

9. Az új tudás képződésének eszköze: az induktív gondolkodás

Csapó Benő

Az indukción a megismerés, a gondolkodás egyik legtöbbet tanulmányozott területe. Számos filozófus vélte úgy, hogy az indukción a filozófia egyik fő problémája, és vizsgálata révén meg lehet oldani azt a rejtélyt, hogyan teszünk szert alapvetően új tudásra, hogyan juthatunk olyan következtetésekre, amelyeket a kiinduló állítások nem tartalmaznak, amelyek túlmutatnak a közvetlen tapasztalaton. Az induktív módszert a tudományelmélet mint az empirikus kutatás alapvető formáját, az oktatáselmélet pedig mint a tanítás egyik lehetséges módszerét értelmezi.

Az *induktív gondolkodást* a pszichológia elméletei és modelljei szintén a megismerés egyik alapvető módjaként, az új tudás megszerzésének eszközeként írják le. A tudás legkülönbözőbb összetevőit, illetve azok fejlődését az induktív gondolkodással összefüggésben határozzák meg, az intelligenciától a tanulási képességeken keresztül a szabályok elsajátításáig és a fogalomtanulásig. Bár többnyire nem lehet közvetlen megfeleltetést létesíteni az indukción filozófiai elméletei és az induktív gondolkodás mérésére használt tesztek között, érdekes módon az empirikus vizsgálatok is megerősítették az induktív gondolkodásnak a megismerésben betöltött központi szerepét.

A pedagógia, az oktatáselmélet nem fordít a jelentőségének megfelelő figyelmet az induktív gondolkodásra. Az indukción pedagógiai szerepének értelmezése gyakran leszűkül a példákon keresztül való tanításra. Ebben a fejezetben bemutatjuk az indukción, illetve az induktív gondolkodás tágabb értelmezésének lehetőségeit. Összefoglaljuk az induktív gondolkodással kapcsolatos korábbi kutatások eredményeit, majd felvázoljuk a mérésére szolgáló tesztek elkészítésének alapelveit. Bemutatjuk az induktív gondolkodás fejlődési folyamatait és az iskolai tudással, annak különböző komponenseivel való összefüggéseit.

Az induktív gondolkodásnak az a felmérése, amelyről e könyvben beszámolunk, egy hosszabb távú kutatási program részét képezi. Illeszkedik abba a vizsgálatosorozatba, amelynek keretében az induktív gondolkodás szerkezetét, fejlődési folyamatát (Csapó, 1994a,

1995c, 1997), az iskolai tanulásban betöltött szerepét (Csapó, 1994b) és a fejleszthetőség lehetőségeit (Csapó, 1995a, 1995b, 1996) térképezzük fel, de kapcsolódik ahhoz a tágabb kutatási tendenciához is, melynek során a gondolkodás egyes képességeinek szerkezetét és fejlődési folyamatait írjuk le (l. például Csapó, 1988). Ennek a fejezetnek a középpontjában az iskolai tudás vizsgálatával kapcsolatos felmérés bemutatása áll, de a fejlődési folyamatok leírására felhasználjuk egy korábbi, részletesebb vizsgálat eredményeit is¹.

Az indukció és az induktív gondolkodás értelmezésének elméleti keretei

Ha az induktív következtetés kifejezést használjuk, az jelentheti a tudományos kutatás egy adott lépését, egyéni kutatók vagy kutatócsoportok tevékenységét, de jelenthet egy személyes gondolkodási folyamatot is. Talán ez a többértelműség is okozza, hogy az indukció mint a filozófia, a logika, vagy a tudományelmélet által tanulmányozott következtetési forma sokáig egybeesett az induktív gondolkodással mint pszichológiai jelenséggel. Ma már az induktív gondolkodás tanulmányozásával a pszichológiában is számos irányzat foglalkozik, és folyamatban van az induktív gondolkodás jelentőségét, szerkezetét, fejlődését és iskolai fejleszthetőségét tanulmányozó pedagógiai vizsgálatok önálló kutatási területté szerveződése is. A következőkben áttekintjük az indukció filozófiai és az induktív gondolkodás pszichológiai megközelítéseit.

A tágabb értelemben vett indukció fogalmába beletartoznak a valószínűségi, statisztikai jellegű következtetések is. Korábbi vizsgálatunkban (Csapó, 1994a) még szerepeltettünk egy feladatot a valószínűségi aspektusok elemzésére, de úgy találtuk, hogy a gondolkodás tekintetében az indukció és korrelativitás teljesen szétválik és különböző módon fejlődik. Ezért a továbbiakban a korrelatív és valószínűségi gondolkodást az induktív gondolkodástól különböző, önálló területként vizsgáljuk (l. a 8. fejezetet), így az ilyen mozzanatokra a szakirodalmi háttér bemutatása során sem térünk ki.

Az indukció filozófiai kérdései

Az indukció természetének tanulmányozása, az induktív módszerről való elmélkedés gyökerei a filozófiai gondolkodás kezdetéig nyúlnak vissza. A nyugati filozófia nem kisebb személyiségei szentelték a problémának munkásságuk egy részét, mint *Hume*, *Carnap*, *Russel* és *Popper*. A filozófiai értelmezés szerint „indukció: (1) szűkebb értelemben egy általánosításra való következtetés egyedi példákból; (2) tágabb értelemben bármely kiterjesztő következtetés, vagyis bármely olyan következtetés, ahol a következtetésben kimondott állítás túlmegegy azon, amit a premisszák együttesen állítanak. A tágabb értelemben vett indukció különösen érdekes esetei az analógiával való érvelés, előrejelző következtetés, következtetés az okokra a jelekből és szimptomákból és a tudományos törvények vagy elméletek megerősítése.” (Skyrms, 1995. 368. o.)

¹ A fejezet szakirodalmi háttéréhez ugyancsak felhasználjuk egy korábbi tanulmány anyagát (Csapó, 1994a).

Az indukciónak legutóbbi, talán legkidolgozottabb és valószínűleg legnagyobb hatású elmélete *Karl Popper*től származik, aki „Objektív tudás” című könyvét a következő mondatokkal kezdi. „Természetesen lehet, hogy tévedek, de úgy gondolom, megoldottam egy fő filozófiai problémát, az indukciónak problémáját.” (*Popper*, 1983: 1. o.) A probléma lényege, amelyről *Popper* úgy gondolta, hogy megoldotta, a hétköznapi megismerést tekintve némi leegyszerűsítéssel fogalmazva abban áll, hogyan lehet igazolni azt a hitünket, hogy az egyik helyzetben megszerzett tapasztalatokat (felismert szabályokat) más helyzetekre is érvényesnek tekintjük; úgy gondoljuk, hogy a jövő nagyjából olyan lesz mint amilyen a múlt volt. A probléma tudományelméleti megfelelője: hogyan lehet minden esetre érvényes univerzális állításokat (általános érvényű természeti törvényeket) véges számú megfigyelés alapján igazolni. *Popper* – *Hume*-mal egyetértve – megállapítja, hogy közvetlenül nem lehet: bármennyi egyedi megfigyelést is végzünk, azokkal nem lehet igazolni az általános érvényű törvényt. A megoldás lényege, amit *Popper* javasol, a következő: bizonyos univerzális állításokat át lehet úgy fogalmazni, hogy azokat bizonyos esetekben már meg lehet cáfolni, vagyis azt meg lehet róluk mondani, ha nem igazak. Erre a lehetőségre alapozza *Popper* evolucionista tudományfejlődés-elméletét: az egymással versengő tudományos elméletek közül azt tekinthetjük (éppen) érvényesnek, amelyet (még) nem cáfoltak meg. Abszolút, végérvényesen bizonyított elmélet nincs, a gyakorlatban mégis mindig valamilyen elméletre kell hagyatkoznunk, *Popper* szerint a legjobban tesztelt elméletre.

Ami a kérdés pszichológiai oldalát illeti, *Hume* szerint az azonos helyzetek ismétlődése révén kondicionálódunk, kialakulnak a szokásaink és elvárásaink, amelyeket az új helyzetekben is alkalmazunk. Ezzel viszont *Popper* már nem ért egyet, inkább megfelelő transzformáció révén a probléma logikai (tudományelméleti) megoldását alkalmazza az indukciónak pszichológiai értelmezésére is. Az átvitelt a következő elv alapján kívánja megtenni: „... ami igaz a logikában, az igaz a pszichológiában is.” (*Popper*, 1983. 6. o.).

Ha az idézett megállapítást ebben a formájában szó szerint vesszük, azzal természetesen nem érthetünk egyet. A (klasszikus, arisztotelészi, kétértékű, formális) logikában ugyanis a „Ha p akkor q .” kijelentés igazságértéke csak p és q igazságértékétől függ, és nem függhet attól, hogy p és q milyen konkrét tartalom hordozója. Ami az emberi gondolkodást illeti, ez nem így van. A hétköznapi tapasztalaton túl számos tudományos alapossággal elvégzett vizsgálat is bizonyítja, hogy a kijelentések értelmezése, igazságtartalmuk szubjektív megítélése nemcsak logikai szerkezetüktől, hanem tartalmuktól is erősen függ. Az ember következtetési sémái nem mindig – sőt, inkább csak kivételes, tudományos alaposságot igénylő esetekben – követik azokat a szabályokat, amelyeket a formális logika kidolgozott. Igaz ez még a pontosan formalizált deduktív következtetésekre is, és még kevesebb alapunk van a logika és a gondolkodás közötti megfelelés feltételezésére a kevésbé szigorúan leírható indukciónak esetében. A formális logika nem a gondolkodás pszichológiai természetét tanulmányozza, annak eredményei, bár inspirálhatják a pszichológiai vizsgálódásokat, nem vihetők át a pszichológiai jelenségekre.

Elfogadhatjuk viszont *Popper* filozófiai megfontolásait, ha azokat evolucionista elméletének tágabb kontextusában értelmezzük. Mint későbbi fejtegetéseiből kitűnik, *Popper* nem a konkrét logikai igazságok szintjén képzelte el a transzformációt, hanem az indukciónak módszerében látott párhuzamot: az objektív, tudományos tudás és a szubjektív, egyéni tudás gyarapodásának mechanizmusát találta hasonlónak. Úgy gondolta, hogy a szabályosságok

keresése velünk született tulajdonság, egyszerűen a túlélés elemi feltétele. Hipotézisek, feltevések megfogalmazása, a találgatás, ismeretlen helyzetekre vonatkozó várakozásaink szükségszerűen kialakulnak, ehhez nem kell nagyszámú ismétlődés, mint *Hume* feltételezte. Ezzel lényegében a próba-szerencse típusú tanulással analóg módon képzelel az indukció működését, a hangsúly azonban nem a pozitív tapasztalatok ismétlődésén, azok megerősítő hatásán van, hanem azon, hogy a negatív tapasztalatok fokozatosan kiszűrjék a hibás előfeltevéseket, várakozásokat.

Popper nézetei nemcsak a tudományelméletre voltak hatással, hanem közvetve a pszichológiára, a gondolkodással kapcsolatos kutatásokra, és különböző áttételek révén a tanítás módszereire is. *Popper* filozófiai megfontolásait háttérként tudhatták maguk mögött a tartalmi tudást, az egyes területekhez kötődő kompetenciákat felértékelő irányzatok, a természettudományok tanítását, benne a kísérletezés szerepét pragmatikus alapokra helyező reformerek is. Követői és tanítványai a tanításra, közelebbről az induktív módszerre vonatkozóan számos konkrét javaslatot is megfogalmaztak, *Lakatos Imre* (1981) például a matematika tanításával kapcsolatban. Mindamellett az indukció modern filozófiai elméletei még nem váltak általánosan ismertté és elfogadottá, a tantervfejlesztők és tananyagtervezők körében is számos elavult vagy leegyszerűsítő nézettel találkozunk.

Az induktív gondolkodás az iskolai tanulás kognitív folyamatainak egyik legintenzívebben kutatott területe. Csak az utóbbi két évtizedben e tárgyban megjelent fontosabb publikációk száma is kétszáz fölött van. Érdemes ezek alapján néhány fő tendenciát áttekinteni.

Az induktív gondolkodás helye a képességek rendszerében

Az egyik alapprobléma az induktív gondolkodás helyének, szerepének kijelölése a gondolkodáson belül, megkülönböztetése a gondolkodás más folyamataitól. Jelentőségét, központi szerepét mi sem bizonyítja jobban, mint, hogy a megismerés szinte minden fontosabb jelenségével, a kognitív pszichológia minden fontosabb tradicionális vagy modern területével kapcsolatos értelemzéssel találkozunk: az intelligencia, a tanulási potenciál, a deduktív gondolkodás és a fogalmak fejlődésének elmélete jelentik a fő viszonyítási rendszereket.

A hetvenes évtizedben, a kognitív pszichológia első nagy térhódítása idején az induktív gondolkodás értelmezésében a *szabályindukció* vált az egyik középponti témává, elsősorban a *problémamegoldással* kapcsolatos kutatásokhoz kapcsolódva (*Egan és Greeno, 1974; Simon, 1974*). Egy másik irányból, a matematikai feladatmegoldás felől közelítve *Pólya György* ugyancsak eljutott az indukció és az analógia jelentőségének hangsúlyozásához. Több könyvében is foglalkozik az induktív gondolkodással, a problémamegoldásban és a feladatmegoldásban betöltött szerepével. Különösen az analógiáknak tulajdonít fontos szerepet (*Pólya, 1988*). A rosszul strukturált problémák megoldásának elmélete, amivel *Pólya* szintén sokat foglalkozott, már átvezet a heurisztika és az intuitív gondolkodás területére.

