

AZ INDUKTÍV GONDOLKODÁS FEJLŐDÉSE

Csapó Benő

József Attila Tudományegyetem Pedagógiai Tanszék

E tanulmány a gondolkodás képességeinek fejlődését és a fejlesztés lehetőségeit vizsgáló, hosszabb távú kutatási program részeként végzett felmérések eredményeit mutatja be. A jelenleg folyamatban levő munka közvetlen előzményeként a gondolkodás műveleti képességeinek fejleszthetőségével kapcsolatban végeztünk iskolai kísérleteket. Az eredmények azt mutatták, hogy az egyes műveleti képességeket kimutatható mértékben csak bizonyos életkorokban lehet fejleszteni. A fejleszthetőségre kapott adatokat jól lehetett értelmezni a neo-piagetianus elméletek keretében (Csapó, 1991, 1992).

A jelenlegi vizsgálatok tervezésekor a korábbi eredmények alapján öt fő szempontot tartottunk szem előtt. (1) A gondolkodás legegyszerűbb építőelemeinek tekinthető, viszonylag könnyen körülhatárolható műveleti képességek után a gondolkodás bonyolultabb komponenseinek tanulmányozását terveztük. (2) Szélesebb életkori intervallum átfogására törekedtünk, a fejlesztés lehetőségeinek vizsgálatát idősebb tanulókkal (általános iskola vége, középiskola) végezzük. (3) Az elméleti keretek tekintetében *Piaget* eredeti elméletét és a kognitív pszichológia modelljeit ötvöző neo-piagetianus irányzatokon túl egyre inkább építünk a kognitív pszichológia újabb eredményeire. (4) Az iskolai tanulás szempontjából alapvető jelentőségű képességgel foglalkozunk. (5) Megőrizzük és továbbfejlesztjük a korábban már kipróbált adatfelvételi eljárásokat, kísérleti tervet és módszereket, valamint az adatelemzési technikákat.

Az előzőekben felsorolt elveknek megfelelően a jelenlegi kutatási program középpontjába az *induktív gondolkodást* állítottuk. A vizsgálatok első fázisában kidolgoztuk és kipróbáltuk a mérőeszközöket és felmértük az induktív gondolkodás fejlődési folyamatait. Ebben a tanulmányban a felmérés eredményeit összegezzük. (A teljes kutatási program céljait, a fejlesztés módszereit, és bizonyos rész-eredményeket illetően ld. még Csapó, 1993, 1994.)

Az induktív gondolkodás és mérésének problémái

Az indukció filozófiai problémái

Az indukció természetének tanulmányozása, az induktív módszerről való elmélkedés gyökerei a filozófiai gondolkodás kezdeteiig nyúlnak vissza, és a nyugati filozófia nem kisebb személyiségei szentelték a problémának munkásságuk egy részét, mint *Hume*, *Carnap*, *Russel* és *Popper*. Az említett szerzők közül a kérdésben az utolsó szót *Popper* mondta ki, aki *Objective Knowledge* című könyvét a következő mondattal kezdi. „Of course, I may be mistaken; but I think, that I have solved a major philosophical problem: the problem of induction.” (*Popper*, 1972/1983. 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 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 legjobbban 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 indukció pszichológiai értelmezésére is. Az átvitelt a következő elv alapján kívánja megtenni „... ami igaz a logikában, az igaz a pszichológiában is.” (*Popper*, 1972/1983. 6. o.). Ez a megállapítás – különös tekintettel a pszichológiában az utóbbi negyedszázadban végbement fejlődésre – további diszkussziót igényel. Ha az idézett megállapítást ebben a formájában szó szerint vesszük, azzal természetesen nem érthetünk egyet. A (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 nem csak logikai szerkezetüktől, hanem tartalmuktól is erősen függ. 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 indukció *módszerében* látott párhuzamot: a tudás objektív, tudományos és a szubjektív, egyéni tudás gyarapodásának mechanizmusát találta hasonlóknak. 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 képzelte el az indukció működését, a hangsúly azonban nem a pozitív tapasztalatok ismétlődésén, azok megerősítő hatásán van, hanem azon, hogy a negatív tapasztalatok fokozatosan kiszűrik a hibás előfeltevéseket, várakozásokat.

Popper nézetei nem csak 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* (1976/1981) például a matematika tanításával kapcsolatban. Mindamellett az indukció modern filozófiai elméletei még nem váltak általánosan ismertté és elfogadottá, a tanterv és tananyagtervezők körében is számos elavult vagy leegyszerűsítő nézet van forgalomban.

Az induktív gondolkodás pszichológiai elméletei

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. Ezek részletes elemzésével másutt szándékozom foglalkozni, itt csak néhány fő tendencia felvázolását vállalhatom.

Az induktív gondolkodás funkciója, elhelyezése a gondolkodási 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 értelmezéssel 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*). Igen jelentős azoknak a publikációknak a száma is, ame-

lyek az induktív gondolkodást vagy annak valamelyik elemét az általános *intelligenciával*, a *g* faktorra hozták kapcsolatba (*Sternberg, 1977*), és nagyon sok intelligenciateszt tartalmaz induktív feladatokat, vagy kizárólag induktív feladatokból áll (például *Raven* közismert progresszív mátrixai).

A nyolcvanas években erősödött meg az a szemlélet, amelyik 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 tanulási készségeiként értelmezve mutatja be az induktív gondolkodással kapcsolatos kutatásokat, *Klauer* (1990) pedig 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 explicite 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 mérőben 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* (1986) szintén 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 kritikus 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 *Gilholy* (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, kisebb-nagyobb különbségekkel ugyan, de 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* (1986) 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 egyik legrészletesebb és legkövetkezetesebben kidolgozott rendszer *Klauertől* (1990) származik. A két nagy terület a tulajdonságokkal és a relációkkal kapcsolatos indukciónak. A tulajdonságokkal kapcsolatos a generalizáció, a diszkrimináció és a klasszifikáció. A relációkkal kapcsolatos induktív mozzanatok pedig a relációk felismerése, megkülönböztetése és a rendszeralkotás.

Az induktív gondolkodás mechanizmusainak vizsgálata

Az induktív gondolkodás legtöbb összetevőjének a 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 koncentrálnak *Labra* és *Jiminez* (1990) valamint *Mulholland*, *Pellegrino* és *Glaser* (1980); 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 szakaszon megfigyelhető szabályokat keresik. *Ebert* és *Tack* (1974) a reakcióidők mérése révén a számsorozatokkal kapcsolatos feladatok megoldását elemezte. *Holzmann*, *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 gondolko-

dással 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.

Pellegrino és Glaser (1982) verbális analógiákat, verbális osztályozásokat, verbális klasszifikációt, figurális (geometriai) analógiákat használja feladataiban. *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 (1990)* az indukció általa értelmezett hatféle formájához ötféle tartalmat rendel hozzá: figurális (ábrák), numerikus, képi (pictorial), 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, *Tis-sink, 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 vizsgálat módszere

A minták

A felmérés során a mintákat Szeged és vonzáskörzetének iskoláiból állítottuk össze. Tekintettel a vizsgálat jellegére, országos reprezentatív minta összeállítása nem volt célunk. Ugyanakkor korábbi elemzésekből tudjuk azt, hogy az a kör, ahonnan a mintát vettük, nem tér el lényegesen az országos átlagtól, e körön belül pedig a mintavétel során igyekeztünk reprezentativitást elérni. A két középsikolai (1. és 3. osztály) mintát az iskola-

típusok nagyobb változatossága miatt nagyobbra választottuk. A következőkben az egyes életkori mintákra (osztályokra, évfolyamokra) a folyamatos sorszámozás szerint fogunk hivatkozni, így a középiskola 1. és 3. osztályát mint 9. és 11. évfolyamot említjük.

1. táblázat. A minták jellemzése

<i>Évfolyam</i>	<i>n</i>	<i>Lány/fiú arány %</i>	<i>Életkor (év)</i>	<i>Tanulmányi átlag</i>	<i>Osztályok száma</i>
3. évf.	373	46,3 / 53,7	9,4	4,2	16
5. évf.	410	44,3 / 55,7	11,4	3,8	14
7. évf.	290	50,8 / 49,2	13,5	3,5	12
9. évf.	650	47,2 / 52,8	15,4	3,5	24
11. évf.	701	51,8 / 48,2	17,4	3,4	19
<i>Összesen</i>	<i>2424</i>	–	–	–	85

A fejlődés lehetőség szerint széles intervallumának pontos feltárása érdekében az általános iskola 3. osztályától a középiskola 3. osztályáig a páratlan évfolyamokon végeztük a felméréseket. Ennél fiatalabb korra az olvasási nehézségek miatt nem alkalmazhattuk tesztjeinket, a középiskolák 4. osztályát pedig a szakmunkástanulók kiesése miatt hagytuk ki.

