

## Az induktív gondolkodás fejlesztése és a vizsgák

– Egy gondolkodásfejlődési vizsgálat tanulságai –

Az a vizsgálsorozat, amelyből a következő példák és adatok<sup>1</sup> származnak, közvetlenül nem irányul a vizsgarendszer kifejlesztésére, de szoros kapcsolatban van mindazzal, amiről el kell gondolkodnunk, amikor a vizsgák tartalmára, formájára és nem utolsósorban a vizsgákra való felkészítésre teszünk javaslatokat. Vizsgálataink egy olyan kutatássorozat részét képezik, amely a gondolkodás különböző folyamatainak az értékelésére, mérésére dolgoz ki eszközöket. A program első fázisában az *induktív gondolkodás fejlődését* mértük fel, és ezt követi az a kísérlet, amelynek keretében a *fejlesztés lehetőségeit* vizsgáljuk.

E munka különböző fázisaiban, az elméleti háttér felvázolása, a tesztfejlesztés és az adatok elemzése során számos olyan eredmény születhet, amely a vizsgarendszer kidolgozásához is hasznos szempontt adhat. Elsősorban a távolabbi célok megvalósításában játszhatnak szerepet eredményeink. Ami ma még egy speciális kutatási terület, az a jövőben a gyakorlat része lehet.

### A természettudományok tanítása: célok és eredmények

Amikor tanterveket készítünk, és meghatározzuk, mi az, amit tanítani fogunk – legyen szó olyan országos hatású dokumentumokról, mint a Nemzeti alaptanterv, vagy olyanról, mint egy iskola helyi tanterve –, mindig döntenünk kell, hogy a tudás végtelen nagy halmazából kiválasszuk azt, amit tanítani szándékozunk. Egy újabb kiválasztásra, döntések sorozatára van szükség akkor, amikor a vizsgákat tervezzük. Dönthetünk úgy, hogy mindent egyformán fontosnak tekintünk, ami a tantervben, tananyagban szerepelt. Ekkor a vizsgák számára reprezentatív mintát veszünk a tanított anyagból. Dönthetünk azonban úgy is, hogy vannak lényegesebb, fontosabb elemei az iskolában megszerzett tudásnak, és elsősorban ezeket fogjuk a vizsgák tárgyává tenni. Így azonban nehezebb helyzetbe kerülünk, mert meg kell mondanunk, hogy mit és miért tartunk fontosabbnak, vagyis állást kell foglalnunk arról, hogy mit tartunk az iskolai oktatás végső céljainak.

Döntéseinket értékeink befolyásolják. Ritkán van azonban mód arra, hogy explicite is megfogalmazzuk azokat az értékeket, amelyek alapján a döntéseink megszületnek. Így van ez a vizsgákkal kapcsolatos döntések esetében is. Mivel különböző értékek jelennek meg, amelyek érvényesítését egymással összhangba hozni többnyire rendkívül bonyolult, nehéz feladat, a végeredmény esetleg olyasmi lesz, ami nem felel meg a kiinduló szándékoknak. Érdemes tehát a természettudományok tanításával kapcsolatos értékeket rövid elemzés tárgyává tenni.

<sup>1</sup> A bemutatott adatok az OTKA által támogatott kutatásból származnak

A természettudományok tanításának sokféle célját lehetne felsorolni. Ezek között hármát biztosan megtalálunk mindenfajta célrendszerben. Vegyük sorra ezeket.

1. *A természettudományos műveltség önmagában vett értéke.* Mindaz, amit a tudomány a bennünket körülvevő világból feltárt, érdemes a megismerésre, elsajátításra. Természettudományt tehát mindenkinek tanulnia kell, függetlenül attól, hogy a tanultaknak hol és milyen mértékben veszi hasznát. Akinek az életpályája kapcsolódik a tudományokhoz, annak természetesen többet, aki más pályát választ, annak kevesebbet; de lehetőség szerint mindenkinek minél többet kell tanulnia, amennyit csak az iskolai időbe bele lehet préselni. Szelektálni persze kell, a lényegest, a fontosat kell megtanítani, és hogy mi a lényeges, a fontos, azt a tudomány szempontjai határozzák meg. Az a fontos, ami a tudomány adott állása szerint fontos. A távoli galaxisok szerkezetével kapcsolatol legújabb felismerések éppúgy válhatnak a tananyag részévé, mint az elemi részecskék fizikája terén tett felfedezések, még akkor is, ha a többségünknek ezekre az ismeretekre életünk során soha nem lesz szükségünk. Ez a fajta szemlélet a magyar tantervekben nagy hangsúlyt kap.

2. *A természettudományokat azért kell tanítani, mert olyan ismereteket közvetítenek, amelyeknek a hétköznapi életben hasznát vesszük.* Az ilyen értékekre épülő tanítási programok a mindennapi élet jelenségeit veszik alapul, a laboratóriumok világa helyett az élet ismerős helyzetéibe helyezik a tudományos törvények érvényesülését. Megmutatják, milyen helyzetekben segít bennünket a tudásunk. Az aktivitásközpontú integrált amerikai természettudományi programokra például jellemző ez a fajta megközelítés.