Igen jelentős azoknak a publikációknak a száma is, amelyek az induktív gondolkodást vagy annak valamelyik elemét az *általános intelligenciával*, a *g faktoral* hozzák kapcsolatba (*Sternberg, 1977*). Nagyon sok intelligenciateszt tartalmaz induktív feladatokat, különösen az analógiák, a sorozatok folytatása, és a csoportba nem tartozó elemek megtalálása

(kizárás, „kakukktojás” feladatok), valamint a két dimenzióban, mátrix-szerűen elrendezett elemek szerepelnek az intelligenciatesztekben.

A nyolcvanas években erősödött meg az a szemlélet, amely az intelligenciát a tanulási képességeken keresztül értelmezte, és itt összekötő kapocsként domináns szerepet az induktív gondolkodás játszik. *Pellegrino és Glaser* (1982) is a tanulási adottságok között tartja számon, az általános képességekkel hozza kapcsolatba az induktív gondolkodást. *Ropo* (1987) a tanulás készségeiként értelmezve mutatja be az induktív gondolkodással kapcsolatos kutatásokat. *Klauer* (1990a) az általa kidolgozott feladatrendszerrel ugyancsak a tanulási képességek fejlesztésén keresztül kívánja az intelligenciát is fejleszteni. A tanulási potenciál mérésének újabb irányzatai szintén az induktív gondolkodást állítják a középpontba, néha expliciten is azonosítva az induktív gondolkodást vagy annak egyes elemeit a tanulási potenciállal (*Resing*, 1993), máskor csak a tanulási potenciál mérésre felhasznált eszközöket állítják össze induktív feladatokból (*Tissink, Hamers és Luit*, 1993).

Az új értelmezések megjelenése nem szorította ki az induktív gondolkodás hagyományos koncepcióját sem, bár a hagyományos felosztásra emlékeztető rendszereket merőben új fogalmakkal építik fel. Az egyik, a tradicionális értelmezést megújító irányzat az induktív gondolkodást a deduktív gondolkodással állítja párhuzamba, kimutatva hasonló és különböző vonásaikat. *Sternberg* (1986a) a deduktív gondolkodással párhuzamosan tárgyalja az induktív gondolkodást, és a megkülönböztetés alapja szerinte az lehet, hogy hogyan jelenik meg bennük az általa értelmezett három információfeldolgozó eljárás (szelektív átkódolás, szelektív összehasonlítás és szelektív kombinálás). Úgy véli, az induktív problémák megoldásában a szelektív átkódolás és a szelektív összehasonlítás játszik szerepet, melyekkel a releváns és irreleváns információkat szétválogatjuk, míg a dedukció során a szelektív kombinálás eljárásait alkalmazzuk. *Ennis* (1987) a kritikai gondolkodás taxonómiájában az induktív gondolkodást a képességek 12 elemből álló rendszerében önálló egységként a következtetések között tartja számon (közvetlenül a dedukció után említve) és a lényegét – a hagyományos szemléletnek megfelelően – az általánosításban látja, kiegészítve még a magyarázó jellegű következtetésekkel. *Johnson-Laird* (1988) rendszerében a gondolkodás öt fő formáját (asszociáció, számolás, kreativitás, indukció, dedukció) értelmezi, és az indukciót azzal különbözteti meg a többitől, hogy annak révén szemantikailag új információ keletkezhet. Ehhez az irányzathoz sorolható *Gilhooly* (1982) értelmezése is, aki a hipotézisek generálásában és tesztelésében látja az indukció lényegét.

Ugyancsak hagyományos kutatási terület a fogalmak fejlődését az indukción keresztül értelmezni. Dolgok közös jegyeinek kiemelése, csoportosítása szintén az induktív gondolkodás révén valósul meg (*Egan és Greeno*, 1974; *Markman*, 1989; *Gelman és Markman*, 1987). *Holyoak, Koh és Nisbett* (1989) a klasszikus kondicionálás új elméletét alapozza az induktív tanulásra.

Az induktív gondolkodás elemei

Az induktív gondolkodás elemeit tekintve már kisebb változatossággal találkozunk, a legtöbb szerző ugyanazokat az összetevőket említi. *Pellegrino és Glaser* (1982) mindössze az analógiákat, a sorozatok kiegészítését, az osztályozásokat és mátrixok alkotását veszi számba, *Sternberg* (1986a) már csak az első hármat említi. *Holyoak és Nisbett* (1988) az induktív

gondolkodás legfontosabb összetevőinek a kategóriák alkotását és fogalmak formálását, a generalizációt, a specializációt és az analógiát tartja.

Az induktív gondolkodás elemeit és azok kapcsolatait pontosan értelmező, részletes és következetes rendszert *Klauer* (1990b) dolgozott ki. Definíciója szerint az induktív gondolkodás szabályszerűségek és rendellenességek megtalálását jelenti, mégpedig úgy, hogy tulajdonságokat és relációkat (viszonyokat) összehasonlítva hasonlóságokat, különbségeket, valamint együttesen megjelenő hasonlóságokat és különbségeket ismerünk fel. A definícióban felsorolt elemek kombinálásával az induktív folyamatok két nagy területe értelmezhető: a tulajdonságokkal és a relációkkal kapcsolatos indukció. A tulajdonságok hasonlósága révén az *általánosítás* (generalizáció), különbözőségeként pedig a *megkülönböztetés* (diszkrimináció) alakul ki, e kettő együttes alkalmazásának eredménye az *osztályozás* (klasszifikáció) képessége. A relációk hasonlósága a *kapcsolatok felismeréséhez*, különbözősége pedig a *kapcsolatok megkülönböztetéséhez* vezet. A kapcsolatok hasonlóságának és megkülönböztetésének együttese a *rendszeralkotás*. *Klauer* rendszerében a hat alapvető induktív folyamat azonosítása olyan egyértelmű, hogy annak alapján strukturált fejlesztő feladatrendszert lehet kidolgozni (*Klauer*, 1989a, 1990b). *Klauer* maga három fejlesztő tréninget dolgozott ki különböző életkorú gyermekek számára: az 5–8 éves korosztálynak főleg képi elemeket tartalmazó gyakorlatokat (*Klauer*, 1989b), a 10–13 éveseknek már az olvasni tudást is feltételező feladatokat (*Klauer*, 1991), és egy ehhez hasonló rendszert tanulási nehézségekkel küzdő fiatalok számára (*Klauer*, 1993). Az induktív gondolkodás így azonosított elemeit felhasználva számos más, különböző kontextusban és különböző konkrét tartalmakkal működő fejlesztő program is készült.

Az induktív gondolkodás mechanizmusainak vizsgálata

Az induktív gondolkodás legtöbb összetevőjének mechanizmusát igen részletes vizsgálatokkal tárták fel, melyek eredményeként számos algoritmust, modellt dolgoztak ki. A legtöbb vizsgálat valószínűleg az analógiákkal foglalkozott, számban ezt követte a sorozatokkal kapcsolatos feladatok elemzése, és viszonylag kevés vizsgálat foglalkozott az induktív gondolkodás egyéb összetevőinek mechanizmusával.

Rumelhart és Abrahamson (1973) szóbeli analógiákat használva valószínűségelméleti modellt dolgozott ki az analóg gondolkodásra. *Sternberg* (1977) könyvében négy nagyobb kísérletet mutat be, módszerei között a megoldási idők mérése és a hibaelemzés egyaránt szerepel. Az analógiák mechanizmusait elemzi *Gentile, Kessler és Gentile* (1969), a geometriai analógiákra koncentrál *Labra és Jiminez* (1990); a matematika tanításában való alkalmazás kapcsán pedig *Halford és Boulton-Lewis* elemzi az analógiákat. *Pellegrino és Glaser* (1982) az analógiák működésének leírására algoritmusokat dolgozott ki, majd a feladatok megoldása során mérte a válaszidőket, így tesztelte az algoritmusok érvényességét. Részletesebben a szóbeli, a figurális és a számanalógiákat vizsgálták. *Gick és Holyoak* (1983), valamint *Holyoak* (1985) a kognitív pszichológia séma koncepcióját használja fel, és a transzfert a sémák által közvetített analógiákon keresztül írja le.

A sorozatokkal kapcsolatban *Restle* (1970) megfigyelte, hogy a kísérleti személyek (vizsgálatában egyetemisták) először kisebb részekre bontják azokat és a kisebb szakáson megfigyelhető szabályokat keresik. *Ebert és Tack* (1974) a reakcióidők mérése révén a

számsorozatokkal kapcsolatos feladatok megoldását elemezte. *Holzman, Pellegrino és Glaser* (1983) részletesen feltérképezte a sorozatok folytatásában megjelenő kognitív folyamatokat. *Butterfield, Nielsen, Tangen és Richardson* (1985) a betűsorozatok megoldásának mechanizmusait tesztelméleti módszerekkel vizsgálta.

Az indukció eddig legátfogóbb kognitív pszichológiai elemzésére *Holland, Holyoak, Nisbett és Thagard* (1986) vállalkozott. Könyvükben áttekintik az induktív gondolkodással kapcsolatos fontosabb kérdéseket, alapvető módszerük azonban az információfeldolgozás paradigmához kötődik és a számítógépes modellezhetőség szempontjait tartják szem előtt. Az induktív folyamatokat feltétel-akció típusú szabályok rendszerével írják le. A két fő mechanizmus, amely modelljeikben megjelenik: a régi szabályok folyamatos felülvizsgálata és új szabályok generálása.

Az induktív gondolkodás mérése

Az induktív gondolkodás mérésének, a tesztek elkészítésének kialakult hagyományai vannak, és ebben a tekintetben még sokkal kisebb változatossággal találkozunk, mint az elméleti megközelítésekben vagy a működési mechanizmusok feltárásában. A vizsgálatok túlnyomó részében egyszerű papír-ceruza tesztekkel használnak, általában a feleletválasztós technikát alkalmazzák. Mielőtt bemutatjuk a saját vizsgálataink számára kifejlesztett teszteket, áttekintjük azokat a módszereket, amelyeket az induktív gondolkodás vizsgálatára gyakran használnak

Az induktív gondolkodás mérésének fő módszerei

Az induktív gondolkodás mérésére szolgáló tesztek többsége sorozatokat, analógiákat és mátrixokat használ. A tesztek megoldása során megnyilvánuló induktív folyamat a szabályosság felismerése, majd egy megkezdett sorozat, analógia vagy mátrix folytatása, befejezése, a még hiányzó elem azonosítása.

Pellegrino és Glaser (1982) verbális analógiákat, verbális osztályozásokat, verbális klasszifikációt, figurális (geometriai) analógiákat használ feladataiban. *Sternberg* (1986b) szintén az analógiákat vizsgálja, mégpedig képi (embereket ábrázoló rajzok), geometriai és verbális tartalommal. *Sternberg és Gardner* (1983) két szempont szerinti elrendezésben készített feladataiban az analógiát, a sorozatkiegészítést és az osztályozást veszi alapul, és mindegyikhez háromféle tartalmat használ: sematikus képeket, verbális és geometriai tartalmakat; így összesen kilencféle feladattartalmat definiál.

Klauer (1990b) az indukció általa értelmezett hatféle formájához ötféle tartalmat rendel hozzá: figurális (ábrák), numerikus, képi, verbális és materiális (konkrét, manipulálható tárgyak). Így az általa kidolgozott rendszerben lehet a legtöbb (30) típusú feladatot készíteni.

A tanulási potenciál tesztek elkészítése során *Resing* (1993) az analógiát, a kizárást (exclusion: a csoportba nem tartozó dolog megtalálása) és az átkódolást használja. *Tissink, Hamers és Luit* (1993) a széles területen működő (domain general) képességek mérésére –

ugyancsak a tanulási potenciált mérő teszten belül – a figurális klasszifikációt és a figurális analógiát veszi alapul.

A tesztelméleti kutatások ugyancsak eljutottak az induktív gondolkodás vizsgálatához, erről az oldalról közelíti meg a problémát *Butterfield, Nielsen, Tangen és Richardson* (1985). Betűsorozatokból álló feladatokon keresztül illusztrálják a tesztfejlesztés lehetséges útjait és az elméleti modellek empirikus tesztelésének lehetőségeit.

A talán legerterjedtebb, a világ nagyon sok országában használt nem verbális intelligenciateszt, a Raven-teszt is induktív feladatokból áll. A teszt mátrix formában rendezett geometriai ábrákból áll, a mátrix soraiban és oszlopaiban bizonyos szabályszerűségek érvényesülnek. A nehézség szerint növekvő sorrendbe rendezett feladatokban a mátrix hiányzó elemét kell megtalálni, pontosabban a megadott válaszlehetőségek közül kell a megfelelőt kiválasztani. Bár a Raven-tesztet számos bírálat érte (l. például *Hunt*, 1974), egyszerűsége miatt mégis sok felmérésben használják. Saját vizsgálatainkban szintén többször alkalmaztuk, például a képességfejlesztő programok hatékonyságának – pontosabban a transzfer mértékének – becslésére (l. például *Csapó*, 1991, 1992), és az induktív gondolkodás összefüggéseinek tanulmányozására is. Saját induktív gondolkodás tesztünk és a Raven-teszt között erős kapcsolatot találtunk (0,78 korrelációs együtthatót, l. *Csapó*, 1994a). A Raven-teszttel elvégzett sokféle vizsgálat egyébként egyértelműen igazolta, hogy eredményei szorosan korrelálnak más jellegű intelligenciatesztekkel.