A felmérés eszközei

A fejlesztő kísérletek egyik kritikus pontja a megfelelő mérőeszközök használata, ezért a tesztek kidolgozására különös figyelmet fordítottunk. Általában előnyt jelent az, ha egy vizsgálathoz másutt már használt és kipróbált mérőeszközöket lehet használni, hiszen így meg lehet takarítani a fejlesztés költségeit, és mód nyílik az eredmények összehasonlítására is. A máshonnan adaptált mérőeszközökkel azonban gyakran számos probléma is van, ami az említett előnyök kihasználását nem teszi lehetővé. Így például szövegek fordításánál nem mindig lehet egyenértékű megoldásokat találni, és gyakran vannak az adaptált változatban 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 feladatot a szakirodalomból és felhasználtuk egy széles körben alkalmazott intelligenciateszt, a *Raven* teszt feladatait is.

Új tesztek

A tesztek kidolgozása során egyaránt szem előtt kellett tartanunk, hogy széles életkori intervallumot átfogó, csoportos adatfelvételre alkalmas, egyszerűen kezelhető tesztekhez jussunk; ugyanakkor 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 teszt kidolgozása mellett döntöttünk. A *számanalógiák* és a *szóanalógiák* egyszerű, analóg módon képzett párok révén, az *átkódolás* összetett, analóg módon végzett műveleteken 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 egy oda nem illő elemet kiválasztani.

Az 1. táblázatban bemutatunk egy-egy mintát a tesztfeladatokra. Amint a feladatminták is mutatják, a feladatok tartalmául számokat, szavakat, betűket választottunk. A szakirodalomban mindegyik teszt típusra találhatunk példát, de nem ismerek olyan vizsgálatot, amelyben mindezeket együtt tanulmányozták volna. A leggyakrabban alkalmazott numerikus és verbális tartalom mellett elterjedtek még a figurális tartalmú tesztek is. Előnyük, hogy nem függenek a nyelvtől (fordítási problémáktól), mint a verbális tesztek, és nem kell hozzájuk bizonyos matematikai kompetencia, mint a numerikus tartalmú tesztekhez. Mivel a vizsgálatban szerepel a *Raven* teszt, ami figurális tartalmú, tesztjeinkből ezt a lehetőséget kihagytuk.

A feladattechnikát illetően mind a feleletválasztó (szóanalógiák, kizárás), mind a feleletalkotó megoldást (számanalógiák, számsorok, betűsorok, átkódolás) alkalmaztuk. Ez a változatosság javítja a teljes mérés, az összesített index validitását, viszont esetleg megnehezíti az egyes eredmények összehasonlítását, illetve az összefüggésvizsgálatok eredményeinek értelmezését.

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, a nehezebb feladatokban bonyolultabb lineáris összefüggés (például x párja $3x+6$). A sikeres megoldáshoz fel kell ismerni, milyen összefüggés kapcsolja össze a megadott párokat, majd azt alkalmazni a harmadik pár megalkotása során.

A *szóbeli analógiák* teszt feladataiban az egyik szópár analógiájára kell párt képezni, a megadott szóhoz a felsorolt lehetőségek közül választva. Az analógia alapja lehet például a halmazba tartozás, a rész-egész viszony, az időrend, az ok-okozat kapcsolat, a szinoníma, az ellentét, a tulajdonság, a funkció, az átalakulás (valamiből valami lesz), stb. (Az analógiákat tartalmazó feladatok megoldásának mechanizmusait részletesen elemzi *Gentile, Kessler és Gentile, 1969*, valamint *Rumelhart és Abrahamson, 1973*.)

2. táblázat. Minta a tesztfeladatokra

<p><i>Számok analógiája</i> 14→17 18→21 23→___</p>	
<p><i>Szóbeli analógiák</i> SZÉK : BÚTOR = KUTYA : ? a MACSKA b ÁLLAT c TACSKÓ d ASZTAL e KUTYAÓL</p>	
<p><i>Számsorok</i> 1 7 13 19 25 31 ___ ___</p>	
<p><i>Betűsorok</i> a c e g i k m ___ ___</p>	
<p><i>Átkódolás</i> Minta: hétfő + szerda = csütörtök; kedd + csütörtök = szombat Feladat: szerda + csütörtök = _____</p>	
<p><i>Kizárás</i> a SÁL b CIPŐ c KALAP d SZÉK e TRIKÓ f KESZTYŰ</p>	

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 betűsorok teszt feladataiban a sorrendiségre alapozott szabályok (például minden harmadik betű visszafele, egymásba ágyazott sorozatok) játszanak szerepet. Az átkódolás teszt feladataiban pedig 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 azoknak a feladatoknak a kiszűrésére, ahol az előzetes tudásnak túl nagy jelentősége lehet.

A szakirodalomból átvett feladatok és teszt

Mivel nem csak az induktív gondolkodást, hanem a fejlődését befolyásoló tényezőket is vizsgálni kívántuk, ésszerűnek tűnt, hogy az induktív gondolkodás „közvetlen környezetét”, az ahhoz közel álló gondolkodási folyamatokat is feltérképezzük. Ezért kiválasztottunk néhány feladatot, amelyek az irodalomból ismertek, és amelyek az induktív gondolkodással kapcsolatban állnak. Ezeknek a feladatoknak a megoldásához nem a szű-

kebb értelemben vett induktív gondolkodásra van szükség, de több közös vonásuk is van az induktív gondolkodással.

Wason kártya-feladata minden bizonnyal azok közé a feladatok közé tartozik, amelyekkel a kognitív pszichológia kialakulása óta a legtöbb felmérést végezték. A feladat eredeti formájában négy kártya ábrája látható, rajtuk az *E* a *K*, a *4* és a *7* betűk illetve számok. A szöveg szerint a kártyák egyik oldalán szám van, a másikon pedig betű. A kísérleti személynek azt kell eldöntenie, hogy melyik kártyá(k)nak a másik oldalát kell feltétlenül megnézni ahhoz, hogy eldönthessük, igaz-e a következő szabály: „*Ha a kártya egyik oldalán magánhangzó van, akkor a másik oldalán páros szám van*”. Egy tisztán formállogikai feladatról van tehát szó, amelynek egyértelmű megoldása van, és így deduktív úton megoldható. Ebben a formában azonban általában kevesen oldják meg a feladatot. Sokkal többen megoldanak viszont egy ugyanilyen logikai szerkezetű feladatot, ha az valamilyen ismerős helyzetet ír le (például: Ha valaki alkoholt iszik, akkor nem vezet autót.). Ez a jelenség – a tartalom meghatározó szerepe az izomorf struktúrájú feladatok megoldásának eredményességében – vezetett el tartalomspecifikus gondolkodási sémák elméletének kidolgozásához, és lényegében a konkrét, tartalmi tudás jelentőségének felértékeléséhez. A feladatot számunkra az a mozzanat teszi érdekessé, amelyre már *Gilholy* (1982) is felhívta a figyelmet, amikor a *hipotézisek ellenőrzésére* példaként a *Wason* feladatot mutatta be. A feladat azért is alkalmas lehet az indukcióval kapcsolatos jelenségek vizsgálatára, mert a feladat helyes megoldását nem akkor kapjuk, ha azokat a kártyákat fordítjuk meg, amelyek a szabályt megerősítik, hanem azokat, amelyek alkalmasak lennének a cáfolatára – így lényegében *Popper* falszifikációs eljárását alkalmazzuk.

A *korreláció* feladatot ugyancsak több felmérésben (*Lawson, Karplus és Adi*, 1978) használták már ebben a formájában. Mivel az induktív következtetésben sohasem lehetünk teljesen bizonyosak, az szorosán kapcsolódik a valószínűség fogalmához, és hasonlít a statisztikai jellegű következtetéshez. Ezért vettük fel vizsgálatunkba a *korreláció* feladatot, amelyben egy statisztikai jellegű összefüggést kell megítélni. A feladathoz egy ábra tartozik, amelyen egerek rajza látható, mégpedig 16 kövér feketefarkú, 4 kövér fehér farkú, 2 sovány fekete farkú és 6 sovány fehér farkú, egymástól jól elkülönülő négy csoportban. Ha feltételezzük, hogy fennáll a "kövér-fekete és sovány-fehér" összefüggés, 22 eset ezt erősíti, 6 gyengíti. Világos statisztikai tendencia rajzolódik tehát ki, azaz a valószínűségi összefüggés fennáll, a két tulajdonság között nyilvánvaló a korreláció. A feladatot rövid történet vezeti be, de végül megoldójának csak abban kell állást foglalnia, hogy van-e összefüggés a két tulajdonság között.

A harmadik feladat megoldásához egy egyszerű *arány* felismerésére van szükség. A feladathoz ugyancsak tartozik egy ábra, szövege a következő: *Egy széles üveghengerbe vizet öntünk a 4. vonalig (A henger). Ez a víz a 6. vonalig ér, ha átöntjük egy keskenyebb hengerbe (B henger). Most a széles hengerbe a 6. jelig öntünk vizet. Hányadik jelig fog érni ez a víz, ha átöntjük a B hengerbe?* A feladat megoldásához mindössze azt kell felismerni, hogy a $4:6=6:x$ arányról van szó. Az arány felismerése közel áll az analógiás gondolkodáshoz, annak legegyszerűbb formájaként itt is két jelenséget kell egymással párhuzamba állítani.