3. *Természettudományokat azért kell tanítani, mert kiművelik a gondolkodást.* A gondolkodás fejlesztésének szándéka még mindig többféle formában jelenik meg. Az egyik megközelítés, ahogy főleg a természettudósok szokták e célt értelmezni, az általában a közelebről pontosan nem meghatározott természettudományos gondolkodás fejlesztése. A gondolkodásfejlesztésnek egy másik értelmezése azoktól származik, akiknek a gondolkodás a kutatási területük, és erről az oldalról közelítenek a tanítás problémái felé. A gondolkodás egyes elemeit, műveleteit, mechanizmusait, folyamatait kívánják a tanítás során fejleszteni. A fejlődéslelektan legnagyobb hatású kutatója, Jean Piaget például az értelem műveleti struktúráit tanulmányozta úgy, hogy megfigyelte a gyerekek kijelentéseit, miközben azok a természettudományok körében megismert feladatokon dolgoztak. Számos későbbi irányzat és kutatóközpont tanulmányozta úgy a gondolkodást, hogy közvetlen ajánlásokat is megfogalmazott a természettudományok tanítására számára. Ebbe a körbe sorolható például a Londoni Egyetemen Michael Shayer vezetésével dolgozó munkacsoport (Shayer és Adey, 1981). A kognitív fejlődést segítő programjukkal (CASE – Cognitive Acceleration through Science Education) különösen serdülőkorban értek el jó eredményeket.

A háromféle érvrendszer, azok egyensúlya, a hangsúlyok országonként és koronként változik. Kiváló áttekintést kapunk arról, hogy az egyes országokban mire helyezik a hangsúlyt az IEA természettudományi vizsgálataihoz kapcsolódó összehasonlító tantervelemzésekéből. A szakirodalomban érvényesülő tendenciákat, a hangsúlyok időbeli változásait egy nemrég elkészült elemzésben (Csapó, 1994) foglaltam össze.

Ha megnézzük, hogy ezek az célkitűzések hogyan jelennek meg a magyarországi tantervekben, a természettudományok tanításában, érdekes kép rajzolódik ki előttünk. Az első érvrendszer maradéktalanul érvényesül. Mind az általános iskolai, mind a gimnáziumi természettudományi tárgyak tananyaga a lehető

legtöbb tudományos ismeretet tartalmazza. A kiválasztásban, az elrendezésben érvényesülnek a tudományok belső szempontjai. Az oktatás kiemelkedő eredményességét pedig bizonyítja, hogy a magyar gyerekek teljesítményei nemzetközi összehasonlításban az elsők között vannak.

A nemzetközi felmérések feladatainak összeállításában is elsősorban a tudomány belső szempontjai és értékei játszanak szerepet. Példaként talán érdemes bemutatni egy feladatot, amelyet *Keeves* (1992) is idéz a természettudományi IEA-vizsgálatok tesztfeladatainak szemléltetésére:

„Ha 2 gramm cinket és 1 gramm ként együtt hevítünk, a kén-szulfid képződése után gyakorlatilag sem cink, sem kén nem marad vissza. Mi történik, ha 2 gramm cinket és 2 gramm ként hevítünk együtt.

A Kén-szulfid képződik, ami megközelítőleg kétszer annyi ként tartalmaz.

B Megközelítőleg 1 g kén visszamarad.

C Megközelítőleg 1 g cink visszamarad.

D Megközelítőleg 1 g mindegyikből visszamarad.

E Nem megy végbe reakció.”

Ilyen típusú feladatok megoldásában tehát a magyar tanulók általában jó eredményeket érnek el, az 1984-ben elvégzett vizsgálatok szerint pedig a 14 évesek (nyolcadikosok) még a nemzetközi mezőnyben is magasan kiemelkednek.

De mi a helyzet, ha arra a kérdésre keressük a választ, hogyan tudják tanulóink a megszerzett tudást praktikus helyzetekben alkalmazni?

Ha belenézünk természettudományi tankönyveinkbe, könnyen az az érzésünk támadhat, hogy a gyakorlati alkalmazhatóság nem áll túl magasan a célok listáján. Mérési eredmény viszont kevés van, ami segítené a gyánúkat eloszlatni, rosszabb esetben megerősíteni. A IEA-felmérések ugyan megkülönböztetik az ismeret- és az alkalmazásfeladatokat, de az alkalmazásfeladatok még mindig szorosan a természettudományi kontextuson belül maradnak. Egy 1990-ben elvégzett vizsgálat keretében négy országban, az USA-ban, Japánban, Tajvanon és Magyarországon végeztünk felméréseket, melyben szerepeltek természettudományos feladatok is. A kérdések a praktikus tudást, a természettudományok terén szerzett ismeretek alkalmazhatóságát vizsgálták. Néhány kérdés például:

Miért izzad a testünk a melegben?

Miért tartja a takaró melegen a testünket?

Miért kék az ég?

Az eredmények nem igazolták várakozásainkat. A 17 éves magyar gyerekek teljesítménye mélyen alatta maradt a japán és a tajvani gyerekékének, és éppen csak elérte az amerikaiak szintjét. Szép dolog, hogy a tanulóink jól szerepelnek az iskolai tudást összehasonlító nemzetközi felméréseken. A magyar iskolarendszer, de talán az ország presztízsén is sokat javított az IEA-eredmények széles körű publicitása. De meddig engedhetjük meg, hogy a gyerekek iskolai, „ünnepi” tudása oly kevéssé legyen alkalmazható a hétköznapi helyzetekben, a gyakorlati feladatokban, a munka világában? Nehéz lesz az iskola mai színvonalát fenntartani, ha az iskolai képzettség nem jelenti egyben a képzett munkaerőt is; ha eltávolodik egymástól a tudás „szépsége” és „hasznossága”.