A felmérésekhez használt induktív gondolkodás tesztek

Amint az előzőekben már bemutattuk, a szakirodalom meglehetősen sok, az induktív gondolkodás vizsgálatára szolgáló tesztet ismertet. Általában előnyt jelent az, ha egy vizsgálat-hoz másutt már használt és kipróbált mérőeszközöket lehet használni, hiszen így meg lehet takarítani a fejlesztés költségeit, és mód nyílik az eredmények összehasonlítására is. A más-honnan adaptált mérőeszközökkel azonban gyakran számos probléma is van, ami az említett előnyök kihasználását nem teszi lehetővé. Így például a szöveges részek fordításánál nem mindig lehet egyenértékű megoldásokat találni, és az adaptált változatban gyakran előfordulnak nem megfelelően működő itemek is, melyek módosítása és javítása után már elvész az összehasonlíthatóság. A szakirodalom áttekintése és korábbi vizsgálataink tapasztalatai alapján új mérőeszközök kidolgozása mellett döntöttünk, ugyanakkor átvettünk néhány tipikus és másutt már sikeresen alkalmazott feladatkészítési technikát. Így ki tudtuk használni a saját tesztek alkalmazásának legnagyobb előnyét, a tapasztalatok alapján a folyamatos továbbfejlesztés lehetőségét.

A tesztek és a tesztfeladatok

A tesztek kidolgozása során szem előtt kellett tartanunk, hogy egyrészt széles életkori intervallumot átfogó, csoportos adatfelvételre alkalmas, egyszerűen kezelhető tesztekhez jussunk, másrészt mérőeszközeinkkel az induktív gondolkodás minél több összetevőjének megbízható mérését elvégezhessük, sokféle megnyilvánulási formájáról információt gyűjthessünk. Az előzetes elemzések alapján az analógiás gondolkodás, a szabályindukció és a fogalomalkotás alapját képező induktív folyamatokat kívántuk a vizsgálat középpontjába

állítani. Így végül hat tesztet dolgoztunk ki: a *számanalógiák* és a *szóanalógiák* egyszerű, analóg módon képzett párok révén, az *átkódolás* összetett, analóg módon végzett műveleten keresztül vizsgálja az analóg gondolkodást. A *számsorozatok* és a *betűsorozatok* folytatását kívánó feladatok alkalmasak a szabályindukció tanulmányozására. A *kizárás* teszt feladataiban egy hat elemű halmazból kell az oda nem illő elemet kiválasztani. A teszteket többféle vizsgálatban használtuk és több lépésben továbbfejlesztettük. Ezekkel a tesztekkel végeztük el az induktív gondolkodás fejlődési folyamatainak feltárását (Csapó, 1994a, 1997).

Az iskolai tudás vizsgálatába a korábban kidolgozott induktív gondolkodás tesztek közül hármat vontunk be: a számsorokat, a számanalógiákat és a szóbeli analógiákat. Ezek az F3 függelékben megtalálhatók.

A 9.1. táblázatban bemutatunk egy-egy mintát a feladatokra. Mivel a fejlődési folyamatok leírására egy korábbi felmérés alapján mind a hat teszt adatait felhasználtuk, itt mindegyik tesztet bemutatjuk. Amint a feladatminták is mutatják, a feladatok tartalmául számokat, szavakat, betűket választottunk. A szakirodalomban mindegyik teszt típusra találhatunk példát, de nem találtunk olyan vizsgálatot, amelyben mindezeket együtt tanulmányozták volna.

Amint a mintaként bemutatott feladatokból is látszik, a szóanalógiák és a kizárás esetében a feleletválasztó, a számanalógiáknál, a számsoroknál, a betűsoroknál és az átkódolásnál pedig feleletalkotó technikát alkalmaztuk. A betűsorok és az átkódolás azonban – bár formailag feleletalkotó kérdés – hasonlít a feleletválasztó feladatokhoz is, hiszen az abécé betűiből és a hét napjaiból kell a választ megadni. A számanalógiák és a számsorok esetében a válasz megadása egy szám beírását jelent, így ezek a feladatok ugyancsak könnyen és objektíven értékelhetők. Mivel a különböző tesztek megoldása során különböző konkrét módja van a feladatok megoldásának, a változatosság javítja a teljes mérés, az összesített tesztpontszám validitását is.

A *számsorozatok* teszt feladataiban egy megkezdett számsort kell folytatni két további taggal. A nehezebb feladatokban a számokat összekapcsoló bonyolult szabályok is előfordulnak, például a számok közötti különbség 2 növekvő hatványa, vagy két különböző szabály szerint változó számsor van egymásba ágyazva.

A *számok analógiája* feladatokban két számpárt összekapcsol valamilyen összefüggés, ugyanennek az összefüggésnek az alapján kell egy harmadik számpárt képezni, a megadott számhoz párt találni. A számpárokat összekapcsoló összefüggés a legkönnyebb feladatban egy egyszerű összeadás (pl. x párja $x+12$), a nehezebb feladatokban bonyolultabb lineáris összefüggés (pl. x párja $3x+6$). A sikeres megoldáshoz fel kell ismerni, milyen összefüggés kapcsolja össze a megadott párokat, majd azt alkalmazni kell a harmadik pár megalkotása során.

9.1. táblázat. Minta a tesztfeladatokra

Számsorok						
3	6	11	14	19	22	_____
Számok analógiája						
20→32	8→20	11→	_____			
Szóbeli analógiák						
SZÉK : BÚTOR = KUTYA : ?						
a MACSKA	b ÁLLAT	c TACSKÓ	d ASZTAL	e KUTYAÓL		
Betűsorok						
a	c	e	g	i	k	m _____
Átkódolás						
Minta:	hétfő + szerda = csütörtök;		kedd + csütörtök = szombat			
Feladat:	szerda + csütörtök = _____					
Kizárás						
a SÁL	b CIPŐ	c KALAP	d SZÉK	e TRIKÓ	f KESZTYŰ	

A szóbeli analógiák teszt feladataiban az egyik szópár analógiájára kell egy másik szópárt képezni, a megadott szóhoz a felsorolt lehetőségek közül választva kell létrehozni az új párt. Az analógia alapja lehet például a halmazba tartozás, a rész-egész viszony, az időrend, az ok-okozat kapcsolat, a szinonima, az ellentét, a tulajdonság, a funkció, az átalakulás (valamiből valami lesz) stb.

A betűsorok teszt feladataiban a sorrendiségre alapozott szabályok (pl. minden harmadik betű visszafele, egymásba ágyazott sorozatok) játszanak szerepet. Az átkódolás teszt feladataiban teljes összefüggésrendszert kell az egyik rendszerből a másikba átvinni. A kizárás teszt feladataiban mind konkrét (ruhadarab, folyadék), mind absztrakt halmazképző ismérvek (emberi kapcsolat, pozitív tulajdonság) szerepelnek.

A tesztekben az előzetes tudás hatását nem lehet teljesen kiküszöbölni, így a matematikai kompetencia kétségtelenül szerepet játszik a numerikus tesztek, míg például a szókinccs a verbális tesztek megoldásában. A tesztek készítése és kipróbálása során azonban külön is figyelmet fordítottunk az olyan feladatok a kiszűrésére, ahol az előzetes tudásnak túl nagy jelentősége lehet.

Az 1993–94-ben elvégzett felmérések után az adatok alapján a tesztek ismét átdolgoztuk. Jelentősen rövidítettük a szóanalógiák tesztet, elsősorban a túl könnyű itemek kiagyásával. Általában a többi teszt túl könnyű itemjeit is nehezebbé tettük, javítottuk az itemek differenciáló erejét. Ezekkel a módosításokkal a kiválasztott három teszt együttes nehézsége a 13–17 éves korosztály számára közel került az ideálisnak tekinthető állapothoz. (Vizsgálatunk teljes, a hetedik és a tizenegyedik csoportot együtt kezelő mintájának átlagos teljesítménye közel áll az 50%-hoz, egészen pontosan 51,5%.)

Amint e tesztfejlesztési technikákból is kitűnik, a tesztek eredményének, az egyes egyének vagy csoportok tesztpontszámának nincs közvetlen jelentése (a tesztek átdolgozásával a pontszámok is változnak), a pontszámokat valamihez viszonyítanunk kell. Ezekkel a tesztekkel normaorientált mérést végezhetünk, azaz az egyes személyek teljesítményeit a felmért csoport normáihoz viszonyíthatjuk. A tesztek tehát arra valók, hogy azokkal gyere-

keket vagy csoportokat egymással összehasonlítsunk. Az elért pontszámok jelentését kifejezőbbé tehetjük, ha azokat valamilyen további jelentést hordozó skálára számítjuk át. A pszichológiai mérésekben (pl. intelligenciateszteknel) gyakran használják a 100 pont átlaggal és körülbelül 15 pont szórással rendelkező skálát. Az induktív gondolkodás eredményeit a korábbi vizsgálatban megjelenítettük a valószínűségi tesztelméletek alapján készített skálán is (Csapó, 1994a). Ebben a fejezetben (hasonlóan a könyv többi fejezetéhez) az eredményeket csak a szemléletes és könnyen értelmezhető százalékpontokban fejezzük ki, vagyis az elérhető maximális pontszám százalékában. Mivel főleg összehasonlításokat végzünk és összefüggéseket elemzünk, nincs szükség arra, hogy az eredményeket bonyolultabb skálákra számítsuk át.

A tesztek reliabilitása

Annak, hogy az iskolai tudás összefüggéseinek elemzésére csak három tesztet használtunk, egyszerű gyakorlati oka van. A három teszt megoldása egyrészt sokkal kevesebb időt igényel a felmérésben résztvevő tanulóktól – és ez egy sok felmérést magában foglaló vizsgálatnál fontos szempont –, másrészt már a három teszttel is kielégítő megbízhatósággal végezhetjük el az induktív gondolkodás vizsgálatát. Ezt a két – korábbi és jelenlegi – vizsgálatunkban használt tesztek reliabilitásmutatóinak összehasonlításával illusztrálhatjuk. (A reliabilitás bővebb értelmezését l. a harmadik fejezetben, a reliabilitásmutató kiszámítását pedig a F2 függelékben.) A korábbi vizsgálatra a továbbiakban mint „fejlődésfelmérésre”, az e könyvben részletesebben elemzett adatokra pedig mint „iskolai tudás vizsgálat”-ra fogunk hivatkozni.

A 9.2. táblázat adataival egyrészt illusztráljuk, hogy a reliabilitás számszerű értéke sok tényezőtől függ, többek között a minta méretétől és összetételétől, az eredmények szórásától valamint a teszt hosszúságától (a feladatok számától). Másrészt bemutatjuk, hogy elég sok adatunk van tesztjeink „viselkedésének” megítéléséhez, és a különböző mintákon különböző tesztekkel végzett felmérések egyaránt kielégítő reliabilitást eredményeztek.

Amint a táblázat mutatja, a iskolai tudás vizsgálatban a tesztek reliabilitásmutatói rendre kisebbnek adódtak, mint a korábbi fejlődésfelmérésben. Ebben nyilvánul meg a reliabilitásmutató mintafüggése: amíg a fejlődésfelmérésben a harmadiktól tizenegyedik osztályig terjedő életkori intervallumot fogtuk át, és a számításokat több, mint 2200 tanuló adatai alapján végeztük el, az iskolai tudás vizsgálatban használt tesztek reliabilitásmutatóinak kiszámítását a hetedik és a tizenegyedik minta alapján, kevesebb mint 1000 tanuló adataival végeztük el. A minta méretének, változatosságának csökkenése a reliabilitásmutató csökkenéséhez vezetett. Ez a csökkenés érintette a két felmérésben megegyező számú itemmel szerepeltetett számsorok és számanalógiák reliabilitásmutatóit. E két teszt szempontjából a különbséget úgy értelmezhetjük, hogy nem a tesztek lettek kevésbé megbízhatóak, hanem inkább a második minta kevésbé alkalmas a tesztekben rejlő teljes reliabilitás megmutatására. A reliabilitás csökkenésének másik oka a teszt megrövidítése lehet, és ez érvényes a szóanalógiák tesztre. A teszt feladatainak számát 36-ról 28-ra (tehát mintegy 22%-kal) redukáltuk, ennek ellenére a reliabilitás változása alig nagyobb, mint a másik teszteknel, vagyis nem veszítettünk annyit a teszt rövidítésével, mint amennyit ezáltal időben (és költségekben) megtakarítottunk.

