előadás a *Biennial Meeting of the International Society for the Study of Behavioral Development*. konferencián, Canada, Quebec City, augusztus 12–16.
- Halford, G. S. és Boulton-Lewis, G. M. (1992): Value and limitation of analogues in teaching mathematics. In: Demetriou, A., Shayer, M. és Efklides, A. (szerk.): *Neo-Piagetian theories of cognitive development: Implications and applications*. Routledge, London és New York, 183–209.
- Halford, G. S., Maybery, M. T. és Bain, J. D. (1986): Capacity limitations in children's reasoning: A dual task approach. *Child Development*, **57**. 616–627.
- Halford, G. S. és Wilson, W. H. (1980): A category theory approach to cognitive development. *Cognitive Psychology*, **12**. 346–411.
- Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E. és Thagard, P. R. (1986): *Induction: Processes of inference, learning and discovery*. MIT Press, Cambridge.
- Holyoak, K. J. (1984): Analogical thinking and human intelligence. In: Sternberg, R. J. (szerk.): *Advances in the psychology of human intelligence*, **2**. Erlbaum, Hillsdale.
- Holyoak, K. J. (1985): The pragmatics of analogical transfer. In: Bower, G. H. (szerk.): *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 19). Academic Press, New York, 59–87.
- Holyoak, K. J. és Koh, K. (1987): Az analógiás transzfer felszíni és szerkezeti hasonlóságai. In: Barkóczi Ilona (1993, szerk.): *Analógiás gondolkodás. Szöveggyűjtemény*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 59–78.
- Holyoak, K. J. és Nisbett, R. E. (1988): Induction. In: Sternberg, R. J. és Smith, E. E. (szerk.): *The psychology of human thought*. Cambridge University Press, Cambridge, 50–91.
- Holyoak, K. J. és Thagard, P. R. (1989): Az analógiás problémamegoldás komputációs modellje. In: Barkóczi Ilona (1993, szerk.): *Analógiás gondolkodás. Szöveggyűjtemény*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 79–60.
- Inhelder, B. és Piaget, J. (1984): *A gyermek logikájától az ifjú logikáig*. 2. kiadás. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Johnson, M. (1988): Az analógiás megértés néhány korlátja. In: Barkóczi Ilona (1993, szerk.): *Analógiás gondolkodás. Szöveggyűjtemény*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 147–162.
- Johnson-Laird, P. N. (1989): Az analógia és a kreativitás gyakorlása. In: Barkóczi Ilona (1993, szerk.): *Analógiás gondolkodás. Szöveggyűjtemény*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 129–146.
- Juhász József, Szőke István, O. Nagy Gábor és Kovalovszky Miklós (1989, szerk.): *Magyar értelmező kéziszótár*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kaufman, G. (1979): *Visual imagery and its relation to problem solving*. Universitetsforlaget Bergen, Oslo.
- Klauer, K. J. (1990): A Process Theory of Inductive Reasoning Tested by the Teaching of Domain-Specific Thinking Strategies. *European Journal of Psychology of Education*, **5**, 2. sz. 191–206.
- Kolodner, J. L. (1997): Educational implications of analogy: A view from case-based reasoning. *American Psychologist*, **52**, 1. sz. 57–66.
- Korom Erzsébet (1997): Naiv elméletek és tévképzetek a természettudományos fogalmak tanulásában. *Magyar Pedagógia*, **97**, 1. sz. 19–40.
- Korom Erzsébet (1998): Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai: természettudományos tévképzetek. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 139–167.
- Korom Erzsébet (2000): A fogalmi váltás elméletei. *Magyar Pszichológiai Szemle*, **55**, 2–3. sz. 179–205.
- Langley, P. és Jones, R. (1988): A computational model of scientific insight. In: Sternberg, R. J. (szerk.): *The nature of creativity*. Cambridge University Press, Cambridge, 177–201.
- Lénárd Ferenc (1987): *A problémamegoldó gondolkodás*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Mandler, G. (1985): *Cognitive psychology: An essay in cognitive science*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.