Még kevesebb közvetlen mérési eredményt találunk, ha arra vagyunk kíváncsiak, hogyan fejleszti a tanítás a tanulók gondolkodási képességeit. Ami a tantervfejlesztést, tananyagkészítést illeti, csak nagyon általánosan jelenik meg a célok között a gondolkodás fejlesztése, az értelem kiművelése. Történelmi okok miatt Magyarországon a természettudományok tanításának módszertanában a pszichológiai szempontok alig játszanak szerepet.

A kutatási program, amelynek eredményeiből idézni fogok, a következő címet viseli: „Az ismeretek közvetítésének és a képességek fejlesztésének integrálása”. Többek között arra a kérdésre keresi a választ, hogyan lehetne úgy tanítani a természettudományokat, hogy a tudományos szempontokat és értékeket változatlanul megőrizzük, ugyanakkor a tanítás jobban járuljon hozzá a gondolkodási képességek fejlesztéséhez is, és növekedjen a tudás praktikus alkalmazhatósága. Az induktív gondolkodást állítottuk a vizsgálatok középpontjába, mert a gondolkodás e formájának fejlesztése a legalkalmasabb az előzőekben vázolt célok összefogására.

## Az induktív gondolkodás

A tudományos megismerésben megkülönböztetünk *deduktív* és *induktív* módszert. A tanulás során, a gondolkodásban is megjelenik a megismerésnek ez a két fő formája.

A *deduktív gondolkodás* (deduktív következtetés, levezetés, bizonyítás) a meglévő tudásból, ismert igaz állításokból vezet újabb igaz állításokhoz. Az *induktív gondolkodás* révén erendően új tudás keletkezik. Egyedi megfigyelések alapján általános szabályokat fogalmazunk meg. Az így nyert új tudás azonban soha nem tekinthető teljes bizonyossággal abszolút értelemben igaznak. Véges számú eset megvizsgálása alapján ugyanis csak valószínűsíthetjük, hogy következtetésünk az összes (végtelen sok) meg nem vizsgált esetre is igaznak fog bizonyulni. (Kivétel a matematikában alkalmazott teljes indukció.) A megfelelő módon végzett indukció révén nyert tudásban természetesen megbízunk, annak igazságát nagyon valószínűnek tartjuk. Bizalmunk alapja nem kis részben az, hogy nem találunk olyan esetet, ami az indukció révén nyert általános érvényű állítást megcáfolná.

A dedukció ismert, pontosan leírható, meghatározott szabályok szerint történik. Ezzel szemben az indukciónak nincsenek általánosan alkalmazható, egyértelmű módszerei. Az induktív gondolkodásnak számos összetevője van, fejlődése több forrásból táplálkozik, és minden bizonytalansága mellett nemcsak a tudományos, de a hétköznapi gondolkodásnak is az egyik legfontosabb formája. Az induktív gondolkodás sokféle elemet foglal magában. Lényegében mindazok a gondolkodási folyamatok idetartoznak, amelyek során valami alapvetően új tudásra teszünk szert. A következőkben sorra vesszük a fontosabbakat.

Az *analógia* az induktív gondolkodás talán legfontosabb alapeleme. Míg az induktív gondolkodás általános esetében több egyedi jelenségről következtetünk az általánosra, addig az analógia során egy *egyediről egy másik egyedire* következtetünk. Az analógia alapja valamilyen mértékű hasonlóság, amely különböző formában juthat kifejezésre. Az analógia legszigorúbb szintje a külön megfelelés, amikor az egyik jelenség a másiknak tökéletesen megfeleltethető, egyik a másikba valamilyen *transzformációval átvihető*. Ez a pontos megfelelés az *izomorfia* (pl. halmazműveletek – a kétértékű logika műveletei; harmonikus rezgőmozgások – elektromos rezgések). Ilyenkor az egyik területen megismert szabályokat átvihetjük a másik területre. A *homomorfia* esetében az analógia egyben leegyszerűsítést is jelent. Ilyen például a modell, a térkép és nagyon sok szemléltetőeszköz.

Az analógia felismerése lényegében már általánosításhoz is vezet, annak első lépése. Több egymással analóg eset (hal : uszony = emlős : láb = madár : szárny) elvezet a közös vonások felismeréséhez, az azonos jellegű dolgok csoportosításához. A *csoportok alkotása* az elemek között meglévő hasonlóságon, közös vonásokon alapszik. A csoportképző ismérv megtalálása lehetővé teszi a közös helyzetű,

azonos tulajdonságokkal rendelkező dolgok megnevezését, ami a *fogalom* kialakulásának alapjává is szolgál. A csoportok alkotásával egyidejűleg szükség van a csoportba nem tartozó dolgok felismerésére, a csoportból való kizárására is.