9.2. táblázat. A tesztek reliabilitásmutatói

Teszt	Fejlődés-felmérés		Iskolai tudás vizsgálat	
	Itemek száma	Cronbach α	Itemek száma	Cronbach α
Számsorok	16	0,85	16	0,84
Számanalógiák	14	0,92	14	0,88
Szóanalógiák	36	0,94	28	0,89
Betűsorok	14	0,91	–	–
Átkódolás	6	0,86	–	–
Kizárás	18	0,71	–	–
Induktív gondolkodás feladatok együtt	104	0,97	58	0,93

Ha az összes teszt valamennyi feladatát egyetlen tesztnek tekintjük, akkor a táblázat utolsó sorában szereplő reliabilitásmutatókat kapjuk. Ez az érték mind a két esetben magas. A második vizsgálatban (három teszt kihagyása miatt) már csak alig több, mint fele annyi feladat szerepelt, mint az elsőben, de a felhasznált feladatok összességükben még így is megbízható mérést tesznek lehetővé. A más változókkal való összefüggések vizsgálatakor többnyire a három teszt együtteséből képezett mutatót használjuk, tehát az 58 feladat által együttesen meghatározott reliabilitást vehetjük alapul. Az induktív gondolkodás egészét mérő tesztnek a három teszt százalékpontban kifejezett eredményének egyszerű számtani közepét tekintjük. Ez az a mérőeszköz, ami a könyv többi fejezetében az induktív gondolkodást reprezentálja.

A vizsgálat eredményei

A fejlődésfelmérés mintavételének alapelvei megegyeztek a jelenlegi vizsgálatéval, azzal a különbséggel, hogy akkor a középiskolás mintákban szerepeltek a szakmunkástanulók is. Így az eredményeket közvetlenül csak a hetedikesek esetében lehet összehasonlítani. Az adatokat két fázisban, 1993 tavaszán és 1994 tavaszán gyűjtöttük össze. Az 1993-as felmérésbe a 7., 9. és 11. osztályokat vontuk be. Az adatok elemzése nyomán bebizonyosodott, hogy a tesztek fiatalabb tanulókkal való felmérésre is alkalmasak, így a következő tanévben a fejlődési folyamatok feltérképezését lefele meghosszabbítottuk, elvégeztük az adatgyűjtést a 3. és 5. osztályokban is. Ez utóbbi mintákat ugyanazokból az általános iskolákból választottuk, mint a 7. osztályos mintát (l. *Csapó*, 1994a). Ugyanehhez a vizsgálatához kapcsolódott a természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazásának első, szélesebb körű vizsgálata is. (Erről bővebben l. *Csapó és B. Németh*, 1994.) A fejlődési folyamatok bemutatásához mindkét minta adatait, az összefüggések elemzéséhez azonban csak az iskolai tudás vizsgálat anyagát használjuk fel.

A fejlődési folyamatok

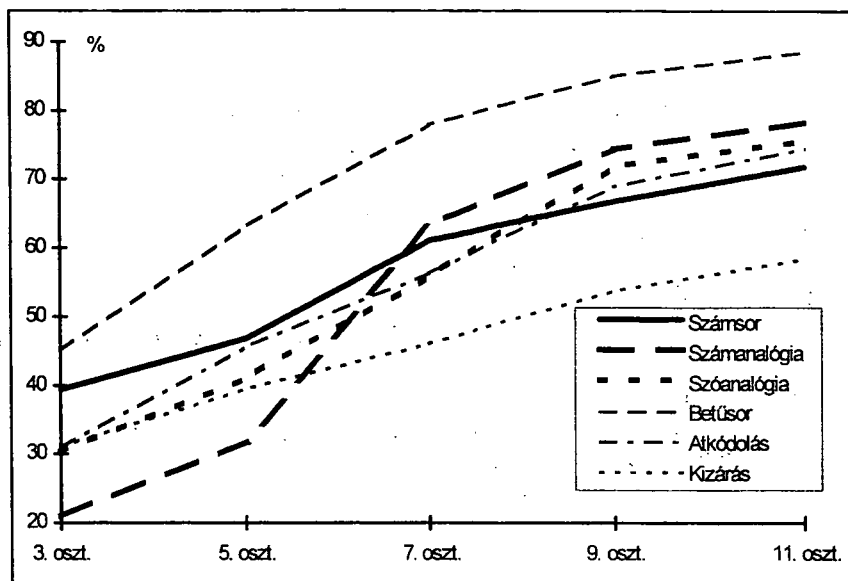
A kognitív fejlődést sokféle módon tanulmányozhatjuk. A legkidolgozottabb, a szerkezetre és a megismerési folyamatok mechanizmusaira is kitérő fejlődéstudományok a fejlődést többnyire minőségi változások egymásutánjaként írják le (pl. *Piaget* elmélete), míg az intellektuális fejlődés globális jellemzői jól tanulmányozhatók mennyiségi elemzések révén (pl. az intelligencia mérése a pszichometriai irányzat keretében). A könyv más fejezeteiben számos példa található a változások minőségi jellemzésére. (Az 5. fejezetben pl. a fogalmak, a 7. fejezetben a logikai műveletek fejlődésére.) Az induktív gondolkodás vizsgálatára szolgáló tesztek alapvetően a fejlődés átfogó, mennyiségi leírására alkalmasak.

Az induktív gondolkodás fejlődését az 1993–94-ben elvégzett felmérések eredményei alapján mutatjuk be. A 9.1. ábrán egyenként szemléltettük a hat teszt eredményeit, illetve az azoknak megfelelő fejlődést.

A kvantitatív, mennyiségi mutatókkal leírható fejlődés, a növekedés gyakran logisztikus (elnyújtott S alakú) görbével jellemezhető: a változás lassan indul, majd felgyorsul, végül a záró szakaszban ismét lelassul. Az ábrán látható görbék csaknem mindegyike megfeleltethető a logisztikus görbe valamelyik szakaszának. A betűsorok tesztje a fejlődés záró periódusára emlékeztet, a kizárás teszt inkább egy elhúzódozó változás induló szakasza lehet, a többi teszt pedig a fejlődés széles intervallumát átfogja. Legjobban a számok analógiája közelíti meg a logisztikus görbével jellemző fejlődést, de közel áll ehhez a másik analógia teszt, a szóanalógiák tesztje is és a számsorok teszt is.

Az ábra elmélyült elemzése alapján részben választ kaphatunk arra a kérdésre is, hogy ha a tesztek számát valamely vizsgálatban való felhasználáshoz csökkentenünk kell, miért érdemes az említett három tesztet megtartanunk. A különböző görbék egyben azt is jelzik, hogy az induktív gondolkodást nem célszerű egyetlen teszttel mérni, az induktív gondolkodás különböző tartalmú feladatokban némiképpen különböző módon nyilvánul meg. Fiatalabb korban az analógiák nehezebbnek bizonyultak a sorozatoknál, idősebb gyerekeknél viszont éppen fordított a helyzet. Az analógiákon belül a számokkal és a szavakkal végzett feladatok nehézsége is megfordul: fiatalabb korban a szavakat, idősebb korban a számokat tartalmazó feladatokat oldják meg a gyerekek könnyebben. Lehet ennek oka az is, hogy az iskola jobban hat a számokkal végzendő, közvetlenebbül megragadható műveletekre, mint az elvontabb fogalmi gondolkodást, több intuíciót igénylő szóbeli analógiák megoldásának képességeire.

A két szélső mérési pont (általános iskola harmadik osztálya és középiskola harmadik osztálya) között a legnagyobb változást (57,4 %pont) a számanalógia teszt esetében találtuk, a fejlődés nagyon alacsony szintről indul, és meglehetősen magas szintre jut el. Ebben a változásban valószínűleg a matematikai tudás gyarapodása is szerepet játszik. A szóanalógiák teszt szintén jelentős változást (45,4 %pont) tükröz, ami arra utal, hogy az analóg gondolkodás általában is jól fejlődik, a számanalógiák esetében tapasztalt impresszív változást tehát nem lehet csak a matematikai kompetencia fejlődésének tulajdonítani. Ez utóbbi feltevést az is alátámasztja, hogy a számsorokban nyújtott teljesítmények esetében kisebb változást (32,4 %pont) tapasztaltunk.



9.1. ábra. Az induktív gondolkodás tesztek fejlődési görbéi (Csapó, 1994a alapján)

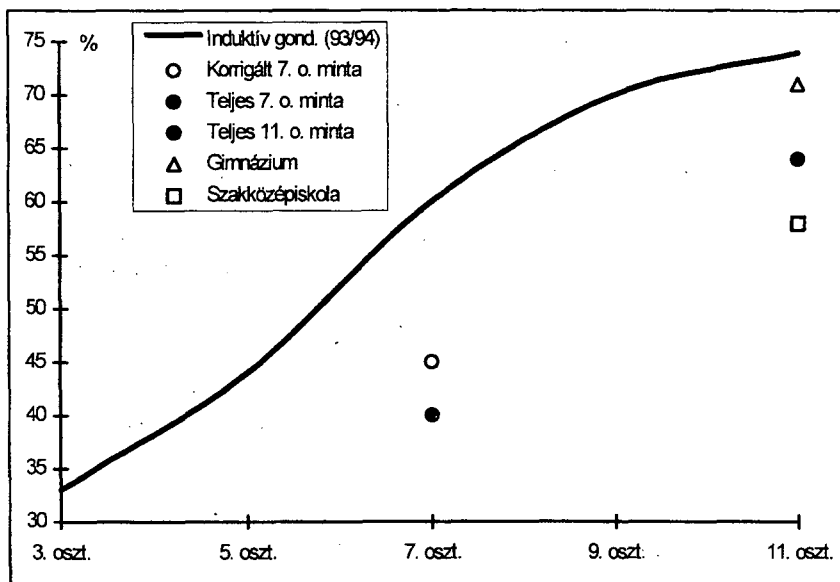
Az iskolai tudás vizsgálatának keretében felvett induktív gondolkodás tesztek eredményeit a 9.3. táblázatban foglaltuk össze. A további elemzések megalapozása és más vizsgálatokkal való összehasonlíthatóság érdekében közöljük a különböző részminták átlagát és szórását is.

A három teszt nehézségi sorrendje minden mintában, részmintában a számsor – számanalógia – szóanalógia volt. A táblázat adatai közül csak a három tesztből képzett teljes induktív gondolkodás teszt eredményeit elemezzük részletesebben. Könnyebben értelmezhetjük az eredményeket, ha azokat a korábbi fejlődésvizsgálat hasonlóan összegzett adataival összehasonlítható módon szemléltetjük. Az 9.2. ábrán megrajzoltuk annak a fejlődésnek a görbéjét, amelyet a hat teszttel végzett mérés tükröz. A görbe alapján úgy tűnik, hogy a logisztikus görbe inflexió pontja az ötödik osztály idejére tehető, ez az az életkor, ahol a gyorsuló ütemű fejlődés lassulóra vált át. A fejlődés nagyobb része a hetedik osztályos kor előtt megy végbe.

9.3. táblázat. A minták és részmintáinak eredménye az induktív gondolkodás teszteken

	Számsor		Számanalógia		Szóanalógia		Induktív össz.	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
7. osztály	27,7	16,1	46,9	23,2	51,1	21,0	40,3	16,6
Korrigált 7. Oszt.	30,0	16,0	52,1	22,7	56,8	19,6	45,4	15,1
11. osztály	45,3	20,7	70,1	22,8	79,0	14,2	64,4	14,7
Gimnázium	49,7	21,5	79,3	21,4	83,9	12,6	70,6	13,9
Szakközépiskola	41,0	19,0	61,2	20,5	74,2	14,2	58,5	12,9

Mivel a két adatfelvétel céljai, mintái és felhasznált tesztszei is mások voltak, az ábra nem annyira az eredmények közvetlen összehasonlítását, mint inkább a két vizsgálat összekapcsolását, a különbségek és hasonlóságok megállapítását, és néhány átfogó következtetés megfogalmazását segíti. A két felmérés mintái között a hetedik osztályos tanulók jelenthetik a kapcsolatot, ez az az életkori csoport, amelyet a két vizsgálatban egyforma módszerekkel állítottunk össze.



9.2. ábra. Az induktív gondolkodás eredményei a két vizsgálatban

Ha a két vizsgálat eredményeit közvetlenül szeretnénk összehasonlítani, ezt a mintát használhatjuk fel arra, hogy a hat teszttel végzett első és a három teszttel végzett második mérés adatait egymásnak megfeleltessük. A két teszt eredményeit kifejezhetjük egy közös skálán is, ha például a második mérés adatait úgy transzformáljuk, hogy annak számszerű átlaga (és szórása) az elsőével megegyezzen. Az ábrán ez azt jelentené, hogy a későbbi felmérés (teljes) hetedikes mintáját megjelenítő pontot feljebb toljuk a korábbi vizsgálatot reprezentáló görbéig. E pont és a görbe közötti távolság jellemzi, mennyivel nehezebb az új tesztrendszer ez előzőnél. A két vizsgálat eredményei közötti kapcsolat megmutatása a középiskolások esetében a minták eltérései miatt már csak bonyolultabb korrekciós számításokkal lehetséges. Az mindenesetre valószínű, hogy nem követünk el túl nagy hibát, ha feltételezzük, hogy a két tesztrendszerrel a vizsgált életkori intervallumban nagyjából azonos meredekségű fejlődési görbét kapnánk.