Tesztjeink mellett felvettük *Raven* progresszív mátrixait is, mint az egyik legelterjedtebb intelligenciatesztet, de azért is, mert a teszt induktív feladatokból áll. Mivel nincs szöveges része, a tesztet gyakran említik úgy, mint az egyik legjobb „culture-fair” tesztet, amelyik meglehetősen nagy megbízhatósággal méri a *g* faktort, ugyanakkor vannak, akik kritikusán szemlélik túlzott térhódítását (Hunt, 1974). A feladatokban 3x3 mátrix formájában ábrák vannak elhelyezve, melyekben bizonyos szabályosságok érvényesülnek. A kilenc ábra közül egy hiányzik, ezt kell a megadott lehetőségek közül kiválasztani. Korábbi felméréseink (Csapó, 1991) során azt tapasztaltuk, hogy a 60 ítemes alapsorozatot már a hetedik osztályosok is túl magas arányban oldják meg. Ezért az alapsorozat és a nehezített változat (Set II.) feladataiból állítottunk össze egy új feladatsort. Ebben megtartottuk az alapsorozat első 6 itemjét, amelyet azonban csak a feladat megoldás-módjának megismertetésére használtunk fel, de mivel ezeket gyakorlatilag mindenki megoldja, a teszt összpontszámának kiszámításából kihagytuk.

A tesztek reliabilitása

A tesztekkel szűkebb körű kipróbálás és javítás után végeztük el a nagyobb mintás felméréseket. Ezek eredményei alapján már lehetőség nyílt az alaposabb tesztanalízisekre. A tesztek reliabilitásmutatóit (Cronbach- α) a 2. táblázatban mutatjuk be. A számításokhoz alapul vett minta mindegyik esetben meghaladta a 2200-at. Az itt bemutatott eredmények és a részletes itemanalízis valamint disztraktorelemzés alapján a tesztek ismét átdolgoztuk, így a táblázatban szereplő értékekhez viszonyítva sikerült tovább növelni a reliabilitásmutatókat. (Ezeket a vizsgálatok következő fázisával kapcsolatban publikáljuk.)

Az adatfelvétel

Az adatokat két fázisban, 1993 tavaszán és 1994 tavaszán gyűjtöttük össze. Az 1993-as felmérésbe a 7., 9. és 11. osztályokat vontuk be. A felvett adatok elemzése nyomán kiderült, 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 az 5. osztályokban. Ez utóbbi mintákat ugyanazokból az általános iskolákból választottuk, mint a 7. osztályos mintát. Nem tudunk olyan, 1993 és 1994 között bekövetkezett változásról, amelyik a kiválasztott iskolákat illetve azok közvetlen környezetét vizsgálataink szempontjából befolyásolta volna, így az adatokat a továbbiakban úgy tekintjük, mintha azok azonos időben végzett felmérésekből származnának.

3. táblázat. A tesztek reliabilitásmutatói

<i>Teszt</i>	<i>Itemek száma</i>	<i>α</i>
Számanalógiák	14	0,92
Szóanalógiák	36	0,94
Számsorok	16	0,85
Betűsorok	14	0,91
Átkódolás	6	0,86
Kizárás	18	0,71
Induktív gondolkodás feladatok együtt	104	0,97
Raven teszt	42	0,95

Az első elemzésekből az is kiderült, hogy az iskolai osztályzatok gyakran még csak megközelítően sem alkalmas mérőszámai a tanulók tudásának, különösen ha tudáson nem csak az iskolában tanultak közvetlen visszamondását értjük, hanem az értelmes, az iskolai helyzetektől az elsajátítás közvetlen kontextusától függetlenül, a gyakorlatban is hasznosítható tudást. Ezért készítettünk egy tesztet a természettudományos ismeretek gyakorlati alkalmazásának vizsgálatára (45 item, $\alpha=0,90$), amelyet a 9. és 11. osztályos mintákkal 1994-ben felvettünk. Tehát egy évvel az induktív gondolkodás vizsgálata után, amikor ezek a tanulók már nyolcadikosok illetve negyedikes középiskolások voltak. A negyedikes mintából szükségszerűen kimaradtak a szakmunkástanulók, az adatfelvétel csak a gimnazistákra és a szakközépiskolásokra terjedt ki. (Erről a vizsgálatról bővebben ld. Csapó és B. Németh, 1994.)

A felmérés eredményei

A tesztek eredményeit először százalékpontokban számítottuk ki. Ez az adat szemléletesen mutatja, hogy a tanulók hogyan teljesítettek a lehetséges maximumhoz viszonyítva, azonban, mint azt a klasszikus tesztelmélet bírálata során el szokták mondani, ez a megoldás többféle elméleti megfontolás alapján is aggályos. Esetünkben például, mivel az itemeket nem súlyoztuk, egy könnyű és egy nehéz feladat megoldásával ugyanannyi pontot lehet szerezni. Egyáltalán, megkérdőjelezhető az itemek additivitása és az egyes skálák összeadhatósága is.

Ezért a következő lépésben kiszámítottuk a tanulók teljesítményeit a *Rash-modell* (az amerikában elterjedt elnevezése szerint *Item Response Theory*, IRT) alapján is, azaz meghatároztuk a tanulók paramétereit (*person parameter*), minden egyes teszten külön-külön. Az induktív gondolkodás hat tesztjének összesítését is ezzel a módszerrel végez-

tük el, azaz nem egyszerűen összeadtuk az egyes tesztek eredményét, hanem a hat teszt összesen 104 itemjét egyetlen tesztnek tekintettük, és ennek alapján ugyancsak kiszámítottuk a tanulók paramétereit. Az elemzéshez az MSCALE programot¹ használtuk. A szemléletesség kedvéért a személyparamétereken egy egyszerű lineáris transzformációt végeztünk: a logit egységekben kifejezett paraméterekhez hozzáadtunk ötöt, majd megszoroztuk százal. Az így transzformált paraméterek nagyjából a 0 és az 1000 pontos intervallumban szóródnak. (Hasonló megoldást alkalmazott Keeves, 1992 az IEA vizsgálatok során a természettudományos teljesítmények skálázására.) A fejlődési folyamatokat mind a százalékpont, mind a transzformált logit skálán bemutatjuk, az összefüggésvizsgálatokat már csak a logit skálák alapján végezzük.

A fejlődési folyamatok

A százalékpontban kifejezett teszteredmények átlagát és szórását a 4. táblázatban foglaltuk össze. A fiatalabb életkor alacsonyabb teljesítményeihez általában magasabb szórások tartoznak. Ennek nem csak technikai okai lehetnek (az idősebbeknél már érzékelhetővé válik a plafon-effektus), hanem inkább arról van szó, hogy van a harmadikosok és az ötödikesek között is néhány kiemelkedő, korosztálya átlagánál sokkal jobban teljesítő tanuló.

A három feladat megoldásának fejlődését az 1. ábrán mutatjuk be. Az eredmények értelmezéséhez mindenképp emlékeztetnünk kell arra, hogy az *arány* feladat nyitott volt, egy szám megadásával kellett válaszolni, itt tehát a vaktalálat esélye minimális. A *korreláció* feladatban két eset közül lehetett választani, így a vaktalálat valószínűsége 50%, míg a *Wason* feladatban 16 lehetséges válaszmintázat közül csak egy a helyes, így a vaktalálat matematikai valószínűsége 1/16 azaz 0,0625%. Az eredmények meglehetősen különösek. A görbék mindegyike szabályos ívet ír le, azaz nincsenek bennük megmagyarázhatatlan törések, ami miatt esetleg technikai hibára kellene gyanakodnunk.

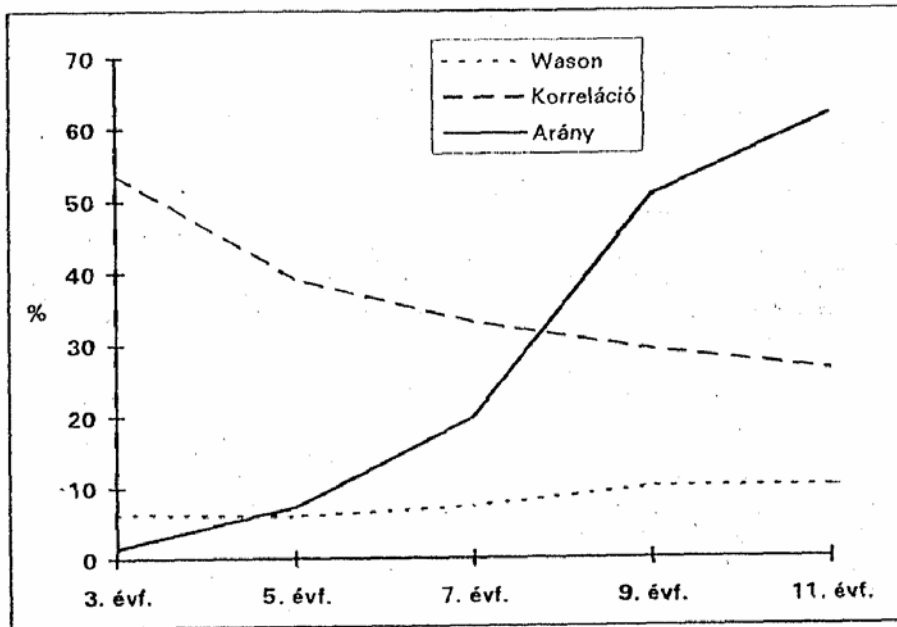
Valóban szabályos fejlődési folyamatot csak az arány feladatnál találtunk. A 3. osztályos közel nulla szintről a 11. osztály végére 62%-ra javul az eredmény. A teljesítmények szabályos logisztikus növekedési görbe szerint változnak. Tekintettel a feladat egyszerűségére, nem hagyhatjuk szó nélkül a rendkívül gyenge eredményeket, hiszen a középiskola első osztályában a tanulók fele, és a középiskola vége felé is több mint harmada nem tudja a feladatot megoldani. *Lawson* és munkatársai (1978) a hetvenes években San Francisco környékén végzett felmérésük során ugyanezzel a feladattal a 6., 8., 10. és 12. évfolyamokon rendre 10%, 20%, 69% és 76%-ban találtak jó megoldásokat. Az eredmények nem teljesen összehasonlíthatóak, mivel *Lawson* a válaszhoz indoklást is kért, és csak akkor fogadta el a megoldást jónak, ha az indoklás is helyes volt. Az induló szintben valamivel alacsonyabb, a záró szintben viszont néhány százalékkal magasabbak voltak az amerikai gyerekek teljesítményei.