Az induktív gondolkodás egyik leggyakoribb megnyilvánulása a *szabályindukció*. Ekkor bizonyos számú esetből a minden esetben érvényes szabályt kívánjuk megalkotni. A szabály megkeresése gyakran találgatással történik. A találgatás tudományos megfelelője a *hipotézisek* felállításása. Természetesen minden hasznos javaslatnak, ötletnek a meglevő tudásunkon kell alapulnia. Véges számú esetből általában nem lehet a szabályt egyértelműen levezetni, vagy esetleg több érvényes szabály is található. A szabály megalkotásának folyamatában az ellenőrzés és megerősítés módszere lehet a szabály több egyedi esetre való kipróbálása és *ellenpélda* keresése. A szabály gondolkodás fejlesztése szempontjából, hanem a tudományos felfedezés természetének megértését tekintve is hasznos annak megvitatása, milyen tények, tapasztalatok cáfolnák a javasolt szabályt.

A *valószínűségi gondolkodás* a véletlen tömegjelenségek, a statisztikai törvényszerűségek értelmezésében nyilvánul meg. Fontos eleme a véletlenszerűség, a sok egyedi véletlen eseményben megnyilvánuló szabályosság felismerése. Az általánosítás a fő tendenciák megfogalmazása révén történik. Egyes ellenpéldákkal a statisztikai általánosításokat nem lehet cáfolni.

## Az induktív gondolkodás fejlődésének vizsgálata

Három életkorban, az általános iskola hetedik osztályában és a középiskola első és harmadik osztályában végeztünk felméréseket 1993 tavaszán. A mintákat szegedi és Szeged környéki iskolákból állítottuk össze úgy, hogy a mérésbe bevont osztályok arányosan reprezentálják a régió tanulóit. Az általános iskolai minta nagysága meghaladta a 300-at, a középiskoláké az 500-at.

A gondolkodás olyan formáinak vizsgálatára, amelyek valamilyen kapcsolatban állnak az induktív gondolkodással, három feladatot választottunk ki, amelyek régóta ismertek, és amelyeket már sok országban használtak a gondolkodás bizonyos folyamatainak felmérésére. Mindháromra érvényes, hogy nem induktív feladat, tehát megoldását egyértelműen és teljes bizonyossággal meg lehet találni, ugyanakkor az induktív gondolkodással nagyon szoros kapcsolatban van.

*Wason* kártyafeladatában egy ábrán négy kártya látható, alattuk a következő szabály:

*Ha a kártya egyik oldalán magánhangzó van, akkor a másik oldalán páros szám van.*

A feladat szövege szerint a kártyák egyik oldalán szám van, a másik oldalán pedig betű. A tanulónak ki kell keresnie azokat a kártyákat, amelyek a fenti szabályt igazolják. A feladat megoldása során a tanulónak meg kell jelölniük azokat a kártyákat, amelyek másik oldalát feltétlenül meg kell nézni ahhoz, hogy teljes biztonsággal megállapíthassuk, igaz-e a szabály. Lényegében azokat a kártyákat kell megtalálni, amelyek megfordítása megcáfolná a szabályt, és így kiválóan lehet használni annak vizsgálatára, mennyire képesek a gyerekek hipotéziseket felállítani, majd azokat cáfolni. Az ilyenfajta gondolkodásra szükség van az induktív feladatok megoldása során is. A feladat ugyanakkor egy tisztán deduktív formálógikai feladatként is felfogható, a benne szereplő művelet egy „ha ..., akkor ...” típusú implikáció.

A következő feladattal azt vizsgáltuk, mennyire tekintik a tanulók összefüggésnek a statisztikai, valószínűségi jellegű kapcsolatokat. A feladat szövege így szól:

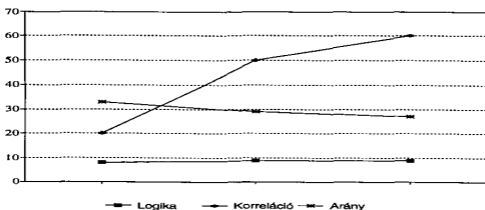
Egy gazda megfigyelte a tanyája körül élő egereket. Azt tapasztalta, hogy mindegyikük vagy kövér, vagy sovány. Továbbá mindegyik egérnek vagy fehér farka, vagy fekete farka volt. Ez a megfigyelés kíváncsivá tette a gazdát, vajon van-e összefüggés az egerek mérete és a farkuk színe között. A mező egyik részén csapdát állított, és megfogta az összes egeret. Az eredmény az ábrán látható. Van-e összefüggés a farkok színe és az egér mérete között?

Az ábrán egerek rajza szerepel, mégpedig 16 kövér fekete farkú, 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 harmadik feladat az arány felismerését és alkalmazását vizsgálja, 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 legelőnyösebb formájaként itt is két jelenséget kell egymással párhuzamba állítani.



1. ábra

Mindhárom feladat tartalma olyan, hogy az eredményeket önmagukban is értelmezhetjük. Megfontolhatjuk, hogy elvárhatnánk-e az adott életkorú tanulóktól a feladatok megoldását, illetve azt, hogy az iskolában eltöltött évek hatására javuljon a tanulók teljesítménye e feladatok megoldásában (kritériumorientált szemléletmód). A feladatok eredményeit az 1. ábra mutatja be. Az adatok százalékokat jelentenek, a tesztpontszámok átlagát, ha az eredményeket a maximálisan elérhető pontszám százalékában fejezzük ki.