- Mayer, R. E. (1979): Can advance organizers influence meaningful learning? *Review of Educational Research*, **49**. 371–383.
- Mayer, R. E. (1980): Elaboration techniques that increase the meaningfulness of technical text: An experimental test of learning strategy hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, **72**. 770–784.
- Mayer, R. E. és Bromage, B. K. (1980): Different recall protocols for technical texts due to advance organizers. *Journal of Educational Psychology*, **72**. 209–255.
- Minsky, M. (1975): A framework for representing knowledge. In: Winston, P. N. (szerk.): *The psychology of computer vision*. Mc Graw Hill, New York, 211–277.
- Mulholland, T. M., Pellegrino, J. W. és Glaser, R. (1980): Components of Geometric Analogy Solution. *Cognitive Psychology*, **12**. 252–284.
- Nagy József (1985): *A tudástechnológia elméleti alapjai*. OOK, Veszprém.
- Nagy Lászlóné (1999): A biológiai alapfogalmak fejlődése 6-16 éves korban. *Magyar Pedagógia*, **99**. 3. sz. 263–288.
- Newby, T. J. és Stepich, D. A. (1987): Learning abstract concepts: The use of analogies as a mediational strategy. *Journal of Instructional Development*, **10**. 2. sz. 20–26.
- Newton, D. P. és Newton, L. D. (1995): Using analogy to help young children understand. *Educational Studies*, **21**. 3. sz. 379–393.
- Nisbett, R. E., Krantz, D. H., Jepson, C. és Kunda, Z. (1983): The Use of Statistical Heuristics in Everyday Inductive Reasoning. *Psychological Review*, **90**. 4. sz. 339–363.
- Norman, D. A. (1978): Notes toward a theory of complex learning. In: Lesgold, A. M., Pellegrino, J. W., Fokkema, S. D. és Glaser, R. (szerk.): *Cognitive psychology and instruction*. Plenum Press, New York, 39–48.
- Norman, D. A., Gentner, D. R. és Stevens, A. L. (1976): Comments on learning schemata and memory representation. In: Klahr, D. (szerk.): *Cognition and instruction*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 177–196.
- Novick, L. R. (1988): Analógiás transzfer: folyamatok és egyéni különbségek. In: Barkóczi Ilona (1993, szerk.): *Analógiás gondolkodás. Szöveggyűjtemény*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 37–57.
- Palmer, S. E. (1978): Fundamental aspects of cognitive representation. In: Rosch, E. és Lloyd, B. B. (szerk.): *Cognition and categorization*. Erlbaum, Hillsdale, 259–303.
- Phye, G. D. (1990): Inductive problem solving: Schema inducement and memory-based transfer. *Journal of Educational Psychology*, **82**. 4. sz. 826–831.
- Pittman, K. és Beth-Halachmy, S. (1997): The role of prior knowledge in analogy use. Előadás az *Annual Meeting of the American Educational Research Association* konferencián, Chicago, március 24–28.
- Pólya György (1988): *A matematikai gondolkodás művészete I. Indukció és analógia*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Reigeluth, C. M., Merrill, M. D., Wilson, B. G. és Spiller, R. T. (1980): The elaboration theory of instruction: A model for sequencing and synthesizing instruction. *Instructional Science*, **9**. 195–219.
- Reigeluth, C. M. (1983): Instructional design: What is it and why is it? In: Reigeluth, C. M. (szerk.): *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- Resing, W. C. M. (1993): Measuring inductive reasoning skills: The construction of learning potential test. In: Hamers, J. H. M., Sijtsma, K. és Ruijsenaars, A. J. J. M. (szerk.): *Learning potential assessment. Theoretical, methodological and practical issues*. Swets and Zeitlinger, Amsterdam, 219–240.
- Rumelhart, D. E. (1977): *Introduction to human information processing*. John Wiley and Sons, New York.
- Rumelhart, D. E. és Norman, D. A. (1981): Analogical processes in learning. In: Anderson, J. A. (szerk.): *Cognitive skills and their acquisition*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 335–359.

Analógiák és az analogikus gondolkodás a kognitív tudományok eredményeinek tükrében