¹ Ugyanezt a programot használta Keeves is az IEA vizsgálatok során a természettudományos skála elkészítéséhez. A program előnyeit és hátrányait, valamint a skála kidolgozásának alapelveit részletesen elemzi Keeves és Schleicer az IEA könyvhöz (Keeves, 1992) írott B.8. függelékben.

4. táblázat. Az induktív tesztek és feladatok eredményei évfolyamok szerint (% pontban)

Feladat, teszt	Évfolyam									
	3. évfolyam átlag (szórás)		5. évfolyam átlag (szórás)		7. évfolyam átlag (szórás)		9. évfolyam átlag (szórás)		11. évfolyam átlag (szórás)	
Wason	6,3	(24,2)	6,0	(23,7)	7,4	(26,2)	10,1	(30,2)	10,2	(30,3)
Korreláció	53,8	(49,9)	39,2	(48,8)	33,2	(47,2)	29,3	(45,6)	26,5	(44,2)
Arány	1,5	(12,1)	7,3	(26,0)	19,9	(40,0)	50,7	(50,0)	62,0	(48,6)
Számanalógiák	20,9	(23,5)	31,8	(29,2)	63,4	(20,8)	74,4	(17,9)	78,3	(17,2)
Szóanalógiák	30,3	(16,4)	41,1	(21,2)	56,0	(23,2)	71,9	(21,3)	75,7	(19,7)
Számsorok	39,4	(18,2)	46,8	(19,9)	61,1	(20,2)	66,9	(19,9)	71,8	(18,2)
Betűsorok	45,1	(31,2)	63,1	(30,3)	77,9	(23,3)	85,0	(20,1)	88,5	(18,8)
Átkódolás	31,0	(30,0)	45,6	(34,0)	56,4	(38,3)	69,0	(35,4)	74,4	(32,4)
Kizárás	31,1	(12,5)	39,5	(10,5)	46,1	(11,9)	53,8	(15,2)	58,4	(14,8)
Raven	36,6	(17,9)	52,5	(18,9)	60,3	(18,4)	76,6	(16,6)	81,9	(14,0)

A *korreláció* feladat eredményei azt mutatják, hogy az iskolában töltött évek növekedésével a gyerekek szabályosan csökkenő arányban fogadják el a statisztikai összefüggést összefüggésnek. Míg a 6. osztályban még a gyerekek valamivel több, mint fele, a 11. osztályban már csak mintegy negyede gondolja úgy, hogy a két változó között összefüggés van. A szórás mindegyik életkorban magas, és ha az induktív gondolkodás különböző (például alacsony, közepes, magas) teljesítmény-kategóriáiban nézzük meg az *korreláció* feladat eredményeit, akkor is magas szórásokat találunk. Azaz a gyerekeknek nincs igazán egységesen kialakult véleménye, de inkább hajlanak arra, hogy az összefüggést ne fogadják el. Nagyon valószínűnek tartjuk, hogy itt az iskolai oktatás, különösen a természettudományok tanításának hatásáról van szó, ami túlnyomó részben determinisztikus összefüggéseket mutat be. A modern természettudományokból ugyan számos olyan terület bekerült az iskolai tananyagba, amelyik valószínűségi törvényszerűségekre épül (például genetika, statisztikus mechanika), ezek szemléletét azonban (valószínűleg a gyakran túlzottan elvont tárgyalásmód miatt), úgy látszik a tanulók nem igazán teszik magukévá. *Lawson* (nem egészen összehasonlítható) adatai az előbb említett életkorokban 3%, 17%, 33%, 48% és 67%; azt mindenesetre tükrözik, hogy az amerikai gyerekek statisztikai összefüggés-fogalmára egészen másképpen hat az iskola. (Érdemes ismét megjegyezni, hogy az amerikai felméréssel pontosan megegyező ábrát és feladat-szöveget használtunk.)

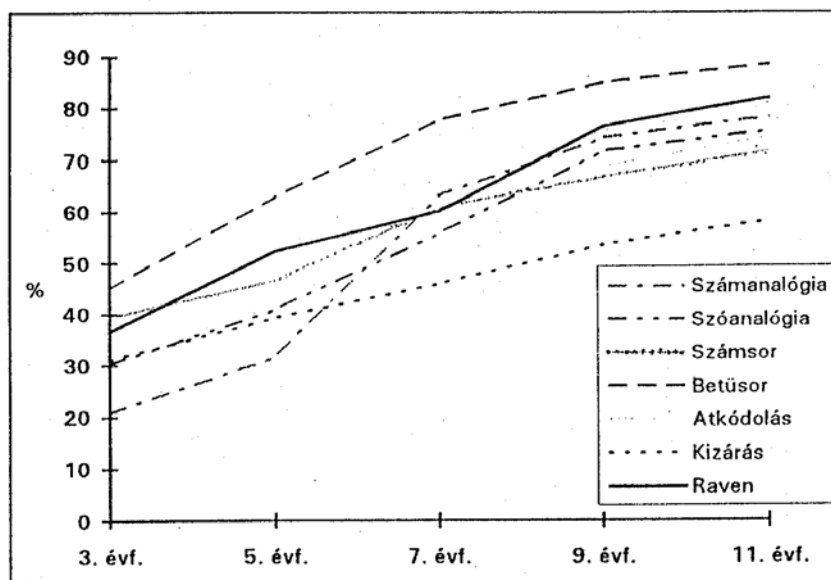


1. ábra

A három feladatban nyújtott teljesítmények változása az életkor függvényében

A Wason feladattal kapcsolatban az irodalomból óriási tömegű adatot ismerünk, és itt az alacsony teljesítmények nem térnek el a másutt megismert trendektől. A hetedik osztályig alig magasabb a jó megoldások aránya, mint amit a véletlen találgatás alapján várhatnánk, és aztán körülbelül 4 százalékon stabilizálódik a vaktalálaton túli jó megoldások aránya. Ennél az értéknél ugyan valamivel többre számítottunk, de az közismert, hogy a feladat megoldása szinte minden populációban nehézséget okoz. A feladatot lényegében csak azért vettük fel a felmérésbe, hogy az eredményeket háttértényezőként az összefüggésvizsgálatokban használhassuk. A megoldási arány azonban olyan alacsony, hogy erre a célra sem igazán alkalmas. (Sokat tanulhatunk viszont abból, milyen hibákat követtek el a tanulók, illetve mit vélték helyes megoldásnak – ezzel azonban itt nem foglalkozunk.)

Az induktív gondolkodás egyes elemeinek fejlődési folyamatait a 2. ábrán mutatjuk be. A fejlődési görbék szabályosak, mindegyik megfeleltethető a logisztikus görbe valamelyik szakaszának. Az egyetlen kivétel a Raven teszt, ahol vagy az 5. osztály teljesítménye magasabb, vagy a 7. osztály teljesítménye alacsonyabb valamivel a szabályos esetben vártnál. Mindkét korosztályban külön is részletesen ellenőriztük az adatokat, de nem találtunk mérési hibára utaló jelet.



2. ábra
Az induktív gondolkodás összetevőinek fejlődése

A görbék a felméréssel átfogott 8 év alatt különböző mértékű fejlődést jeleznek. Ha a 11. osztályban tapasztalt szórást tekintjük egységnek, ebben az egységben kifejezve a változások általában 2–3 egység között mozognak.

A legnagyobb változást (57,4%) a *számanalógiája* feladatok megoldásában találtuk, ahol fejlődés a legalacsonyabb induló szintről meglehetősen magasra jut. Kisebb (32,4%) változást találtunk a *számsorok* feladataiban. A két eredmény közötti különbséget nem a 11. osztályra elért szint, mint inkább az induló szintek között meglévő különbség okozza. A számanalógia teszttel mért nagy fejlődést az alacsony induló szint tette lehetővé, ami pedig a feladatokban levő matematikai problémákkal függhet össze. Mindkét teszt feleletalkotó feladatokat tartalmaz, így a véletlen találgatás nem játszik szerepet. Ennek figyelembevételével a teljesítményeket kedvezően ítéljük meg, különösen az idősebb tanulók értek el jó eredményeket. Az iskolai oktatásnak ebben a két esetben, különösen a számanalógiák esetében jelentős a hatása, ezt a hatást azonban nem feltétlenül az induktív (konkrétabban az analóg) gondolkodás terén éri el, lehet, hogy nagyrészt a matematikai előfeltétel-tudás kialakulása játszik szerepet a mért változásokban.