A Wason-feladat eredményei rendkívül gyengék, a hetedikeseknek mindössze 7%-a oldja meg helyesen, a középiskola első osztályára 10%-ra javul a teljesítmény, és ugyanennyi marad a harmadik osztályra is. A hetedik és az első közötti kis javulás egy része annak tulajdonítható, hogy az általános és a középiskola között van bizonyos lemorzsolódás. A gyerekek fejlődésében egyébként nagyon fontos négy év alatt tehát az iskola alig hat erre a típusú gondolkodásra.

Még különösebb az eredmény a korreláció felismerését vizsgáló feladat esetében. Minél idősebbek a gyerekek, annál kevésbé hajlandók a statisztikai tendenciát

összefüggésnek elfogadni. Az iskola tehát inkább egy olyanfajta szemléletet erősít, mely szerint csak az a kapcsolat összefüggés, ami determinisztikus. Való igaz, hogy a tanulmányaik során a gyerekek többnyire determinisztikus összefüggésekkel találkozhatnak, de az is igaz, hogy a bennünket körülvevő világ összefüggéseinek nagy része valószínűségi természetű. Ma már a természettudományok iskolában tanítható eredményei között is sok a statisztikus jelenség, gondoljunk csak a statisztikus mechanikára vagy a biológia egyes területeire, például a genetikára. Eredményeink szerint ezek a szakterületek nem szerepelnek kellő súllyal az iskolai tananyagban, vagy nem hatnak kellően a tanulók szemléletének alakulására. Az okok pontos feltérképezéséhez természetesen a kérdés további, részletes vizsgálatára van szükség, de e feladat eredményei mindenesetre jelzik, hogy itt nincs teljesen összhangban az iskola által közvetített szemlélet azzal, amit elvárhatnánk.

A harmadik feladat eredményeivel sem lehetünk túlságosan elégedettek, tekintettel arra, hogy az iskolában tanított matematikához, a bonyolult természettudományi modellekhez képest rendkívül egyszerű összefüggésről van szó. A hetedikesek mindössze egyötöde, de az elsős középiskolásoknak is mindössze alig több mint fele tudja helyesen megoldani.

Mivel nincs olyan átfogó nemzetközi felmérés, amit pontosan ezekkel a feladatokkal, ugyanilyen életkorú tanulókkal végeztek el, nehéz összehasonlítható adatokat találni. *Lawson* és munkatársai egy régebbi cikkében (*Lawson, Karplus* és *Adi*, 1978) szerepelnek ezek a feladatok. Az eredmények összehasonlítása alapján nem mondhatjuk, hogy a mi tanulóink gondolkodása olyan kiemelkedő lenne, mint amilyen a természettudományos tudásuk.

Az inductív gondolkodás vizsgálatára hat tesztet készítettünk, és felhasználtuk *Raven* intelligenciatesztjét is, amelynek feladatai ugyancsak alkalmasak az inductív gondolkodás fejlesztésének illusztrálására.

A *számok analógiája* teszt olyan feladatokból áll, amelyekben egy számpár két tagját valamilyen összefüggés kapcsolja össze. Ez az összefüggés érvényes analóg módon a második számpárra is, míg a harmadik esetben a megadott számhoz ugyanezen összefüggés alapján a tesztet megoldó tanulónak kell a pár hiányzó tagját megtalálnia. A teszt egyik legegyszerűbb feladata a következő:

· 14 → 17                      18 → 21                      23 → \_\_\_\_\_

Itt a két számot az „adjunk hozzá hármat” szabály kapcsolja össze. A nehezebb feladatok esetében azonban bonyolult matematikai összefüggések kapcsolják össze a számokat.

A *szóbeli analógiák* teszt feladataiban egy szópár tagjait kapcsolja össze valamilyen összefüggés, és analóg módon kell a másik szópárt megalkotni, amelynek egyik tagját a feladat megadja, a másikat pedig az ugyancsak megadott lehetőségek közül kell kiválasztani. Szóbeli analógia feladat például a következő:

SZÉK : BÚTOR = KUTYA : ?  
MACSKA ÁLLAT TACSKÓ ASZTAL KUTYAÓL

Ebben a feladatban „szék” és a „bútor” egymással részalmaz-halmaz viszonyban vannak, analóg módon a megadott lehetőségek közül „kutya” mellé az „állat”-ot illeszthetjük.