- Rumelhart, D. E. és Ortony, A. (1977): The representation of knowledge in memory. In: Anderson, R. C., Spiro, R. J. és Montague, W. F. (szerk.): *Schooling and the acquisition of knowledge*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 99–135.
- Schank, R. C. és Ableson, R. P. (1977): *Scripts, plans, goals, and understanding*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- Schank, R. C. (1982): *Dynamic Memory: A theory of reminding and learning in computers and people*. Cambridge University Press, New York.
- Schoeman, S. (1997): Using the socratic method in secondary teaching. *NASSP Bulletin*, **81**. 597. sz. 19–21.
- Snowman, J. (1996): Research in action: Becoming a better teacher. *Mid-Western Educational Researcher*, **9**. 2. sz. 28–31.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Coulson, R. L. és Anderson, D. K. (1989): Multiple analogies for concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In: Vosniadou, S. és Ortony, A. (szerk.): *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge University Press, Cambridge, 498–531.
- Springer, K. (1995): Acquiring a naive theory of kinship through inference. *Child Development*, **66**. 2. sz. 547–558.
- Stavy, R. (1991): Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, **28**. 305–313.
- Stepich, D. A. és Newby, T. J. (1988): Analogical instruction within the information processing paradigm: Effective means to facilitate learning. *Instructional Science*, **17**. 129–144.
- Sternberg, R. J. (1977): Az analogikus gondolkodást felépítő folyamatok. In: Pléh Csaba (1986, szerk.): *Az analogikus gondolkodást felépítő folyamatok. Jegyzet. Kézirat*. ELTE Bölcsészettudományi Kar, Általános Pszichológiai Tanszék, Budapest, 1-63.
- Sternberg, R. J. és Gardner, M. K. (1982): Az emberi intelligencia általános faktorának komponenciális értelmezése. In: Pléh Csaba (1989, szerk.): *Gondolkodáslélektan II. Szöveggyűjtemény*. Tankönyvkiadó, Budapest, 247–276.
- Sternberg, R. J. és Gardner, M. K. (1983): Unities in Inductive Reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, **112**. 1. sz. 80–116.
- Thagard, P. (1992): Analogy, explanation, and education. *Journal of Research in Science Teaching*, **29**. 537–544.
- Thorley, N. R. és Stofflett, R. T. (1996): Representation of conceptual change model in science teacher Education. *Science Education*, **80**. 3. sz. 317–339.
- Thorndyke, P. W. és Hayes-Roth, B. (1979): The use of schemata in the acquisition and transfer of knowledge. *Cognitive Psychology*, **11**. 82–106.
- Tyree, R. B. (1994): Instructional materials for diverse learners: Features and considerations for textbook design. *Remedial and Special Education*, **15**. 6. sz. 363–377.
- Venville, G. J. és Treagust, D. F. (1997): Analogies in Biology Education: A Contentious Issue. *American Biology Teacher*, **59**. 5. sz. 282-287.
- Vosniadou, S. és Ortony, A. (1989): Similarity and analogical reasoning: A synthesis. In: Vosniadou, S. és Ortony, A. (szerk.): *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge University Press, Cambridge, 1–7.
- White, R. T. (1988): *Learning science*. Blackwel, Oxford UK és Cambridge USA.
- Winston, P. H. (1980): Learning and reasoning by analogy. *Communications of the ACM*, **23**. 689–703.
- Wittrock, M. C. (1979): The cognitive movement in instruction. *Educational Researcher*, **8**. 5–11.
- Wong, E. D. (1993a): Understanding the generative capacity of analogies a tool for explanation. *Journal of Research in Science Teaching*, **30**. 1259–1272.

Nagy Lászlóné

- Wong, E. D. (1993b): Self-generated analogies as tool for constructing and evaluating explanations of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, **30**. 367–380.
- Yook, K. B. és Maier, J. M. (1994): Systematic analysis of variables that contribute to the formation of analogical misconceptions. *Journal of Educational Psychology*, **86**. 4. sz. 589–600.
- Zsigmond István és Csíkos Csaba (2000): Az analógiás gondolkodásról: Újabb eredmények és kutatási tendenciák. *Magyar Pszichológiai Szemle*, **55**. 1. sz. 63-80.

ABSTRACT

ERZSÉBET NAGY-ANTAL: A SURVEY OF RESEARCH ON ANALOGIES AND ANALOGICAL THINKING IN COGNITIVE SCIENCE

Recent findings in cognitive psychology and pedagogy have lead to intensifying research attention on analogical thinking, its role in analogical cognition and its application in education. The present study provides a survey of literature on analogies and analogical thinking, emphasising their role in the teaching-learning process. Several interpretations of analogies are discussed. Analogies are categorised from different aspects, their role in cognition is explored and problems encountered in their application are described. The development of analogical thinking is demonstrated. Alternative models proposed for information processing in analogical thinking are compared and contrasted. The relationship between analogical thinking and transfer is discussed as different approaches to the explanation of analogical transfer and the process of analogical problem solving are presented. The role of analogical thinking in the various kinds of cognitive ability is found debatable. Finally, findings are presented from studies in educational psychology on analogical thinking, highlighting individual differences. The study elaborates the notion that the information processing paradigm can be applied in two ways in understanding how analogies promote learning, as context or as a frame of interpretation. Analogies are described as aids to inductive thinking, to acquiring new knowledge, to paradigm change and to overcoming misconceptions.

Magyar Pedagógia, **100**. Number 3. 275–302. (2000)

Levelezési cím / Address for correspondence: Nagy Lászlóné, Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Szakmódszertani Csoport, H-6725 Szeged, Tisza Lajos krt. 103.