Érdekes ezeket az eredményeket összevetni az arány feladat eredményeivel. A számsorok és a számanalógia teszt nehezebb feladataiban a rendkívül egyszerű aránynál sokkal bonyolultabb matematikai összefüggéseken kellett gondolkodni, és közben még szá-

molási műveleteket is végezni, a tanulók nagy része e feladatokat mégis megoldotta. Nem arról van tehát szó, hogy a tanulók nem tudják a matematikát: tudják, ha nem lépünk ki a számok világából, de rögtön problémát okoz, ha egy gyakorlati feladatban kell a matematikai összefüggéseket alkalmazni.

A *szóanalógiák* feladataiban – hasonlóan a számanalógiákhoz – ugyancsak jelentős (45,4%) fejlődést találtunk. Mivel a szóanalógia feladatok megoldásához nincs szükség tárgyi tudásra, el kell vetnünk azt a feltevést, hogy a számanalógiák esetében tapasztalt jelentős fejlődést csak a közben megszerzett matematikai tudás okozza. A két különböző tartalommal és különböző technikával (feleletalkotó illetve feleletválasztó) mért analógia teszten találtuk a legnagyobb változást, így nem túlzás kijelenteni, hogy az iskola szóbanforgó nyolc éve az induktív gondolkodás felmért összetevői közül a legnagyobb változást az analóg gondolkodás tekintetében eredményezi.

A legmagasabb teljesítményeket mindegyik életkorban a *betűsorok* feladatban találtuk, a görbe alakja egy logisztikus görbe második, az infelexiós pont utáni szakaszára utal, ezzel a teszttel tehát elvileg még fiatalabb tanulók felmérését is el lehetne végezni, az olvasási nehézségekből és az abc nem ismeretéből fakadó nehézségeket azonban nehéz lenne kiküszöbölni. Itt is feleletalkotó feladatokról van szó, a magas teljesítmények oka tehát egyértelműen a tanulók számára könnyű feladatokban kereshető. Az 5. osztálytól a 11. osztályig a betűsorok és a számsorok fejlődési görbéi csaknem teljesen párhuzamosan futnak, ami utalhat a sorozotalkotás műveleteinek megegyezésére. A fejlődés mértékében (43,4%) pedig a szóanalógiákhoz és a számanalógiákhoz áll közel.

Az *átkódolás* teszttel szintén jelentős fejlődést (43,4%) regisztráltunk. Az átkódolás feladataiban lényegében az analógiákat kell alkalmazni, de összetettebb módon, egyszerre többféle tényezőre. A feladatok tartalma egyébként, nem túl bonyolult. Talán nem véletlen, hogy az átkódolás teszt eredményei minden életkorban néhány százalékos pontossággal megegyeznek a szóanalógiák eredményeivel.

A legkisebb fejlődést a *kizárás* teszten mértük, a két életkori végpont között mindössze 27,3% a különbség. Igaz, a többenél kisebb szórás miatt nagyjából ez is a többi teszten mért ütemű fejlődésnek felel meg. Az 5. és a 11. osztály között egyébként a kizárás fejlődésvonalai csaknem teljesen párhuzamosan futnak a többi teszttel. Különösen feltűnő az ábrán, hogy a legalacsonyabb teljesítményt mutató kizárás és a legmagasabb eredményeket tükröző betűsor tesztek görbéi teljesen párhuzamosan futnak ebben az intervallumban. Egyébként a kizárás teszt reliabilitása volt a legalacsonyabb ($\alpha=0,71$), így a későbbi vizsgálatokhoz jelentősen átdolgoztuk.

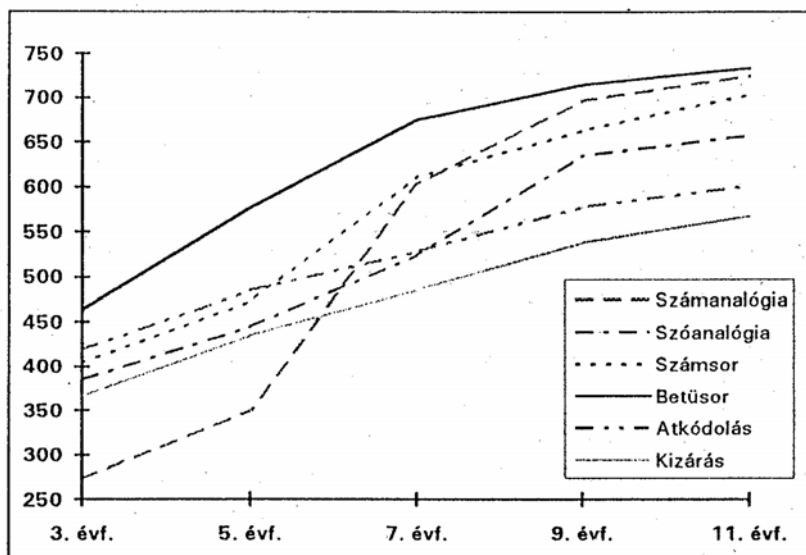
A *Raven* teszt eredményei teljesen illeszkednek az előzőekben bemutatott induktív tesztek eredményei közé, eltekintve a görbe 7. osztályban tapasztalt kisebb törésétől. Mind a kezdő, mind a záró szakasza párhuzamos a legtöbb másik teszttel. A két végpont közötti változás (45,3%) csaknem megegyezik a szóanalógiák és az átkódolás valamint a betűsorok esetében mért változással. Mivel azonban szórása kisebb a többi tesztnél, az azonos életkoron belüli varianciához viszonyítva a méréssel átfogott nyolc év alatt nagyobb a változások mértéke, mint amit a többi teszttel mértünk.

A fejlődési görbék, annak ellenére, hogy különböző tartalmú és különböző technikát alkalmazó tesztekkel mértük a fejlődést, nagyfokú konzisztenciát mutatnak. A trendeken

belüli kisebb eltérések jól értelmezhetők, a 9-től 11. osztályig terjedő idő alatt pedig, amikor a tárgyi tudás változásaiból eredő hatások már minimálisak, a hét teszt által mért fejlődési görbe egymással teljesen párhuzamosan fut.

A görbék azt tükrözik, hogy az induktív gondolkodás fejlődésének jelentős része az iskolás korra esik. Ha a fejlődés trendjeit a görbék alakja alapján a felmérésbe bevont korosztályoknál fiatalabb illetve idősebb tanulókra extrapoláljuk, úgy tűnik, hogy a 3. osztályos kor előtt jelentősebb, a 11. osztály után pedig kisebb fejlődést még mérhetnénk.

Annak érdekében, hogy a további számításokban az induktív gondolkodás egyes összetevőinek fejlettségét szilárdabb elméleti alapokon nyugvó skálán fejezhessük ki, az IRT modell alapján kiszámítottuk az egyes tanulók személy-paramétereit. Ez lehetőséget ad arra, hogy a fejlődési folyamatokat is ábrázoljuk az ily módon készített skálák segítségével. A hat induktív teszttel – a korábban már ismertetett módon kiszámított transzformált logit skálával – mért fejlődést (a személy-paraméterek életkori korcsoportonkénti átlagát) a 3. ábrán szemlélteti.



3. ábra

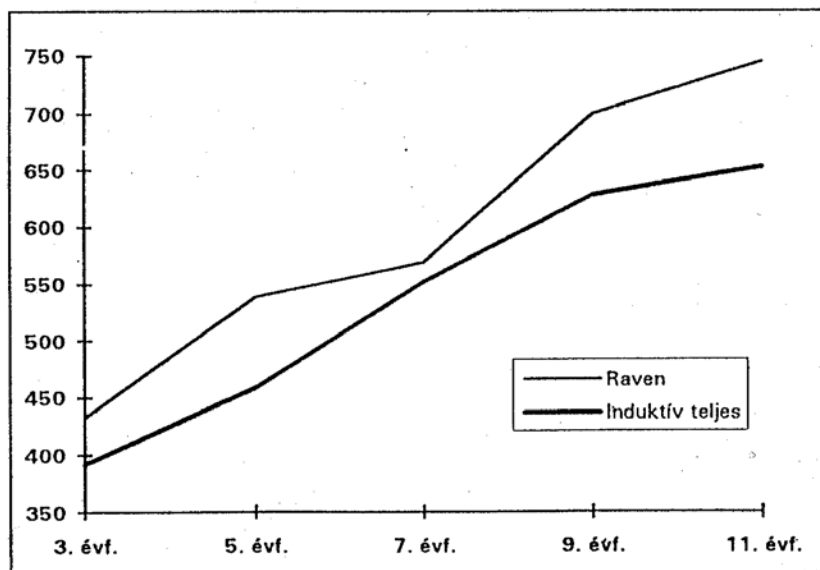
A Rash-modell alapján számított fejlődési folyamatok

A fejlődés folyamatai a főbb tendenciákat tekintve megegyeznek azzal, amit a százalékpontokban mért teljesítmények mutattak a 2. ábrán. Világosan kirajzolódik a két analógia teszten mért fejlődésnek a többinél gyorsabb volta, lényegében ez a két fejlődési vonal az, amelyik alaposan átmetszi a többit. Látszik az is, hogy jelentősebb mértékű belső átrendeződések az 5. és 9. osztály között vannak. A két analógiát kivéve a 9.