A *számsorok* teszt feladataiban egy megkezdett sor további tagjait kell megtalálni. Ez is csak úgy lehetséges, ha felismerjük a szabályt, ami a sor megadott tagjaira érvényes. Például:

A *betűsorok* teszt feladatai hasonlóak az előzőhöz, de itt lényegében csak a sorrendiségre alapozott összefüggések jöhetnek szóba. A teszt legegyszerűbb feladata a következő:

a c e g i k m — —

Az *átkódolás* teszt feladataiban egész jelrendszereket kell egymásnak megfeleltetni. Természetesen itt is a hozzárendelés szabályát kell felfedezni a megadott esetek alapján. A következő egyszerű feladatban például azt kell felismerni, hogy a hét napjait az 1, 2, ... számokkal lehet helyettesíteni:

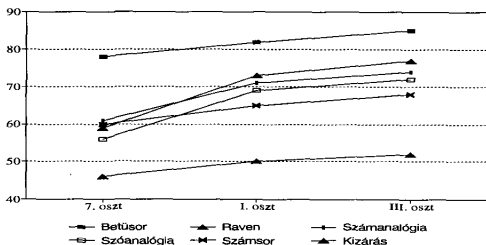
Minta: hétfő + szerda = csütörtök; kedd + csütörtök = szombat  
szerda + csütörtök = \_\_\_\_\_

A *kizárás* teszt feladataiban a felsorolt szavak között kell a „kakukktójást”, az oda nem illőt megtalálni. Ehhez persze meg kell találni, milyen összefüggés kapcsolja össze a többi szót. Az alábbi feladatban például meg kell alkotni a gyűjtőfogalmat, ami a „ruhadarab” lesz, és ez alá a „szék”-et nyilván nem lehet besorolni.

SÁL CIPŐ KALAP SZÉK TRIKÓ KESZTYŰ

A bemutatott tesztek, tesztfeladatok közös jellemzője tehát az, hogy a megoldás során mindig egy szabályt kell megtalálni. Hipotézist kell megfogalmazni, majd azt ellenőrizni, és ha a további esetekre, amelyeken kipróbáljuk, érvényesnek bizonyul, akkor alkalmazni kell a megoldás során. A megoldásnak nincs biztos, „bejáratott” útja, próbálkozni, találgatni kell.

Nézzük, hogyan fejlődik az induktív gondolkodás a serdülőkor négy éve alatt. A felmérések eredményeit a 2. ábra mutatja be.



2. ábra



Az eredmények első látásra is legfeltűnőbb sajátossága az, hogy a fejlődést jellemző vonalak többsége egymással párhuzamosan fut. A középiskolás korosztályok között teljes mértékben érvényesül ez a tendencia, az általános és a középiskola között van némi átrendeződés. Meg kell jegyeznünk, hogy az elért szint itt önmagában nem mérvadó, könnyebb vagy nehezebb feladatok hozzáadásával a tesztek átlagát széles határok között lehet változtatni. Ebből a szempontból tehát azt mondhatjuk, hogy a tesztek között volt könnyebb és nehezebb is. A tesztek ebben az esetben az összehasonlítás eszközei: a felmért tanulókat, tanulócsoportokat egymással lehet összehasonlítani (normatív tesztelés). Ebből a szempontból a fejlődésvonalak párhuzamossága azt jelenti, hogy a változásokat a tesztek nagyjából egyformán jelenítik meg.

A másik, ugyancsak szembetűnő jellemzője az eredményeknek az, hogy a 13 és 17 éves életkorok között nagyon kicsi a változás, mintegy tíz százalék. Ha figyelembe vesszük, hogy ez a négy év egyébként a leggyorsabb szellemi gyarapodás korszaka, és egyben a tanulók életének az a szakasza, amikor óriási mennyiségű természettudományos ismeretet megtanulnak, feltehetjük a kérdést: elégedetek lehetünk-e a gondolkodás fejlődésének tapasztalt mértékével? Mi lehet az induktív gondolkodás viszonylag szerény fejlődésének az oka? Vajon erre az életkorra már lezárult a fejlődés, és ezért nem lehet lényegesen megváltoztatni az addigra elért szintet; vagy változtatni ugyan lehetne, csak az iskolai munka, a tananyag fejlesztő hatása nem elég erőteljes? Ezek azok a fontosabb kérdések, amelyekre a folyamatban levő kísérlet keretében választ szeretnénk kapni.

### **Az induktív gondolkodás fejlesztése az iskolában**

A kísérlet háttérében az a pszichológiai felismerés áll, hogy a gondolkodás hatékonyságában kiemelkedő szerepet játszanak a konkrét tartalomhoz, meghatározott helyzethez kötött gondolkodási sémák. Ennek megfelelően a gondolkodást nem elvont gyakorlatokkal vagy a gondolkodás szabályainak tanításával lehet fejleszteni, hanem azzal, ha azokban a helyzetekben készítjük a tanulókat aktív gondolkodásra, amelyekben a tananyagot feldolgozzák, és a gondolkodás természetes anyagának magát az iskolai tananyagot tekintjük.

Az induktív gondolkodást tehát akkor fejleszthetjük a leghatékonyabban, ha a tanulókat olyan helyzetbe hozzuk, amelynek során az induktív utat maguk járják be, a rendelkezésre álló egyedi esetekből az általános érvényű megállapítást maguk vonják le, aktívan közreműködnek az új tudás megalkotásában. A kísérlet során tehát a tananyagot nem változtatjuk meg, hanem a tantervi célokat kiegészítjük a gondolkodási folyamatok hatékonyabb fejlesztésével. A változás a tananyag feldolgozásának módjában van.