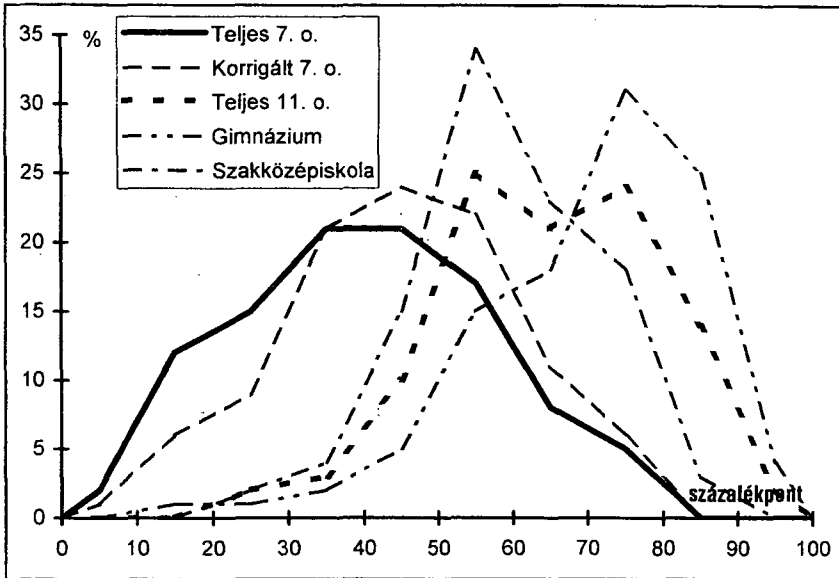
Az iskolai tudás vizsgálat eredményeiből a teljes és a korrigált (a tanulmányi eredmény alapján a felső 67%-ba tartozó tanulók) hetedikes minta átlagát is feltüntettük az ábrán. A két felmérés során tapasztalt fejlődésmentet (a fejlődés ütemét, ill. a görbe meredekségét) összehasonlíthatjuk ha a korrigált hetedikes mintát és a középiskolai mintát reprezentáló

pontokat képzeletben összekötjük. A fejlődés üteme kicsit meredekebbnek tűnik annál, mint amit a korábbi vizsgálat során tapasztaltunk. Ezt a megfigyelést számszerűen kifejezve (a két minta közötti különbséget a négy évre elosztva), és a szóban forgó életkori szakaszban egyenletes fejlődést feltételezve (ami, mint az ábra ugyancsak mutatja, nem teljesen áll fenn) körülbelül 4,75 százalékpont/év fejlődési ütem adódik. A fejlődés-felmérés során a hetedik és tizenegyedik osztály között a változás üteme csak 3,47 százalékpont/év volt. Ennek alapján valószínűnek tűnik, hogy a valódi fejlődési ütem ez utóbbi adathoz áll közelebb. Az ábrán az említett két pontot nem kötöttük össze, mert az előző megfontolások alapján nem lehetünk biztosak abban, hogy az így kapott egyenes jól kifejezné a fejlődés valódi ütemét.

A fenti gondolatmenet alapján években is kifejezhetjük a teljes és a korrigált hetedikes minta közötti különbséget: az 5,1 százalékpontnyi különbség egy-másfél év fejlődésnek felel meg. A két középiskolás csoport, a gimnazisták és szakközépiskolások között jelentősebbek a különbségek. A szakközépiskolások átlaga (4 százalékpont/év fejlődési tempóval számolva) körülbelül 1,46 évnyre tér el lefelé, míg a gimnazisták átlaga 1,55 évet tér el felfelé a teljes középiskolai mintától. A két iskolatípusba járó tanulók átlaga közötti különbség több mint két év, vagy – tekintettel az ebben a korban már erősen lelassult fejlődésre – inkább több. Természetesen az években kifejezett különbségek ilyen egyszerű becslése csak nagyon durva közelítéssel fejezi ki a fejlődésbeli különbségeket, és csak arra szolgál, hogy az adatok jelentését szemléletesebbé tegye. Az mindenesetre egyértelműen kiténik az eredményekből, hogy a két iskolatípusba járó gyerekek intellektuális fejlődése erősen polarizálódik.

Elméletileg is érdekes probléma, miért van ekkora különbség a két iskolatípus tanulói között. Vajon eleve a jobb (induktív) gondolkodási képességekkel rendelkezők kerülnek a gimnáziumba, vagy a gimnázium fejlesztő hatása intenzívebb, és emiatt alakulnak ki a nagy különbségek? Adataink alapján erre a kérdésre nem tudunk pontos választ adni, ezeket a kérdéseket csak egy longitudinális (követéses) vizsgálattal lehetne pontosan tisztázni.

A könyv más fejezeteiben is találkozunk olyan eredményekkel, amelyek a két iskolatípusba járó tanulók közötti jelentős különbségekre utalnak. Mivel az induktív gondolkodás jól kifejezi az általános intellektuális fejlettségi szintet, érdemes ezért adatainkat ebből a szempontból még alaposabban szemügyre venni, és a minták illetve részminták között levő különbségeket tovább elemezni. A 9.3. ábrán az induktív gondolkodás eloszlásait mutatjuk be a különböző mintákon. Az egymással való összehasonlíthatóság érdekében a gyakorisági poligonokkal a relatív gyakoriságokat ábrázoltuk, azaz mindegyik esetben az adott mintát illetve részmintát tekintettük 100%-nak, tehát az ábrán feltüntetett értékek a megfelelő rész minta százalékában értendők.



9.3. ábra. Az induktív gondolkodás eloszlásai

Az ábra elemzésével részben választ kaphatunk az előzőekben feltett kérdésre, hogy a szakközépiskolások és a gimnazisták intellektuális fejlettsége között a harmadik osztályban talált különbség oka vajon a beiskolázáskor történt szelekciónak, vagy inkább a két iskolatípus eltérő fejlesztő hatásának tulajdonítható. Ha megfigyeljük a hetedikes minta eloszlását, akár a teljes, akár a korrigált mintáét, mindegyiket megközelítően normális eloszlásúnak találjuk. Különösen szabályos, közel szimmetrikus alakja van a korrigált minta eloszlásának: nagyjából ilyen tehát a középiskolákba beáramló minta, polarizációnak itt még semmiféle nyoma nincs. Ha viszont a középiskola harmadik osztályának eloszlását vesszük szemügyre, itt már két maximummal rendelkező, bimodális eloszlást találunk. A teljes középiskolás (gimnázium és szakközépiskola együtt) mintánk polarizált, és ebben nem játszik szerepet a szelekció, hiszen a különböző iskolatípusokba járó gyerekeket itt együtt kezeltük. *Ez a különbség csak úgy alakulhat ki, ha a középiskolába belépő gyerekek egyes csoportjai különbözőképpen fejlődnek.* Ezek után nem nehéz azonosítani a különbözőképpen fejlődő csoportokat. Elég összehasonlítani a szakközépiskolások és a gimnazisták teljesítményeinek eloszlását, látható, hogy két közel normális, bár ferde eloszlást mutató görbét kaptunk. Ezek az eloszlások önmagukban már nem tükrözik a polarizációt, viszont annyira különböznek egymástól, mintha nem is ugyanabból a populációból vett mintáról lenne szó.

A két középiskola-típusba járó tanulók között az induktív gondolkodás tekintetében található nagy különbségek okainak feltárása további vizsgálatokat igényel. Lehetnek a polarizáció háttérben iskolán kívüli okok is. Nagyon valószínű, hogy ugyanazok a tényezők, amelyek hatnak a szellemi fejlődésre (pl. a családi háttér), egyben befolyásolják az iskolaválasztást is. E tényezők azonban önmagukban csak megnövelnék a tanulók közötti különbségeket, de nem bontanák őket két különböző populációra. A nagymértékű különbsé-

geket az iskolarendszer működése hozza létre. A kétféle iskolatípusban a gyerekek nemcsak mást és másként tanulnak, de más viszonyuk alakul ki a tanuláshoz, a művelődéshez is. Bár mindkét iskolatípus érettségit ad, az eredmények alapján kétséges, hogy a szakközépiskolákból és a gimnáziumokból kikerülő fiatalok érettségi bizonyítványának azonos jegyei mögött az intellektuális képességeknek ugyanaz a fedezete áll.

Az előzőekben bemutatott eredmények, az iskolatípusok közötti polarizáció nem pszichológiai, hanem társadalmi jelenség. Annak értékelése és kezelése, hogy működik egy olyan iskolatípus, amelyik nem járul hozzá teljes mértékben a tanulók képességeinek fejlődéséhez, vagy másik oldalról megközelítve, hogy az iskola egyenlőtlenül osztja el a tudásbéli javakat, nem pszichológiai vagy oktatáseméleti, hanem közoktatás-politikai vagy oktatás-gazdaságtani probléma, és ennek részletesebb tárgyalását nem tekintjük feladatunknak.

Ami az iskolatípusok közötti különbségek pedagógiai, oktatáseméleti konzekvenciáit illeti, azok inkább pozitívak. A gimnazisták jobb eredményeiből arra következtethetünk, hogy a tananyagnak, a tanulásnak, a minőségi oktatásnak van fejlesztő hatása; az iskola, ha megfelelően működik, hat az intellektuális fejlődésre. Nemcsak a tudást közvetíti, hanem még az olyan általános értelmi képességek fejlődését is befolyásolja, mint az induktív gondolkodás.

Az induktív gondolkodás összefüggései

Az induktív gondolkodás és valamely kitüntetett változó kapcsolataival a könyv más fejezetei is foglalkoznak. Amíg azonban másutt az induktív gondolkodás csak mint az éppen tanulmányozott tulajdonsággal összefüggő változók egyike jelent meg, itt az induktív gondolkodást állítjuk a középpontba, és módszeresen megvizsgáljuk a felmérésben szereplő többi változóhoz fűződő kapcsolatait. Az összefüggések bemutatására az egyszerű eloszlásvizsgálattól a korrelációs számításokon keresztül a többváltozós elemzésekig sokféle módszer kínálkozik, mindegyik egy kicsit más oldalról mutatja meg az induktív gondolkodást.

Az induktív gondolkodás kapcsolata néhány háttértényezővel

A második fejezetben már megvizsgáltuk az induktív gondolkodás és az attitűdök összefüggéseit. Általában hetedikben is csak közepes erősségű kapcsolatokat találtunk, középiskolában pedig nagyon alacsony, többnyire nem is szignifikáns korrelációkat. Néhány további háttérváltozóval való összefüggést a 9.4. táblázat tartalmaz.

Mindkét életkorban szoros kapcsolatot találtunk azokkal a változókkal, amelyek az igényszívnalat, a tanulók motivációját, ambícióit és énképét jellemzik. Jól korrelál az induktív gondolkodás fejlettsége azzal a pontszámmal, amiről a tanulók úgy gondolják, hogy egy matematika- vagy természettudományi teszten elérnének. Ha tehát az induktív gondolkodásuk határozná meg az ilyen a tesztek eredményeit, azokat viszonylag jól tudnák a tanulók előre jelezni. A tanulók elméleti teljesítményeikkel kapcsolatos énképe ezek szerint általában reális. Ennél kissé alacsonyabbak az összefüggések az igényszínttel, vagyis azokkal a pontszámokkal, amelyekkel a tanulók elégedettek lennének a megnevezett teszten. A továbbtanulási szándék szintén jól korrelál az induktív gondolkodás fejlettségével. Ezek az összefüggések azt tükrözik, hogy az induktív gondolkodás nemcsak a kognitív változókkal, hanem az affektív szféra más összetevőivel is szoros kapcsolatban áll.

9.4. táblázat. Az induktív gondolkodás és néhány háttérváltozó korrelációja

	7. osztály	11. osztály
Általános elégedettség	0,15	0,25
Matematika várható	0,52	0,37
Matematika elégedett	0,40	0,35
Természettudomány várható	0,41	0,38
Természettudomány elégedett	0,36	0,24
Továbbtanulási szándék	0,48	0,36
Apa iskolai végzettsége	0,23	0,25
Anya iskolai végzettsége	0,18	0,22

A táblázat alapján az egyik legfontosabb megfigyelésünk az lehet, hogy a szülők iskolai végzettségének hatása nem túl jelentős. Talán ez az a változócsoporthoz, ahol egyértelműen meg tudjuk mondani, milyen irányú meghatározottság áll az összefüggés mögött: egészen biztos, hogy a szülők iskolai végzettsége, pontosabban az a tágabb értelemben vett családi háttér, intellektuális miliő amit a szülők iskolázottsága jellemez, hat a tanulók gondolkodásának fejlődésére, és nem megfordítva. Ez a hatás abban a nagyvárosi körzetben, ahol felmérésünket végeztük, viszonylag alacsony. Más tényezők, például az iskola ezt a hatást könnyen kiegyenlíthetnék.

Sokféle elemzésben találtuk már azt, hogy a kognitív teljesítmények és a családi háttér hatásának összefüggései az idősebb tanulók esetében általában kisebbek, mint a fiatalabbnál. Szokatlan, hogy itt nem ez a helyzet, az induktív gondolkodás és a szülők iskolázottsága két életkorban gyakorlatilag egyformán korrelál. Ezért érdemes a lehetséges okokat alaposabban megvizsgálni. A két középiskola-típus tanulói közötti nagy különbség alapján arra gyanakodhatunk, hogy nem a szülők iskolázottsága hozza létre a különbségeket önmagában, hanem esetleg a két iskolatípusba más családi háttérű tanulók járnak.