és 11. osztály között a fejlődési vonalak párhuzamosan futnak, és csaknem pontosan párhuzamos a fejlődés mind a hat teszt esetében a 3. és 5. osztály között.

A jobb áttekinthetőség érdekében a 4. ábrán külön felvázoltuk a *Raven* teszttel mért intelligencia fejlődési folyamatát és az induktív gondolkodásnak az összes itemmel mért fejlődését, vagyis tulajdonképpen a hat teszttel együtt mért fejlődést. Itt is látható a *Raven* teszttel mért fejlődés görbéjén a törés a 7. osztályban. Ennek magyarázatát adataink elemzése alapján nem találjuk. Az eredeti adatok korábban már említett részletes ellenőrzése mellett kiszámítottuk a *Raven* teszt reliabilitásmutatóját külön is mind az öt életkorra, és külön életkoronként is végeztünk összefüggésvizsgálatokat, de semmi rendellenességet nem találtunk. Ki kell zárunk azt is, hogy a hetedikes mintába véletlenül egy különösen gyengén teljesítő csoport került, hiszen a többi teszten nem találtunk ilyen törést. Így egyelőre fel kell tételeznünk a *Raven* teszttel mért intelligencia eme „szabálytalan” fejlődését.

Az induktív gondolkodás fejlődése szabályos logisztikus görbe szerint megy végbe. A görbe alakjából arra következtethetünk, hogy felméréseinkkel inkább a fejlődés záró szakaszát sikerült leírni, nagyobb rész esik a 3. osztály alatti, mint a 11. osztály feletti életkorokra. A görbe inflexiós pontját valahol a hatodik osztály környékén találnánk meg, azaz ebben a korban vált át a gyorsuló fejlődés lassulóba.



4. ábra

A *Raven*-intelligencia és az induktív gondolkodás fejlődése

Az induktív gondolkodás belső összefüggései

Az induktív gondolkodás vizsgálatával kapcsolatos irodalomban számos adatot találunk az egyes elemek közötti összefüggésekre, a publikációk általában magas korrelációkról számolnak be. *Pellegrino* és *Glaser* (1982) a szó- és számanalógiákat és osztályozásokat vizsgálta 3, 7 és 11 éves gyermekeknél, és általában 0,55–0,74 közötti korrelációkat kapott a négy teszt között. *Sternberg* és *Gardner* (1983) még ennél is magasabb korrelációs együtthatókat közöl.

Az általunk felvett feladatok és tesztek eredményei közötti korrelációkat az 5. táblázatban foglaltuk össze. Bár a *Wason* feladat teljesítményei rendkívül alacsonyak, azt azért sikerült kimutatni, hogy a jó megoldások az egyéb teszteken is magasán teljesítő tanulóktól származnak. Az összes korrelációs együttható – egy kivételével – pozitív és szignifikáns, bár az alacsony teljesítményeknek tulajdoníthatóan alacsony. Ahogy az már a „negatív fejlődési trend” alapján várható volt, a *korreláció* feladat valamennyi összefüggése negatív, és meglehetősen alacsony, tehát *a jobb képességű tanulók inkább hajlanak a valószínűségi összefüggés elutasítására*. Az *arány* feladat korrelációi viszont már mindegyik teszttel pozitívak és magas értékek. A legmagasabb értéket a két analógia teszttel kapcsolatban találtuk, ez is erősíti annak a feltevésünknek az igazságát, hogy számszerű arányok és az analógiák fejlődése egymással kapcsolatban van.

5. táblázat. Az induktív feladatok és tesztek belső összefüggései

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1. Wason feladat										
2. Korreláció	-02									
3. Arány feladat	07	-11								
4. Számanalógia	07	-18	55							
5. Szóanalógia	09	-18	60	67						
6. Számsor	08	-19	48	62	60					
7. Betűsor	06	-19	38	58	55	60				
8. Átkódolás	11	-16	45	49	52	54	50			
9. Kizárás	07	-13	50	57	64	57	51	48		
10. Raven	11	-17	56	66	69	61	60	55	60	
11. Induktív teljes	10	-21	64	82	90	79	75	67	77	78

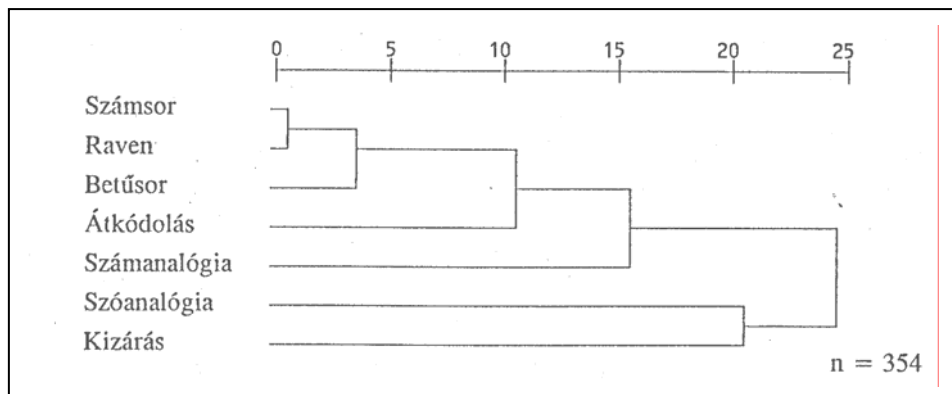
Megjegyzés: a 0-t és a tizedesvesszőt elhagytuk. $n > 2000$. A 0,07 fölötti korrelációs együtthatók $p < 0,001$ szinten szignifikánsak.

A hat induktív teszt egymás közötti korrelációi ugyancsak magasak, kiemelkedően magas azonban a két analógia teszt egymással való korrelációja. Azt találtuk tehát, hogy

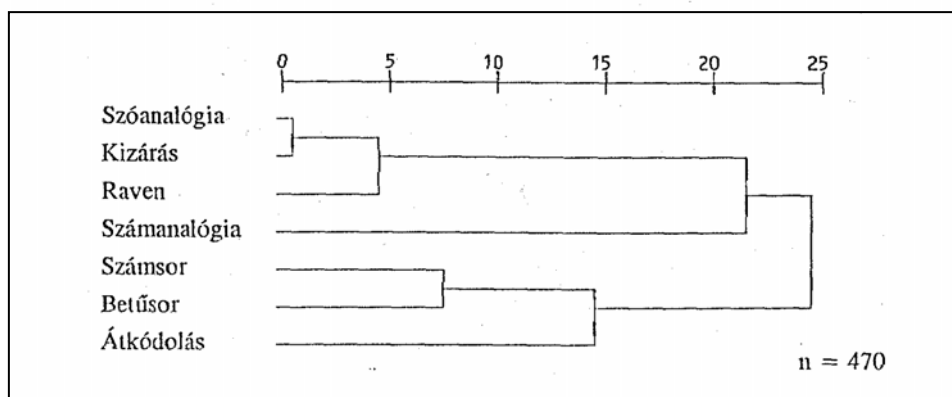
a struktúra szorosabb kapcsolatot teremt a feladatok között, mint a tartalom. Az analógia feladatok egymással való korrelációja 0,67, míg a két számbeli tartalmat használó feladat (számanalógia – számsor) csak 0,62, a két szóbeli tartalmat használó feladat (szóanalógia – kizárás) pedig csak 0,64 szintet korrelál. Az is igaz viszont, hogy a közös tartalom is megemeli a kapcsolat szintjét, hiszen az utóbb említett két korreláció is magasabb, mint a többi. A *Raven* intelligencia korrelációi közül ugyancsak kiemelkedik a két analógia teszt, és ez érvényes az induktív gondolkodás egészét jellemző változó összefüggéseire is. A szóanalógiák és az induktív gondolkodás 0,90 korrelációját részben az magyarázza, hogy a szóanalógiák viszonylag sok (36) itemmel vesz részt a teljes indexben de a számanalógiák 14 itemje és 0,82-es korrelációja bizonyítja, hogy nem csak az itemek magas száma okozza a magas korrelációt.

Amint a fejlődési görbék alapján kimutattuk, az 5. és a 9. osztály között belső átrendeződések mennek végbe, ezért érdemes a két szélső életkorban külön is megvizsgálni az induktív gondolkodás szerkezetét. A szerkezet vizsgálatára a klaszteranalízist használtuk. A 3. osztályos mintával végzett klaszteranalízis dendrogramját az 5. ábrán, a 11. osztályosokét a 6. ábrán mutatjuk be. A magas korrelációk miatt természetesen az összes kapcsolat szignifikáns. (A dendrogramok felett a távolság-skála látható. A skála mindkét esetben a 0–25 intervallumra van normálva, így a kapcsolatok valódi szorossága a két ábrán nem összehasonlítható.)