A kísérlet előkészítése során elemeztük a tankönyveket, és megkerestük a tananyagban azokat a pontjait, ahol az induktív gondolkodás valamely eleme előfordul, illetve ahol az indukciót természetes módon lehet alkalmazni. Ezek után feladatokat (gyakorlatokat) készítettünk, melyek során a tanuló induktív gondolkodási műveleteket végeznek. A gyakorlatoknak természetesen kell lenniük, nem lehetnek öncélúak, azaz az adott tananyag alaposabb megértését hatékonyabb feldolgozását is szolgálniuk kell. A kísérlet keretében a tanév során – lehetőség szerint egyenletes eloszlásban – legalább ötven gyakorlatot kell a tanulóknak megoldaniuk. A munka formája bármilyen lehet, frontális osztálymunka, egyéni vagy csoportmunka, házi feladat stb. A fejlesztés hatékonyságát az év eleji és az év végi felmérések összehasonlító elemzésével fogjuk megállapítani.

A természettudományok az induktív gondolkodás gazdag példatárát szolgálják. Maga a tanítás is gyakran épít az indukcióra, a kísérletezésre, a szabály felfedezésére. A tanulók azonban gyakran készen kapják a törvényszerűségeket, nem felismerik, hanem megtanulják azokat. A törvények megfogalmazásához gyakran hiányoznak a megfelelő tapasztalati alapok. Az újabb természettudományi tankönyvek egy része ugyan épít a tanulók aktivitására, a kísérletezésre, az önálló felfedezésre, de az indukció lépéseit nem járja megfelelően végig. A kiinduló adatok, kísérletek esetleg csak a felnőtt szakember számára lennének elegendőek a szabályok önálló megalkotására.

Az *induktív módszernek* a tanításban való alkalmazása nem új keletű, a *példákon keresztül való tanításnak* nagy hagyományai vannak. Az utóbbi évtizedek robbanásszerű tananyag-növekedése azonban ismét előtérbe állította a kész sémákon alapuló deduktív módszert. Az induktív gondolkodás fejlesztését tehát már önmagában az is segíti, ha az induktív módszer kellő szerepet kap a természettudományok tanításában. A következő általános alapelvek érvényesítését lehet célul kitűzni:

- törekedni kell a lehető legtöbb konkrét példa bemutatására,
- az indukció adott esetben alkalmazható műveleteinek gyakorlása,
- a megalapozott találgatás bátorítása,
- aktív hipotézisalkotás, a lehetőségek megerősítése vagy elvetése,
- annak vizsgálata, ismerünk-e hasonló, már megoldott problémát, mint amit épp megoldani készülünk,
- a bizonytalan, nem kielégítően ismert helyzetekben a részismeretek összegyűjtése,
- a bizonytalanság tudatos kezelése (nem tudjuk biztosan, de ...),
- az önálló indukció törvények, szabályok kimondására,
- annak vizsgálata, hogy az éppen megismert törvényt milyen hasonló helyzetekre lehetne átvinni.

A fejlesztő munka során tudatosítani lehet a tanulóknál az éppen alkalmazott gondolkodási stratégiák sajátosságait. Természetesen nem arról van szó, hogy a gondolkodás pszichológiáját kellene tanítanunk vagy az indukció szabályait, lehetőségeit kellene rendszeresen ismertetnünk. Egyszerűen csak egy-egy feladat, gyakorlat, induktív mozzanatot tartalmazó gondolatmenet után érdemes a konkrét problémán „felülemelkedni”, megvizsgálni a gondolatmenet általános sajátosságait, tudatosítani, mikor, milyen gondolkodási műveleteket alkalmaztunk.

Az induktív gondolkodás sokféle elemét lehet megtalálni a tananyagban, vagy ilyen elemekkel ki lehet egészíteni a meglévő anyagot, esetleg csak úgy átrendezni, hogy az induktív folyamat nagyobb hangsúlyt kapjon. Néhány lehetőséget a következő felsorolás mutat be:

Analógiák, ahol a hasonlóság alapja lehet például: halmazba tartozás, rész-egész, időrend, ok-okozat, ellentét, egyezés, szinonima, tulajdonság, minőség, funkció, átalakulás (valami valamiből lesz), származás, eredet, hely, azonos halmaz tagjai, funkcionális rész-egész.

Sorozatok, melyeket folytatni lehet, melyekről meg lehet állapítani, mi a szabály: halmazba tartozás, rész-egész, időrend, ok-okozat, átalakulás, valami valamiből lesz, származás, eredet.

Megfigyelések, mérési eredmények alapján a szabály megtalálása.

Összefüggések, szabályok önálló felismerése.

Ok-okozat kapcsolatok felismerése, feltételek változtatásának hatásai, a hatásokban fellelhető szabályosságok felismerése.

Csoportosítás, rendszeralkotás a közös vonások önálló felismerése alapján.

Többféle célt szolgálhatnak az olyan gyakorlatok, amelyek egy felismert szabályt, törvényt, jelenséget úgy helyeznek el egy analógiában, hogy az *analógia a tudományos kontextus és a hétköznapi élet, a laboratóriumi környezet és a hétköznapi gyakorlat között ver hidat*. A tankönyvekben eleve sok ilyen példát találunk. Néhány mondatos elemzés, annak alaposabb megfontolása, hogy mi az analógia alapja, mi minnek felel meg; további példák keresése, rendszerbe foglalása nemcsak az adott tantárgy eredményesebb tanulását segíti, hanem hozzájárulhat a megfelelő gondolkodási folyamatok fejlesztéséhez is.