Valóban, ha csak a gimnáziumba járó tanulókra számítjuk ki a korrelációs együtthatókat, azt találjuk, hogy az apa iskolázottságával mindössze 0,097, az anya iskolázottságával pedig 0,087 szinten korrelál az induktív gondolkodás fejlettsége. A szakközépiskolásokra ugyanezek az adatok 0,054 és 0,027. Természetesen ezek az összefüggések sem statisztikailag nem szignifikánsak, sem gyakorlati jelentőségüket tekintve nem különböznek a nullától, a pontos adatokat éppen csak jelentéktelenségük illusztrálására idéztük.

A szülők iskolai végzettségének, a tanulók középiskola-választásának és az induktív gondolkodás fejlettségének imént bemutatott összetett kapcsolatát részletesebben is áttekinthetjük, ha az induktív gondolkodás teszten nyújtott teljesítményeket a szülők iskolai végzettsége és a tanulók iskolatípusa szerinti bontásban vizsgáljuk. Ezeket az adatokat a 9.5. táblázat foglalja össze. A táblázat mindegyik iskolatípus alatt két oszlopot tartalmaz, az első oszlopban az apák iskolai végzettségének százalékos eloszlása, a második oszlopban az adott végzettségű apák gyermekeinek az induktív gondolkodás teszten nyújtott teljesítménye látható.

9.5. táblázat. Az induktív gondolkodás és néhány háttérváltozó korrelációja

Apa isk. végzettsége	Gimnazisták		Szakközépiskolások	
	Apák aránya (%)	Induktív gondolkodás	Apák aránya (%)	Induktív gondolkodás
Nyolc általános	2,0	54,9	10,1	60,7
Szakmunkásképző	21,0	68,6	41,2	56,2
Érettségi	24,6	73,5	33,6	60,3
Főiskola	17,5	71,8	8,4	60,4
Egyetem	34,9	71,1	6,7	58,2

A táblázat egyértelműen tükrözi a szülők iskolai végzettségében fennálló óriási aránytalanságokat. Amíg a gimnazisták 52,4%-ának apja felsőfokú végzettségű, a szakközépiskolás tanulók 15,1%-ának apja végzett főiskolát vagy egyetemet. A skála másik végén pontosan fordított a helyzet: a gimnazisták 23,0%, a szakközépiskolások esetében 51,3% azok aránya, akiknek az apja szakmunkás-képesítést vagy annál alacsonyabb végzettséget szerzett.

Ha az induktív gondolkodás teszt eredményeit tekintjük, az adott iskolatípuson belül nincs a szülők végzettsége szerint egy irányba mutató különbség: gimnáziumban például az érettségizett apák gyermekei teljesítenek a legjobban, de egyik iskolatípusban sem az egyetemet végzett apák gyermekei érték el a legjobb eredményt. Ha viszont a két iskolatípust hasonlítjuk össze, az azonos végzettségű apák gyermekei szinte mindegyik kategóriában tíz ponttal többet érnek el gimnáziumban, mint szakközépiskolában. Egyedül a nyolc osztályt végzett apák gyermekeire nem érvényes a fenti tendencia. A gimnazistáknak azonban mindössze 2%-a tartozik ebbe a kategóriába, így az ő adatuk elhanyagolható. A várakozáson felül teljesítő szakközépiskolások eredménye viszont figyelemre méltó. (Nélkülük a gimnázium-szakközépiskola különbség még nagyobbak adódna.)

Az induktív gondolkodás fejlettsége tehát a középiskola vége felé már nem áll közvetlen kapcsolatban a szülők iskolázottságával. A szülők iskolázottsága azonban befolyásolja a tanulók iskolaválasztását, majd a két iskolatípusban a tanulók különböző módon fejlődnek. Tehát lényegében az iskola hozza létre azokat a különbségeket, amelyek a szülők iskolázottsága szerinti különbségekben is tükröződnek.

Vizsgálatunkban csak néhány olyan háttérváltozót szerepeltettünk, amelyek a tanulók családi-társadalmi környezetét jellemzik. Azonban ezek az elemzések jelzik, hogy az induktív gondolkodás összefüggései a tudás meghatározottságának újszerű oldalait mutatják meg, vagy más módon erősítenek meg bizonyos, korábban is ismert tendenciákat. Mind az affektív változók szélesebb körének, mind a családi-társadalmi háttérrel jellemző további mutatóknak a vizsgálatától érdekes összefüggések felszínre kerülését várhatjuk.

Az induktív gondolkodás és a tudás más komponenseinek összefüggései

Az induktív gondolkodás összefüggéseinek vizsgálata általában megerősítette a tanulásban, megismerésben játszott szerepével kapcsolatos korábbi megállapításokat: a felmérésünkben szereplő legtöbb más kognitív változóval magas korrelációs együtthatót találtunk. Az osztályzatokkal való átfogó összefüggéseket a második fejezetben már elemeztük (1. 2.6. táblá-

zat). A legszorosabb kapcsolatokat a hetedikes jegyekkel találtuk, tehát azok jelzik leginkább azt a fajta általános értelmességet, amit az induktív gondolkodás tesztek mérnek. Középiskolában ezek az összefüggések már kevésbé szorosak. A tudásszintmérő tesztek (1. a 3. fejezetet) eredményeivel ugyancsak szoros kapcsolatokat találtunk. A tesztekkel mérhető tudásra is érvényes, hogy hetedikben szorosabban, a középiskolában kevésbé szorosan függenek össze az induktív gondolkodás fejlettségével. Ha az osztályzatokat a tanulmányi átlagokkal, a tesztekkel mérhető tudást a négy teszt átlagával jellemezzük, a tesztekkel mért tudás korrelációi (hetedikben 0,61, középiskolában 0,46) rendre magasabbak, mint a tanulmányi átlag összefüggései (hetedikben 0,51, középiskolában 0,36).

Mivel a három teszt különböző tartalmakkal méri az induktív gondolkodást, érdemes az egyes tesztek kapcsolatait külön is megvizsgálni. Mint korábban láttuk, a verbális és numerikus tartalmak a különböző életkorokban eltérő módon befolyásolhatják a teljesítményeket, ezért a 9.6. táblázatban az összefüggéseket életkorok szerint bontásban foglaljuk össze. (Biológia- és kémiaeszteket a 11. évfolyamon csak a gimnazisták írtak, így e tesztek korrelációi is csak a gimnazistákra érvényes összefüggéseket tükrözik.)

9.6. táblázat. Az induktív gondolkodás és a kognitív változók korrelációs együtthatói

	7. osztály				11. osztály			
	Szám- sorok	Szám- analóg.	Szó- analóg.	Induk- tív gond.	Szám- sorok	Szám- analóg.	Szó- analóg.	Induk- tív gond.
Tanulmányi átlag	0,25	0,37	0,49	0,51	0,17	0,33	0,33	0,36
Biológiajegy	0,25	0,37	0,47	0,48	0,19	0,32	0,32	0,37
Fizikajegy	0,27	0,39	0,50	0,52	0,13	0,24	0,23	0,27
Kémiajegy	0,37	0,42	0,55	0,60	0,17	0,24	0,26	0,30
Matematikajegy	0,35	0,45	0,52	0,59	0,10	0,22	0,27	0,25
Nyelvtanegy	0,28	0,38	0,48	0,51	0,11	0,24	0,23	0,25
Irodalomjegy	0,23	0,34	0,42	0,44	0,14	0,25	0,20	0,26
Történelemjegy	0,26	0,35	0,42	0,46	0,12	0,20	0,19	0,23
Idegennyelvjegy	0,20	0,28	0,33	0,40	0,10	0,26	0,24	0,26
Magatartásjegy	0,17	0,27	0,32	0,36	0,03	0,14	0,18	0,15
Szorgalomjegy	0,22	0,35	0,41	0,45	0,14	0,22	0,16	0,23
Tesztek átlaga	0,33	0,44	0,58	0,61	(0,30)	(0,29)	(0,41)	(0,46)
Biológiaeszt	0,16	0,24	0,44	0,38	(0,05)	(0,06)	(0,18)	(0,08)
Fizikaeszt	0,31	0,42	0,45	0,54	0,25	0,30	0,47	0,45
Kémiaeszt	0,24	0,27	0,40	0,40	(0,06)	(0,14)	(0,31)	(0,21)
Matematikaeszt	0,32	0,48	0,57	0,62	0,20	0,42	0,45	0,49
Természettud. alkalm.	0,28	0,32	0,43	0,45	0,21	0,41	0,48	0,48
Termtud. tévképzetek	0,13	0,21	0,22	0,26	0,03	0,07	0,26	0,16
Matematikai megértés	0,27	0,40	0,39	0,48	0,28	0,37	0,41	0,48
Korrelatív gondolkodás	0,12	0,17	0,29	0,27	0,03	0,12	0,27	0,16
Deduktív gondolkodás	0,13	0,10	0,22	0,20	0,24	0,19	0,31	0,32

(A zárójelben szereplő korrelációk kiszámítása a gimnáziumi tanulók eredményei alapján történt.)

Hetedik osztályban a szóanalógiák részteszt korrelációi majdnem minden változóval magasabbak, mint a számanalógiák részteszt összefüggései. Az egyetlen kivétel a matematikai megértés teszt, de a különbség ott sem jelentős. Érdekes megfigyelni, hogy még a matematikajegy és a matematikateszt is szorosabban korrelál a verbális, mint a numerikus tartalmú feladatokkal. A számsorok teszt korrelációi a deduktív gondolkodást kivéve mindenütt a legalacsonyabbak. Úgy tűnik tehát, hogy az analógiákban való gondolkodás, analógiák értelmezése és használata az induktív gondolkodásnak az a komponense, amelyik legjobban áthatja a megismerés más területeit, ez az az összetevő, amelyik legszélesebb körben befolyásolja a kognitív teljesítményeket.

Az analógiáknak mind a humán tantárgyakban (pl. hasonlatok, metaforák), mind a természettudományok tanulásában (pl. modellezés, izomorf jelenségek) fontos szerepük van, és ezt a felmérés adatai, illetve az összefüggések vizsgálata is megerősítette. A verbális analógiák használatát gyakran hozzák kapcsolatba a gondolkodás olyan, nehezen meghatározható összetevőivel is, mint a heurisztikus gondolkodás vagy az intuitív gondolkodás. A mechanizmust, az átvitel módját felmérésünk adatai alapján nem tudjuk meghatározni, de az látszik, hogy az induktív gondolkodás legalapvetőbb jellemzőit abban az irányban kell keresnünk, amerre a verbális analógiák eltérnek a másik résztesztekétől. Akinek fejlett az képessége, hogy jól oldja meg a verbális analógia feladatokat, az jól teljesít más kognitív területeken is. Nem csupán jó osztályzatokat szerez, amiben a verbális képességeknek könnyen értelmezhető szerepe lehet, hanem az objektív tesztekkel mérhető tudása is jobb az átlagosnál.

A három résztesztből képezett induktív gondolkodás teszt kapcsolatai minden esetben (az egyetlen kivétel ismét a deduktív gondolkodás teszt) szorosabbak, mint a három részteszt bármelyikének a megfelelő változóhoz fűződő kapcsolata. Érdemes tehát összetett, több különböző résztesztből álló induktív gondolkodás tesztet használnunk. A korreláció javulása olyan mértékű, aminek nem csak technikai okai lehetnek. (Több itemből álló tesztnek magasabb reliabilitásmutatója, jobb reliabilitású teszteknek pedig szorosabbak lehetnek a korrelációi.) Az együttes teszt az induktív gondolkodás képességeinek szélesebb körét méri, megbízhatósága mellett validitása is jobb.

A középiskolás minta eredményeiről csaknem pontosan azt lehet elmondani, mint amit a hetedikes minta kapcsán megfigyelhettünk. Alapvető különbség, amit szinte az induktív gondolkodás minden kapcsolatánál tapasztalunk, hogy az idősebbek esetében általában a kapcsolatok kevésbé szorosak. A hetedikesekre érvényes megfontolások a tizenegyedikesekre inkább csak tendenciaszerűen vonatkoztathatók. Ennek egyik oka lehet az intellektuális képességek az életkor előrehaladtával egyre jobban megnyilvánuló differenciálódása.

Többváltozós összefüggésvizsgálatok

Ha az induktív gondolkodással mint függő változóval a teljes, a két korosztályból képezett mintát vesszük alapul, és az elemzésbe a lehető legtöbb változót bevonva többszörös regresszióanalízist végzünk, a variancia 63%-át tudjuk magyarázni. Ez tehát az az elvi lehetőség, amennyire a vizsgálat keretein belül az induktív gondolkodást más változók függvényeként le tudjuk írni. A vizsgálatba bevont képességek közül az induktív gondolkodás varianciáját lehet a legjobban megmagyarázni más változókkal, és a különböző összehasonlítások (1. a 10. fejezetet) is azt mutatják, hogy az induktív gondolkodásnak döntő szerepe

van más változók varianciájának értelmezésében. Azaz, az a képesség, amit az induktív gondolkodás tesztek mérnek, sokoldalúan átszövi a tudás különböző komponenseit. Érdekes tehát az induktív gondolkodás összefüggéseivel részletesebben is foglalkozni.