A két struktúra megegyezik abban, hogy – különböző szinten ugyan – közvetlenül összekapcsolódik a szóanalógia és a kizárás, és egymáshoz közel van a számsor a betűsor és az átkódolás. Különbség az, hogy a fiatalabb mintánál a *Raven* teszt inkább a sorozatokhoz, idősebbeknél inkább az analógiákhoz áll közel. Az átrendeződést jelzi az is, hogy a két analógia teszt a hierarchiában egymáshoz közelebb álló csoportba kerül.



5. ábra
Az induktív gondolkodás szerkezete 9 éves korban



6. ábra

Az induktív gondolkodás szerkezete 11 éves korban

A háttértényezőkkel való összefüggések

Az induktív gondolkodás elemeinek néhány háttértényezővel való összefüggését a 6. táblázatban foglaltuk össze. Mivel a mátrixban szereplő korrelációk igen eltérő mintanagyság adatain alapulnak, az együtthatók mellett jeleztük a szignifikancia értékét is. Az iskolai osztályzatokon kívül csak a tanulók neme és a természettudományos ismeretek alkalmazása teszt eredményei álltak rendelkezésünkre, azonban ezek az összefüggések is érdekes következtetések levonására adnak alkalmat.

A *nem* korrelációi meglehetősen alacsonyak, bár a minta nagy mérete miatt több még így is szignifikáns. Itt a pozitív korreláció azt jelenti, hogy az adott teszten a lányok, a negatív azt, hogy a fiúk teljesítenek jobban. Az összes feladat és teszt közül az arány feladatban tér el egymástól a legjobban a két nem teljesítménye – a fiúk javára –, de itt is csak 0,15 a korrelációs együttható, ami azt jelenti, hogy a teljesítmények variációjából csak mintegy 2% tulajdonítható a nem szerepének. Összességében tehát azt mondhatjuk, hogy a tanulók neme nem játszik jelentős szerepet az induktív teszteken nyújtott teljesítményekben.

A *tanulmányi átlaggal* kapcsolatban az egyetlen érdemleges megjegyzésünk az lehet, hogy feltűnő, milyen alacsonyan korrelál az a tesztjeinken mért képességekkel. A számanalógiával például csaknem nulla a korreláció, de a legmagasabb összefüggés is (számsor és *Raven*) mindössze 0,16. Ha felmérésünk közvetlen, iskolai gyakorlathoz kötődő eredményeit vesszük számba, talán ezt az alacsony összefüggést tekinthetjük a legfontosabbnak: felhívja a figyelmet arra, milyen kis (néhány százaléknyi) hatása van a tanulók gondolkodási képességeinek az iskolai osztályzatokra – és ezáltal továbbtanulási lehetőségeikre, egész életpályájukra.

Hasonlóképpen alacsonyak a *matematika osztályzattal* való összefüggések is. A számanalógiával nem is szignifikáns és a számsorral is mindössze 0,17 a korreláció értéke.

6. táblázat. Az induktív feladatok és tesztek korrelációi külső tényezőkkel

	Nem Tan. átlag	Matematika		Irodalom ^a		Kémia ^b		Magatartás ^a		Termt. ^c	
		Nyelvtan	Fizika ^b	Biológia ^b	Szorgalom ^a						
1. Wason felad	-04	04	04	04	-05	12**	09*	12**	-03	01	15*
2. Korreláció	-07**	-01	-01	-07**	-08	-04	-04	-08	-10*	-05	01
3. Arány felad	-15**	09**	12**	15**	01	32**	35**	37**	04	05	54**
4. Számanal.	-03	01	05	12**	22**	31**	35**	37**	11*	24**	46**
5. Szóanalógia	04	13**	14**	23**	27**	39**	42**	42**	25**	29**	61**
6. Számsor	01	16**	17**	24**	39**	33**	31**	26**	26**	38**	26**
7. Betűsor	09**	08**	10**	19**	27**	26**	29**	31**	23**	30**	40**
8. Átkódolás	-05*	13**	14**	21**	23**	31**	31**	30**	11**	18**	41**
9. Kizárás	02	09**	09**	18**	21**	28**	30**	29**	15**	19**	46**
10. Raven	-01	16**	20**	24**	27**	38**	43**	44**	23**	31**	52**
11. Induktív telj.	02	14**	15**	25**	41**	44**	46**	46**	30**	42**	62**

Megjegyzés: a 0-t és a tizedesvesszőt elhagytuk. ^a Csak 3. és 5. osztályok adatai alapján. ^b Csak 7., 9. és 11. osztályok adatai alapján. ^c Csak 9. és 11. osztályok adatai alapján. * p < 0,05. ** p < 0,01.

A *nyelvtan* és az *irodalom* korrelációi már magasabban, sok a 0,2 feletti érték, de például az *irodalom* az induktív gondolkodással 0,41 szinten korrelál. Érdekes, hogy a két „verbális” tantárgy osztályzatai kevésbé szorosan korrelálnak a verbális tartalmú tesztekkel (szóanalógia, kizárás), mint a számsor teszt eredményeivel.

Ismét egy újabb tizeddel magasabb korrelációkat kapunk, ha a három természettudomány, a *fizika*, a *kémia* és a *biológia* összefüggéseit vesszük szemügyre. Nehéz lenne az okát megtalálni, de tény, hogy itt viszont a két verbális teszt, a szóanalógiák és a kizárás korrelációi a legmagasabbak. E tárgyak az induktív gondolkodással már meglehetősen magas, 0,44–0,46 értékkel korrelálnak.

A 3. és 5. osztályban végzett felmérés során felvettük a változók közé a *magatartás* és a *szorgalom* jegyeket is. Ezek korrelációi ugyancsak magasak. A *szorgalom* például szorosabban kapcsolódik a *Raven* teszthez és az induktív gondolkodáshoz, mint az *irodalom*.

A legszorosabb összefüggéseket a *természettudományos ismeretek alkalmazása* tesztel találtunk. A korrelációs mátrix legmagasabb együtthatói e tesztnek az intelligenciával és az induktív gondolkodással való szoros összefüggését mutatják. A tesztek közül a szóanalógia, a számanalógia és a kizárás összefüggései a legmagasabbak. Érdekes felhívni a figyelmet arra, hogy az *arány* feladat korrelációja is ezzel a tesztel a legmagasabb, sokkal magasabb, mint bármely más változóval.

Bár a korrelációs együtthatók nem fejezik ki az oksági viszonyok, a meghatározottság irányát, nyilvánvaló, hogy a tanulók képességei hatnak (hathatnak) az iskolai osztályzatokra, fordítva, az osztályzatok hatása csak áttételesen és hosszabb távon érvényesülhet. A 6. táblázatban található korrelációk azt tükrözik, hogy a tanulók képességeiket inkább tudják osztályzatokra váltani a természettudományokban és az irodalomban, mint például a matematikában. A képességek sokkal inkább tükröződnek egy az iskolától, a tanárok szubjektív értékítéleteitől független tesztben, mint az iskolai osztályzatokban.

Az induktív gondolkodás tehát inkább meghatározója a többi vizsgált tényezőnek (a nem kivételével), mint függvénye, azonban technikailag egy modell kedvéért megfordíthatjuk a helyzetet, és megvizsgálhatjuk, hogyan befolyásolják e tényezők az induktív gondolkodás fejlettségét. Kissé pontosabban fogalmazva, megvizsgálhatjuk, hogy megnyit magyaráznak e tényezők az induktív gondolkodás varianciájából. Érdekes tehát elvégezni a regresszióanalízist az induktív gondolkodással mint függő változóval. Mivel a különböző korosztályokról nem ugyanazok a változók állnak rendelkezésünkre, nem lehet az összes tényezőt egyetlen modellben összefoglalni. Ezért külön végeztünk regresszióanalízist a 3. és az 5. osztályosok adataival, majd a 7., a 9. és a 11. osztályosok adataival.

A fiatalabb korosztályokkal végzett elemzés eredményeit a 7. táblázat mutatja be. A rendelkezésre álló változók közül nem vettük fel a független változók közé a tanulmányi átlagot, mert az eltorzította volna a tantárgyakra eső varianciákat (a tanulmányi átlagban benne vannak a tantárgyi eredmények). Kihagytuk a modellből a *Raven* tesztet is, mivel az az induktív gondolkodással való szoros kapcsolata miatt szinte minden varianciát elvont a többi változótól. A modellbe felvett változók közül ebben a korcsoportban a nyelvtan járul hozzá legtöbbször (13%) az induktív gondolkodás varianciájához, a teljes megmagyarázott variancia több, mint fele jut a nyelvtanra. Szignifikáns még a matematika (6%) és a magatartás (4%) hozzájárulása is. A hat változó együttesen is csak a variancia 25%-át magyarázza meg.