A kísérletet kilenc különböző kísérleti csoportban (kémia, fizika, biológia tárgyban, mindegyik a három bemutatott életkorban) folyt 1993 szeptemberétől 1994 májusáig. A két jelzett időpontban a fejlettségi szintet a korábban bemutatott tesztek átdolgozott változataival mértük fel, a két időpont között a tanulók mintegy 50 fejlesztő feladatot oldottak meg.

## Tanítás és vizsga

Térjünk vissza a bevezetőben felvetett kérdésekhez, és nézzük meg, hogyan kapcsolódik az induktív gondolkodás felmérése az iskolai teljesítmény vizsgálatához, pontosabban a vizsgákhoz. Néhány elvi jellegű megállapításra feljogosítanak az eredmények.

A vizsgák, ha az iskolai értékelés részévé válnak, feltétlenül orientálják a tanítás gyakorlatát. Óhatatlanul megjelenik a vizsgára való felkészítés tendenciája, de az értékelés módja hosszabb távon visszahat a tantervek készítésére is. A vizsgák tehát nem lehetnek szűk látókörűek, ismeretcentrikusak. Ha azt szeretnénk, hogy az iskolai munkában kapjon nagyobb hangsúlyt a gondolkodás fejlesztése, akkor a vizsgákon a gondolkodás fejlettségének is szerepet kell játszania.

Nem elég tehát a vizsgák, a követelményrendszer kidolgozását a tananyagtartalmak körülhatárolására korlátozni. Ami pedig a vizsgák gyakorlatát illeti, ha nem is közvetlenül, de a tantárgyak megfelelően megválasztott vizsgafeladatain keresztül mindenképpen meg kell hogy jelenjen a gondolkodás színvonalának, fejlettségének vizsgálata is.

Szükség van az iskolai tanítás validitásának, társadalmi érvényességének folytonos vizsgálatára. Ha a vizsga válik a szabályozás eszközévé, akkor a vizsgáknak is segíteniük kell az oktatás validitásának „folyamatos karbantartását”. Ehhez az oktatás céljainak állandó értelmezésére és újraértelmezésére, pontosítására van szükség.

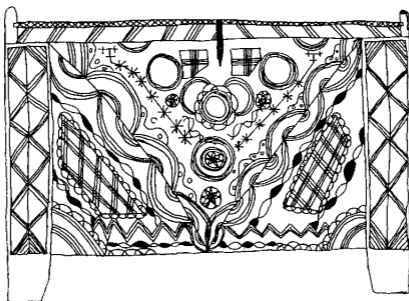
Egy rutinszerűen működő vizsgarendszer esetén szükség lesz továbbá arra is, hogy maguknak a vizsgáknak a validitását is folyamatosan elemezzük. A rendszeres elemzéssel, a módszerek, eszközök és technikák folyamatos javításával lehet csak elérni, hogy a vizsgák valóban „azt pontozzák”, amit céljaink szerint a vizsgaeredményekben kifejezésre szeretnénk juttatni. Tudjuk, hogy az iskolai osztályzatok nem felelnek meg a validitás követelményeinek. A tanulók tudásán kívül még sok minden befolyásolja a jegyeket. *Sáska Géza* (1991) kimutatta, hogy még a matematikaosztályzatok sem állnak összhangban a tanulók valódi tudásával, bár a matematikáról azt gondolnánk, hogy ott a legkönnyebb a tudást a nem tudástól megkülönböztetni. A korábban bemutatott tesztek eredményeinek elemzése kapcsán pedig azt találtuk, hogy a legjobb képességekkel rendelkező tanulóknak csak egy kisebb hányada kapott jeles osztályzatot matematikából, biológiából, fizikából, kémiából (*Csapó, 1993*). Azoknak a tényezőknek a többsége, amelyek az osztályzatok validitását befolyásolják, hatni fognak a vizsgák érvényességére is,

érdemes tehát tapasztalatainkat, kutatási eredményeinket mozgósítani annak érdekében, hogy a lehetséges buktatók közül minél többet elkerüljünk.

Ahhoz tehát, hogy a vizsgák e sokféle rájuk rótt feladatnak egyidejűleg megfeleljenek, vagy legalábbis ne sértsenek komoly értékeket, az értékelés változatos és kifinomult technikáira van szükség. Ehhez pedig elengedhetetlenek a pedagógiai értékelés terén végzett alap- és alkalmazott kutatások.

## Irodalom

- Csapó Benő (1993): Képesség és tehetség. A Tehetséggondozó Alapítványok Országos Találkozóján elhangzott előadás. Szeged, 1993. szeptember 23.
- Csapó Benő (1994): Merre tartanak a természettudományok oktatásával kapcsolatos kutatások? = Iskolakultúra, 4. sz. 2-11. o.
- Keeves, J. P. (1992): The IEA Study of Science III: Changes in Science Education and Achievement: 1970 to 1984. Pergamon Press, Oxford.
- Lawson, A. E.- Karplus, R.-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.
- Sáska Géza (1991): Mit osztályoznak a tanárok? Új Pedagógiai Szemle, 12. sz. 22-29. o.
- Shayer, M.-Adey, Ph. (1981): Towards a Science of Science Teaching. Cognitive Development and Curriculum Demand. Heinemann Educational Books, London.



Karker Rózsa, 11 éves