A többszörös regresszióanalízis újabb szempontokat hoz az összefüggések elemzésébe. A felmérés változói egymással is sokszorosan összefüggnek, így, ha csak a korrelációkat vizsgáljuk, a több szálon, más változóktól származó közvetített hatások is megjelennek az éppen vizsgált korrelációs együtthatókban. A regressziós modellekben viszont a különböző forrásból származó hatások csak egyszer jelenhetnek meg. Ezen az úton meg tudjuk mutatni, melyek azok a változók, amelyek eredeti, más változók által nem tartalmazott hatásokat tartalmaznak.

A következőkben a hatások két nagy csoportját vizsgáljuk, különválasztva elemezzük a háttérváltozók és a kognitív változók hatásrendszerét. Természetesen a két változó-csoport hatásai között is vannak átfedések, és ha a két változórendszer egy modellben kezeljük, a megmagyarázott variancia sokkal kisebbnek adódik, mint a két modell által külön értelmezhető variancia összege.

Elemzéseinkkel tehát azt szeretnénk kideríteni, melyek azok a változók, amelyekkel az induktív gondolkodás varianciájának legnagyobb hányadát értelmezni lehet. Az itt bemutatandó regressziós modelljeinkbe csak azokat a változókat vontuk be, amelyek hatása statisztikai értelemben szignifikáns. Mivel a felmérés két korosztályának tudás-szerkezete, a tudás meghatározottsága alapvetően különbözik, az elemzéseket a két életkori mintára külön végezzük el. (E megoldással elveszítjük az ismert variancia egy részét, hiszen az életkor szerepét így már kizárjuk.) Az elemzéseket mindegyik esetben úgy végeztük, hogy a kiinduló modellbe az adott csoport (háttér illetve kognitív) összes változóját bevontuk, majd újraszámoltuk a hatásokat már csak a szignifikáns változók bevonásával.

A háttérváltozókkal végzett regresszióanalízis eredményét a 9.7 és 9.8. táblázatokban foglaltuk össze. Amint a táblázatokból kiténik, az elemzés a két életkorban egészen különböző eredményre vezetett.

Hetedik osztályban a variancia nagyobb hányadát tudjuk értelmezni, de ehhez sokkal kevesebb változóra van szükségünk, mint a középiskolában. Lényegében már két változóval is ki tudjuk fejezni az ismert hatások döntő többségét.

Érdekes módon a matematikai teljesítménnyel kapcsolatos igényszívnál „gyűjti magába” legjobban a háttérváltozók hatását. Ez az a változó, amely kifejezi az arra a kérdésre adott választ, hogy a tanuló (saját véleménye szerint) várhatóan hány pontot kapna egy matematikateszten. Természetesen a modellben ez a változó más tényezők hatását is közvetítheti, de az a tény, hogy nem esett ki a regressziós modellből, azt bizonyítja, hogy annak a tulajdonságnak, annak a személyiségvonásnak van az egyik legnagyobb önálló hozzájárulása az induktív gondolkodás fejlettségéhez, amit ezzel a kérdéssel mérni lehet.

9.7. táblázat. Az induktív gondolkodás és néhány háttérváltozó kapcsolata: regresszióanalízis a 7. osztály adatai alapján

Függő változó: Induktív gondolkodás	
Független változó	Hatás (%)
Továbbtanulási szándék	13,3
Matematika várható	19,0
Apa iskolai végzettsége	0,9
Összes ismert hatás	33,2

A másik jelentős változó a továbbtanulási szándék, annak kifejezése, hogy a tanuló az iskolázottság milyen szintjére szeretne eljutni. Bár mindegyik változó a motiváltsággal, az igényességgel kapcsolatos, úgy tűnik annak elegendően különböző aspektusait tükrözik. A várható teszteredmény inkább a pozitív énkép szerepét emeli ki, míg a továbbtanulási terv inkább az ambíciók jelentőségére utal. A két változó szerepét még hangsúlyosabbá teszi, hogy olyan változók estek ki a modellből, mint az attitűdök, az iskolai teljesítményekkel való általános elégedettség, vagy a természettudományokban nyújtott teljesítményekkel kapcsolatos énkép és igényszínvonal. A modellben meghagytuk a statisztikai szignifikancia határán álló, az apa iskolai végzettségét tükröző változót. Azonban a táblázatból látszik, hogy az egy százaléknál is kisebb önálló hozzájárulásával nem játszik gyakorlatilag jelentős szerepet.

A középiskolások adataival végzett elemzések, bár a konkrét eredményeket tekintve az előzőtől egészen eltérő képet mutatnak, hasonló következtetések megfogalmazására nyújtanak lehetőséget. Itt a természettudományi teljesítménnyel kapcsolatos énkép hordozza a legnagyobb hatást. Második legjelentősebb tényezőnek a matematikai teljesítménnyel kapcsolatos igényszínvonal bizonyult. Itt is megmaradt a jelentős hatások hordozójának a továbbtanulási szándék és további fontos tényezőnek bizonyult az iskolai teljesítményekkel való elégedettség. Az attitűdök itt sem jelentek meg a szignifikáns változók között, a családi háttér szerepét megjelenítő apa iskolai végzettsége viszont ebben az életkorban valamivel nagyobb. Az anya iskolai végzettsége egyébként egyik korosztály regressziós modelljében sem jelent meg, de ez a korrelációk (l. a 9.4. táblázatot) arányai alapján már várható volt.

Összességében tehát a háttérváltozók közül mindkét életkorban az igényesség és az ambíció mutatói bizonyultak meghatározó jelentőségűnek az induktív gondolkodás fejlődésével összefüggésben. A két különböző, mintán más változók eredményei alapján tett hasonló megállapítások erősítik a következtetések megalapozottságát. Természetesen az a néhány kérdés, amellyel felmérésünkben a tanulóknak a kognitív szférán túlmutató vonásait reprezentáltuk, nem alkalmas

9.8. táblázat. Az induktív gondolkodás és néhány háttérváltozó kapcsolata: regresszióanalízis a 11. osztály adatai alapján

Függő változó: Induktív gondolkodás	
Független változó	Hatás (%)
Továbbtanulási szándék	4,8
Általános elégedettség	3,6
Természettudomány várható	7,2
Matematika elégedett	5,2
Apa iskolai végzettsége	2,6
Összes ismert hatás	23,4

9.9. táblázat. Az induktív gondolkodás és néhány kognitív változó kapcsolata: regresszióanalízis a 7. osztály adatai alapján

Függő változó: Induktív gondolkodás	
Független változó	Hatás (%)
Kémiajegy	9,9
Nyelvtanjegy	7,1
Matematikateszt	16,0
Természettud. alkalmazása	8,5
Termtud. tévképzetek	1,8
Matematika megértés	4,5
Deduktív gondolkodás	1,9
Korrelatív gondolkodás	2,3
Összes ismert hatás	52,0

arra, hogy a személyiség, a motiváció szerepét részletesen jellemezze, jelzi azonban, hogy milyen irányban kellene a vizsgálatokat tovább folytatni.

A *kognitív változókkal* végzett regresszió-elemzések eredményeit a két korosztályra a 9.9. és 9.10. táblázatokban foglaltuk össze. A független változók között kiindulásként az összes tantárgy osztályzatát, a négy tantárgyi tesztet, a tudás minőségét jellemző három tesztet (természettudományi tudás alkalmazása, természettudományi tévképzetek és matematikai megértés) és a két másik gondolkodás tesztet szerepeltettük. Tekintettel az induktív gondolkodásnak a megismerésben betöltött jelentőségére, és a tudás különböző komponenseit sokféle módon összekapcsoló jellegére, ezek az elemzések a többi teszt érvényességével kapcsolatos megfontolásokra is alkalmat adnak. Azok a tesztek például, amelyek együttesen szerepelnek a modellekben, valami olyasmit mérnek, ami kapcsolatban van az induktív gondolkodással, de ha a két teszt együttesen szerepel, akkor ez azt is jelzi, hogy egymástól különböző dolgokat mérnek.

A táblázatokban a szignifikáns hatást mutató változókkal kialakított modell eredményei szerepelnek. A kognitív változóra is érvényes, hogy segítségükkel hetedik osztályban az induktív gondolkodás varianciájának sokkal nagyobb hányadát tudjuk értelmezni, mint a középiskolában.

Az általános iskola vége felé a tanulók induktív gondolkodásának fejlettségét még nagyon sok más kognitív tényező befolyásolja, a modellben a változók széles köre hordoz jelentős hatásokat. Az osztályzatok közül a kémia és a nyelvtan bizonyult jelentős önálló hatások hordozójának. Érdekes, hogy mindkét tantárgy a legkevésbé kedveltek közé tartozik. Talán ez (is) lehet az a tulajdonságuk, ami miatt más tárgyaktól eltérő hatást hordoznak, de még valószínűbb, hogy ezeknek vannak olyan komponensei, amelyek különböznek a modellben maradt tesztektől. A tudásszintmérő tesztek közül a matematikatesztre kaptuk a legnagyobb megmagyarázott varianciát. Ez nagyrészt magyarázható az induktív gondolkodás vizsgálatára használt tesztekben előforduló számolási műveletekkel, amelyeknek ebben az életkorban még jelentős szerepük lehet a matematikai tudásszintmérő és a két induktív részteszt megoldásában egyaránt.

A tudás minőségével kapcsolatos tesztek mindegyike jelentős önálló hatást hordoz, kiemelkedő a természettudományok alkalmazásának szerepe. A matematikai megértés teszt együtt szerepel matematika tudásszintmérő teszttel, és jelentős önálló hatást hordoz. Ez a teszt tehát valóban a matematika tudásának valami olyan önálló komponensét méri, amit a tudásszintmérő tesztek nem mérnek, ami azokban nincsen benne. A két gondolkodásteszt, bár alacsony önálló hatással, de ugyancsak megmaradt a modellben. A kismértékű hozzájárulás egyrészt jelzi, hogy a gondolkodásnak az induktív gondolkodástól valóban eltérő ösz-

9.10. táblázat. Az induktív gondolkodás és néhány kognitív változó kapcsolata: regresszióanalízis a 11. osztály adatai alapján

Függő változó: Induktív gondolkodás	
Független változó	Hatás (%)
Biológiajegy	2,8
Fizikateszt	1,4
Matematikateszt	7,7
Természettud. alkalmazása	11,4
Matematikamegértés	10,0
Deduktív gondolkodás	4,1
Összes ismert hatás	37,4

szetevőit mérik, az pedig, hogy mindkettő szerepel a modellben, azt is jelzi, hogy egymástól is jelentősen különböznek.

A középiskolások adataival végzett elemzések szerint a természettudományos tudás alkalmazásával áll az induktív gondolkodás a legszorosabb kapcsolatban (9.10. táblázat). A meghatározottság irányát, azaz hogy miért áll fenn ez a szoros kapcsolat, korrelációs elemzésekkel nem lehet kideríteni. Nagyon valószínű azonban, hogy kétirányú meghatározottságról van szó: a természettudományok értelmes tanulása fejleszti az induktív gondolkodást, a fejlett induktív gondolkodás pedig segíti a tudás új helyzetekben való alkalmazását. Az analógiás gondolkodás a tudás egyik kontextusból a másikba való átvitelét igényli, az összefüggések, szabályok felismerése sokféle módon segítheti a tudás transzferjét. A természettudományos tudás alkalmazásának kapcsolatait más vizsgálatainkban is kimutattuk. Azt találtuk, hogy az alkalmazás sikerességének egyik legfontosabb meghatározója az induktív gondolkodás fejlettsége (Csapó, 1994a, 1997; Csapó és B. Németh, 1994; I. továbbá a 4. fejezetet). Az összefüggés annál is érdekesebb, mert a természettudományi tudás alkalmazása teszt látszólag ismereteket, deklaratív tudás vizsgál. Az induktív gondolkodással való kapcsolata jelzi, hogy a tudás alkalmazása valóban a gondolkodással függ össze.

Ezek az összefüggések egyben rámutatnak a megfelelő színvonalú természettudományi nevelés önmagán túlmutató jelentőségére, a gondolkodás kiművelésében betöltött szerepére. A kapcsolat felhasználása a másik irányban is lehetséges: az induktív gondolkodás különböző mechanizmusainak, különösen az analógiáknak a használata a természettudományok tanításának régi módszere. Az utóbbi időben a megértés elmélyítésében és a tévképzetek kiküszöbölésében és általában a tudás minőségének, konzisztenciájának javításában kap fontos szerepet az analógiák használata (l. például Iđing, 1977, Glynn, 1991).

Az eredmények egyben tükrözik azt is, hogy bár a természettudományi tévképzetek és a korrelatív gondolkodás vizsgálatára szolgáló feladatok összeállításának elsődleges célja nem a pszichometriai értelemben vett mérőeszköz készítése volt, a tudás egy bizonyos, a más tesztekkel mértől jelentősen különböző sajátosságát konzisztens módon megjelenítik. A deduktív gondolkodás mindkét életkorban megmaradt a modellben. Hetedikben kisebb, a tizenegyedik osztályban nagyobb hatását sikerült kimutatni. Az eredmények mind az induktív gondolkodáshoz fűződő kapcsolatát, mind pedig alapvetően különböző jellegét tükrözik.