7. táblázat. Regresszióanalízis az 3. és 5. osztály adatai alapján

Függő változó: Induktív teljes					
Független változó	r	β	r β	t	szign.
Nem	0,002	-0,109055	-0,000218	-3,008	0,0027
Matematika	0,431	0,149190	0,064301	2,869	0,0042
Nyelvtan	0,463	0,284906	0,131911	4,927	0,0000
Irodalom	0,398	0,004284	0,001705	0,076	0,9398
Magatartás	0,303	0,129248	0,039162	2,970	0,0031
Szorgalom	0,421	0,040821	0,017186	0,678	0,4983
Teljes megmagyarázott variancia (R ²)			0,254047		

Az idősebb korosztályokkal végzett regresszióelemzés eredményeit a 8. táblázat mutatja be. Itt felvettük a független változók közé a természettudományos tudás tesztet is. Ez az egy változó már önmagában is az induktív gondolkodás varianciájának 35%-át magyarázza meg! Érdeemes felidézni, hogy a természettudományos tudás felmérése az induktív tesztek felvétele után egy évvel történt, ami a valójában fennálló összefüggéseket csökkenti, mégis ilyen magas értéket kaptunk. A fizikára és a biológiára jutó megmagyarázott varianciája (a természettudomány teszttel való szoros összefüggésük miatt) „elfogyott”, a nyelvtanra 11%, a kémiára 9% jut. Ez az elemzés is azt tükrözi tehát, hogy az induktív gondolkodás és az iskolai érdemjegyek alig vannak egymással kapcsolatban.

8. táblázat. Regresszióanalízis a 7., 9. és 11. osztály adatai alapján

Függő változó: Induktív teljes					
Független változó	r	β	r β	t	szign.
Nem	0,139	0,102859	0,014297	1,798	0,0738
Matematika	0,459	-0,033699	-0,015468	-0,415	0,6787
Nyelvtan	0,538	0,200325	0,107775	2,446	0,0154
Fizika	0,512	-0,023400	-0,011981	-0,266	0,7908
Kémia	0,536	0,167325	0,089686	2,074	0,0395
Biológia	0,574	-0,005544	-0,003182	-0,061	0,9515
Természettud.	0,663	0,535282	0,354892	7,426	0,0000
Teljes megmagyarázott variancia (R ²)			0,536019		

Következtetések, alkalmazási lehetőségek

Amint azt a különböző vizsgálatok bizonyítják, az induktív gondolkodás az emberi megismerés egyik alapvető képessége. A szakirodalomban található tipikus teszt szerkesztési technikákat felhasználva sikerült olyan tesztek készíteni, amelyekkel az induktív gondolkodás fejlettségi szintjét megbízható módon lehet mérni a 9–17 éves életkori szakaszban.

Felméréseinkből kitűnt, hogy az induktív gondolkodás fejlődésének nagyobbik része az általános iskola végéig lezajlik, a középiskola évei alatt már viszonylag kevés a változás. Felmerül a kérdés, miért lassul le az induktív gondolkodás fejlődése a 12. életév után? Mennyire belsőleg meghatározott ez a fejlődési trend, és mennyire befolyásolható az a külső feltételek, elsősorban az iskolai oktatás a megváltoztatásával? Erre a kérdésre folyamatban levő kísérleteinkkel keressük a választ.

Az összefüggésvizsgálatok azt tükrözik, hogy két, egymástól lényegében elkülönült értékrend van jelen az iskolában. Van egy, az iskola világához kötődő értékrend, amit az

osztályzatok révén vontunk be az elemzésekbe. A másik oldalon áll a képességek és alkalmazható tudás világa, amit az induktív gondolkodás tesztek mellett az *arány* és a *korreláció* feladatokkal, az intelligencia teszttel és a természettudományos tudás alkalmazása teszttel reprezentáltunk. Úgy tűnik, hogy ez a két világ egymással alig áll kapcsolatban: a gyerekek képességei nem tükröződnek eléggé az iskolai osztályzatokban.

Ha az induktív gondolkodás valóban a tanulási képességek egyik komponense, iskoláinkban a fejlett tanulási potenciál nagyrészt kihasználatlan lehetőség marad. Ugyanakkor tanulóink sok mindent elsajátítanak, ami csupán absztrakt, a valódi élettől, a napi problémáktól elszigetelt tudás lesz számukra, aminek az alkalmazására, gyakorlati hasznosítására képtelenek. E két világot feltétlenül közelíteni kell egymáshoz, a tudás közvetítésének módját és az iskolai értékelési módszereket egyaránt meg kell változtatni. A módszerek megváltoztatása során feltétlenül helyet kell, hogy kapjanak a képességek, a gondolkodás fejlesztésének, így az induktív gondolkodás fejlesztésének a szempontjai is.

Irodalom

- Butterfield, E. C., Nielsen, D., Tangen, K. L. and 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 műveleti képességeinek fejlesztése – A kísérlet eredményei. *Új Pedagógiai Szemle*, 4. sz. 31–40.
- Csapó Benő (1992): Improving Operational Abilities in Children. In: A. Demetriou, M. Shayer és A. Eflides (szerk.): *Neo-Piagetian Theories of Cognitive Development. Implications and applications for education*. Routledge and Kegan, London, 144–159.
- Csapó Benő (1993): Development of inductive reasoning in adolescence. Paper presented at the Eleventh International Congress of World Association for Educational Research, Jerusalem, Israel, 27 June – 2 July, 1993. 24.
- Csapó Benő (1994): Az induktív gondolkodás fejlesztése és a vizsgák. *Új Pedagógiai Szemle*, 6. sz. 36–47.
- Csapó Benő és B. Németh Mária (1994): A természettudományos ismeretek alkalmazása: mit tudnak tanulóink az általános és a középiskola végén?. Megjelenés alatt.
- 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.
- Erdély története (1986), Akadémia Kiadó, Budapest.
- 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. No. 6. 494–502.

Az induktív gondolkodás fejlődése

- 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-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. 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*. Volume 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.
- 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.
- Keeves, J. P. (1992): *The IEA study of science III. Changes in science education and achievement: 1970 to 1984*. Pergamon Press, Oxford.
- 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.
- Lakatos Imre (1976/1981): *Bizonyítások és cáfolatok*. Gondolat, Budapest.
- Lawson, A. E., Karplus, R. és Adi, H. (1978): The acquisition of propositional logic and formal operational schemata during the secondary school years. *Journal of Research in Science Teaching*, **15**, No. 6. 465–78.
- Magyar Pedagógiai Lexikon (1933–34) I–II. kötet, Budapest.
- Markman, E. M. (1989): *Categorization and Naming in Children*. Problems of Induction. MIT Press, Cambridge, London.
- Pellegrino, J. W. és Glaser, R. (1982): Analyzing aptitudes for learning: inductive reasoning. In: Glaser, R. (Ed.): *Advances in instructional psychology*, Vol. 2. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey. 269–345.
- Popper, K. R. (1972/1983): *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 Ruijsenaars, 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.

Csapó Benő

- Simon, H. (1974): Problem solving and rule induction: a unified view. In: Gregg, L. W. (szerk.): *Knowledge and cognition*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Potomac, Maryland. 105–128.
- Sternberg, R. J. (1986): Toward a Unified Theory of Human Reasoning. *Intelligence*, **10**. 4. sz. 281–314.
- Sternberg, R. J. (1977): *Intelligence, information processing and analogical reasoning: The component analysis of human ability*. Erlbaum, Hillsdale, N. J.
- Sternberg, R. J. (1986): Toward a Unified Theory of Human Reasoning. *Intelligence*, **10**. 4. sz. 281–314.
- 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.

A tanulmányban bemutatott vizsgálatokat az Országos Tudományos Kutatási Alap által támogatott „Az ismeretközvetítés és a képességfejlesztés integrálása” című kutatási program keretében végeztük.

ABSTRACT

BENŐ CSAPÓ: DEVELOPMENT OF INDUCTIVE REASONING

Inductive reasoning is often considered one of the central components of thinking that is closely related to general intelligence, problem solving, and learning abilities. This paper presents the major results of a study that assessed the developmental tendencies of inductive reasoning and its relationships to other reasoning skills and indicators of school achievement. Six tests were devised for the measurement of several features of inductive reasoning (numerical analogies, verbal analogies, number series, letter series, coding and exclusion); a proportion, a correlation and the Wason task; furthermore Raven's progressive matrices test and a science application test were also included in the survey. These measurement tools were administered to 3rd, 5th, 7th, 9th, and 11th grade samples drawn in a representative way from the primary and secondary schools of Szeged, Hungary. Results show that the major share of the development of inductive reasoning took place before 7th grade (13 years of age). Strong interrelationships were found between the components of inductive reasoning and Raven intelligence, as well as the science application test. However, correlations of inductive reasoning, intelligence, and science application test with the school achievements (represented with grades given by teachers) were very small. The paper interprets the lack of strong relationships to be a result of the schools' inability to utilize students' learning potential to its fullest extent, and the fact that there exist a separation between students' academic capabilities and the achievements acknowledged by schools.

MAGYAR PEDAGÓGIA **94**. Number 1–2. 53–80. (1994)

Levelezési cím / Address for correspondence: Benő Csapó, Department of Education, Attila József University, H–6722 Szeged, Petőfi sgt. 30–34.