Összegzés, következtetések

Az induktív gondolkodásnak a megismerésben betöltött kiemelkedő jelentőségét elméleti megfontolások, pszichológiai és pedagógiai kutatások egyaránt alátámasztják. Vizsgálatunk megerősítette a korábbi megállapításokat: eredményeink szerint az induktív gondolkodás valóban sokirányú és szoros kapcsolatban áll a tudás más összetevőivel. Formái közül – szintén számos előző kutatás eredményével megegyezően – az analógiákat találtuk a legfontosabbnak, különösen a verbális analógiák sokféle jelentős összefüggését sikerült kimutatni.

Azt tapasztaltuk, hogy az induktív gondolkodás főleg az ismeretek alkalmazásában és a megértésben játszik fontos szerepet. Ez a megfigyelés jól értelmezhető az olyan modellek

alapján, amelyek a tudás transzferjét, új helyzetben való felhasználását az indukcióval, különösen pedig az analóg gondolkodással hozzák kapcsolatba.

Elemzéseink megmutatták, hogy a felmérésekhez használt induktív gondolkodás tesztek valóban jól mérik az intellektuális fejlettség egy bizonyos dimenzióját. Alkalmask arra, hogy az azonos életkorú tanulók közötti különbségeket és a teljesítmények mennyiségi változását, a fejlődést segítségükkel feltárjuk. Jól használhatók továbbá arra is, hogy az induktív gondolkodásnak más kognitív változókhoz fűződő kapcsolatait elemezzük.

Az induktív gondolkodást tanítható, fejleszthető képességnek tekintjük. Eredményeink szerint a megfelelő színvonalú iskolai oktatás jelentősen hozzá is járulhat a fejlődéshez. A gimnáziumba és a szakközépiskolába járó tanulók között jelentős különbséget találtunk, amit nem tudunk mással magyarázni, mint a két iskolatípus eltérő fejlesztő hatásával. A közismereti tárgyak nagyobb aránya, és valószínűleg a több és inkább elméleti orientációjú tanulás, valamint az oktatás egészének minősége eredményezi a gimnazisták nagyobb arányú fejlődését. Ugyanakkor középiskolában már nem tudtuk kimutatni a családi háttér közvetlen hatását, és az általános iskola utolsó előtti évében is csak csekély kapcsolatot találtunk a szülők iskolázottsága és a gyermekeik induktív gondolkodás teszteken nyújtott teljesítménye között. Nem tapasztaltunk tehát olyan külső korlátot vagy akadályt, amely kizárná vagy megnehezítené, hogy az iskola az intellektuális fejlődésben hatékonyabban működjön közre. Mindamelllett a vizsgálatba bevont néhány affektív változóval való kapcsolat jelezte azt is, hogy a kognitív fejlődésnek lehetnek a kognitív szférán kívül eső meghatározói. Felmérésünk keretében például az ambíciókat, az igényességet találtuk ilyen tényezőknél.

Eredményeink, az induktív gondolkodás általunk is feltárt szerteágazó összefüggérendszer alapján érthetőnek tartjuk azokat a pszichológiai koncepciókat, amelyek az általános értelmességet az induktív gondolkodáson keresztül közelítik meg, illetve teszi mérhetővé. Pedagógiai szempontból ugyanakkor termékenyebbnek tartjuk a gondolkodás sokféle konkrét megjelenési formájának tanulmányozását.

Az induktív gondolkodással kapcsolatos további kutatások fő feladatát szerkezetének és iskolai, tanulási kontextusban való működésének részletesebb leírásában látjuk. Az iskolai megismerésben betöltött szerepének pontosabb értelmezése, az induktív folyamatok azonosítása révén fejlesztése is hatékonyabbá válhat. Mindenekelőtt a tanulók különböző tudáselemeinek összekapcsolásában, eltérő forrásokból származó tapasztalataik egységes értelmezésében lehet az induktív gondolkodásnak nagyobb szerepe. Különösen hatékonyan segítheti 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. Ha az iskolai oktatás nagyobb figyelmet fordít az induktív gondolkodás konkrét folyamataira, hatékonyabban segítheti a tananyag jobb megértését, az ismeretek alkalmazását, a tudás transzferjét, általában mindazt, amit értelmes tanuláson értünk.

Irodalom

- Butterfield, E. C., Nielsen, D., Tangen, K. L. és Richardson, M. B. (1985): Theoretically based psychometric measures of inductive reasoning. In: Embretson, S. E. (szerk.) *Test design. Developments in psychology and psychometrics*. Academic Press, Inc. New York. 77–149.
- Csapó Benő (1991): A gondolkodás művelési képességeinek fejlesztése – A kísérlet eredményei. *Új Pedagógiai Szemle*, 4. sz. 31–40.
- Csapó, B. (1992): Improving operational abilities in children. In: Demetriou, A., Shayer M. és Efklides, A. (szerk.): *Neo-Piagetian theories of cognitive development. Implications and applications for education*. Routledge, London. 144–159.
- Csapó Benő (1994a): Az induktív gondolkodás fejlődése. *Magyar Pedagógia*, 94. 1–2. sz. 53–80.
- Csapó Benő (1994b): Az induktív gondolkodás fejlesztése és a vizsgák. *Új Pedagógiai Szemle*, 6. sz. 36–47.
- Csapó, B. (1995a): Improving inductive reasoning through the content of teaching materials in primary and secondary schools. Paper presented at the symposium „*Fostering higher order skills*”. *Fifth Conference of the International Association of Cognitive Education*. New York, July 9–13.
- Csapó, B. (1995b): Improving inductive reasoning through the content of teaching materials. Paper presented in the symposium „*Teaching Intelligence*”. *Sixth European Conference for Research on Learning and Instruction*. University of Nijmegen, The Netherlands. August 26–31.
- Csapó, B. (1995c): Development of inductive reasoning in adolescence. In: Y. Iram and Z. Gross (szerk.): *The role and place of the humanities in education for the world of the 21st century*. Proceedings of the 11th International Congress World Association for Educational Research. Bar Ilan University, Ramat-Gan. Vol. 1. 319–328.
- Csapó, B. (1996): Development of inductive reasoning. Paper presented in the symposium „*Fostering Learning and Inductive Reasoning Skills*”. *14th Biennial Meetings of the International Society for the Study of Behavioral Development*. Quebec City, Canada, August 12–16.
- Csapó, B. (1997): Development of inductive reasoning: Cross-sectional measurements in an educational context. *International Journal of Behavioral Development*, 20. 4. sz. 609–626.
- Csapó Benő és B. Németh Mária (1994): A természettudományos ismeretek alkalmazása: mit tudnak tanulóink az általános és a középiskola végén? *Új Pedagógiai Szemle*, 8. sz. 3–11.
- Ebert, H. és Tack, W. H. (1974): Einige Lerneffekte bei Aufgaben zur Zahlenfolgen-Induktion. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 21. 511–529.
- Egan, G. E. és Greeno, J. G. (1974): Theory of rule induction: Knowledge acquired in concept learning, serial pattern learning and problem solving. In: Gregg, L. W. (szerk.): *Knowledge and cognition*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Potomac, Maryland. 43–104.
- Ennis, R. H. (1987): A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In: Baron, J. B. és Sternberg, R. J. (szerk.): *Teaching thinking skills*. W. H. Freeman and Company, New York, 9–26.
- Gelman, S. A. és Markman, E. M. (1987): Young Children's Inductions from Natural Kinds: The Role of Categories and Appearances. *Child Development*, 58. 6. sz. 1532–1541.
- Gentile, J. R., Kessler, D. K. és Gentile, P. K. (1969): Process of solving analogy items. *Journal of Educational Psychology*, 60. 6. sz. 494–502.
- Gick, M. L. és Holyoak, K. J. (1983): Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15. 1–38.
- Gilhooly, K. J. (1982): *Thinking: Directed, undirected and creative*. Academic Press, London.

- Gonzalez-Labra, M. J. és Balleteros-Jiminez, S. (1990): An analysis of item difficulty in the solution of geometric analogies. In: Mandl, H., De Corte, 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.* Pergamon Press, Oxford. 523–536.
- Halford, G. S. és Boulton-Lewis, G. M. (1992): Value and limitations of analogies in teaching mathematics. In: Demetriou, A., Shayer, M. és Efklides, A. (szerk.): *Neo-Piagetian theories of cognitive development. Implications and applications.* Routledge, London and New York. 183–209.
- 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. (1985a): The pragmatics of analogical transfer. In: Bower, G. H. (szerk.): *The psychology of learning and motivation.* Vol. 19. Academic Press, Orlando, FL. 59–87.
- Holyoak, K. J., Koh, K. és Nisbett, R. E. (1989): A theory of conditioning: inductive learning within rule-based default hierarchies. *Psychological Review.* 96. 2. sz. 315–340.
- 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.
- Holzman, T. G., Pellegrino, J. W. és Glaser, R. (1983): Cognitive variables in series completion. *Journal of Educational Psychology.* 75. 603–618.
- Hunt, E. (1974): Quote the Raven? Never more! In: Gregg, L. W. (szerk.): *Knowledge and cognition.* Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Potomac, Maryland. 129–158.
- Iding, M. K. (1997): How analogies foster learning from science texts. *Instructional Science,* 25. 233–253.
- Johnson-Laird, P. N. (1988): A taxonomy of thinking. In: Sternberg, R. J. és Smith, E. E. (szerk.): *The psychology of human thought.* Cambridge University Press, Cambridge, 429–457.
- Klauer, K. J. (1989a): Teaching for analogical transfer as a means of improving problem solving, thinking and learning. *Instructional Science,* 18. 3. sz. 179–192.
- Klauer, K. J. (1989b): *Denktraining für Kinder I.* Hogrefe, Göttingen.
- Klauer, K. J. (1990a): 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.
- Klauer, K. J. (1990b): Paradigmatic teaching of inductive thinking. In: Mandl, H., De Corte, E., Bennett, S. N., and Friedrich, H. F. (szerk.): *Learning and Instruction. European research in an international context. Vol. 2.2. Analysis of complex skills and complex knowledge domains.* Pergamon Press, Oxford. 23–45.
- Klauer, K. J. (1991): *Denktraining für Kinder II.* Hogrefe, Göttingen.
- Klauer, K. J. (1993): *Denktraining für Jugendliche.* Hogrefe, Göttingen.
- Lakatos Imre (1981): *Bizonyítások és cáfolatok.* Gondolat Kiadó, Budapest.
- Markman, E. M. (1989): *Categorization and naming in children. Problems of induction.* MIT Press, Cambridge, London.
- Mulholland, T. M., Pellegrino, J. W. és Glaser, R. (1980): Components of geometric analogy solution. *Cognitive Psychology,* 12. 252–284.
- Pellegrino, J. W. és Glaser, R. (1982): Analyzing aptitudes for learning: inductive reasoning. In: Glaser, R. (szerk.): *Advances in instructional psychology,* Vol. 2. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey. 269–345.
- Pólya György (1988): *Indukció és analógia. A matematikai gondolkodás művészete.* Gondolat Kiadó, Budapest.
- Popper, K. R. (1983): *Objective knowledge. An evolutionary approach.* Calderon Press, Oxford.

- Resing, W. C. M. (1993): Measuring inductive reasoning skills: The construction of a learning potential test. In: Hammers, J. H. M. Sijstma, K. és Ruijssenaars, A. J. J. M. (szerk.): *Learning potential assessment. Theoretical, methodological and practical issues*. Swets and Zeitlinger, Amsterdam. 219–242.
- Restle, F. (1970): Theory of serial pattern learning: structural trees. *Psychological Review*, 77. 6. sz. 481–495.
- Ropo, E. (1987): Skills for learning: A review of studies on inductive reasoning. *Scandinavian Journal of Educational Research*. 31. 1. sz. 31–39.
- Rumelhart, D. E. és Abrahamson, A. A. (1973): A model of analogical reasoning. *Cognitive Psychology*, 5. 1–28.
- Simon, H. (1974): Problem solving and rule induction: a unified view. In: Gregg, L. W. (szerk.): *Knowledge and cognition*. Lawrence Erlbaum Associates, Potomac, M. L. 105–128.
- Skyrms, B. (1995): Induction (szócikk). In: Audi, R. (szerk.): *The Cambridge dictionary of philosophy*. Cambridge University Press, Cambridge. 368–369.
- Sternberg, R. J. (1977): *Intelligence, information processing and analogical reasoning: The component analysis of human ability*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N. J.
- Sternberg, R. J. (1986a): Toward a unified theory of human reasoning. *Intelligence*, 10. 4. sz. 281–314.
- Sternberg, R. J. (1986b): Az analogikus gondolkodást felépítő folyamatok (Fordítás, jegyzet, szerk.: Pléh Csaba). ELTE BTK Pszichológiai Tanszék, Budapest.
- Sternberg, R. J. és Gardner, M. (1983): Unities in inductive reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112. 80–116.
- Tissink, J., Hamers J. H. M. és Luit, van J. E. H. (1993): Learning potential tests with domain-general and domain specific tasks. In: Hammers, J. H. M. Sijstma, K. és Ruijssenaars, A. J. J. M. (szerk.): *Learning potential assessment. Theoretical, methodological and practical issues*. Swets and Zeitlinger, Amsterdam. 243–266.