

A RENDSZEREZŐ KÉPESSÉG FEJLŐDÉSÉNEK KRITÉRIUMORIENTÁLT FELTÁRÁSA

Nagy József

Szegedi Tudományegyetem, MTA Képességkutató Csoport*

A rendszerező képesség kutatásának legfontosabb előzménye a Piaget-féle 'osztályok és viszonyok logikája' (Piaget, 1969; Inhelder-Piaget, 1967), amely meghatározott műveletrendszer. A művelet (az absztrakt algebra fogalma) halmazelemek egymáshoz rendelési (hozzárendelési) szabálya. Az 'osztály' a halmazelméletre, a 'viszony' a relációelméletre utal. A 'logika' egyrészt a köznyelvi értelemben vett logikus gondolkodásra vonatkozik, másrészt pedig arra, hogy a logikai műveletek az 'osztályok és viszonyok' műveletrendszerének nélkülözhetetlen elemeit képezik. Ez a matematikai alapokra épülő kutatás fordulatot eredményezett a korábbi megközelítésekhez képest. Világszerte kiterjedt elméleti és empirikus kutatások valósultak meg, melyek közül pedagógiai szempontból különösen fontosak az egyes műveletek elsajátítási folyamatainak feltárásai (Kingma, 1983). A múlt század utolsó évtizedeiben a klasszikus Piaget-elmélet 'neo' irányzatként éledt újjá, amely pedagógiai szempontból új, hasznosítható ismereteket eredményezett (Demetriou-Shayer-Efklides, 1992).

A hetvenes években a Szegedi Tudományegyetemen a megújuló Piaget-kutatásokhoz kapcsolódva az alapvető kognitív témakörökben sajátos kutatások kezdődtek. Ezek egyike volt a Piaget-féle 'osztályok és viszonyok logikája' nevű témakör. A kutatás tartalmi sajátossága, hogy a műveletrendszer működését lehetővé tevő pszichikus rendszert állítottuk középpontba, amit műveleti képességnek neveztünk, az egyes műveleteket pedig műveleti készségeknek. A 'műveleti' jelzővel azt kívántuk hangsúlyozni, hogy a fent említett matematikai alapokra továbbra is támaszkodunk. Ugyanakkor a képességek és a készségek mint pszichikus rendszerek sajátos működésűek, amelyek megismeréséhez az absztrakt matematikai szabályok (műveletek) fontos támpontok ugyan, a képességek és a készségek nem pusztán műveletek, hanem reális (visszacsatolással működő) pszichikus szabályozási rendszerek.

A kutatás módszertani sajátosságát az eredményekről megjelent könyvből vett idézet szemlélteti: „A hetvenes évek első felében arra a következtetésre jutottunk, hogy a képességek, a gondolkodás hatékonyabb fejlesztésének legfontosabb feltétele az erőfeszítések, az előrehaladás értékelhetősége. Erre a célra sem a klasszikus pszichometria, sem a Piaget-féle klinikai módszer nem bizonyult alkalmasnak. Az utóbbi rendkívüli időigényessége miatt tömeges vizsgálatokra nem használható, de a kapott kvalitatív adatok sem

* Az országos reprezentatív felmérést a KÁOKSZI szegedi Mérés Központja végezte.

alkalmasak arra, hogy az iskolába lépő, egymást követő korosztályok közötti fejlettség-beli azonosságot vagy a különbség mértékét segítségükkel kimutassuk. A klasszikus pszichometria segítségével a különbségek és mértékük a populáció átlagához viszonyítva értékelhetők ugyan, az ilyen adatoknak azonban minimális a diagnosztikai értéke. A pedagógiai munkát az olyan értékelés tudná jobban segíteni, amely arra adna választ, hogy a célhoz, kritériumhoz képest mit értünk el, illetve elősegítené olyan célok, kritériumok kidolgozását, amelyek azt mutatják meg, hogy adott készség, képesség, gondolkodási művelet milyen jellemzők esetén mondható kialakultnak” (Nagy, 1987).

Ez az idézet azt mutatja, hogy csirájában már a hetvenes években jelen volt a kilencvenes években kibontakozó (Nagy, 1993, 1994a, 1994b, 200a, 200b, 2000c, 2001, 2003a, 2003b; Nagy–Fazekasné–Józsa–Vidákovich, 2002), a jelenlegi tanulmány címében is jelzett kutatási, fejlesztési irány: a kritériumorientált kutatás, fejlesztés, a kritériumorientált pedagógia lehetősége. Ám akkor még a készségek, képességek fejlődésének diagnosztikus feltérképezésére irányultak a kutatásaink (Nagy, 1971, 1980, 1987; Orosz, 1972; Csapó, 1988; Vidákovich, 1990). Eközben az etológiai kutatások és a kognitív forradalom eredményei lehetővé tették, hogy az előzmények és az újabb empirikus kutatásaink alapján elvégezzük a kritériumorientált kutatás, fejlesztés alapozását.

A címben szereplő ’kritériumorientált feltárás’ négyféle kritérium tisztázását írja elő.

(1) Az eredményesebb képesség- és készségfejlesztés érdekében ismernünk kell összetevőiket mint *kiépülési kritériumokat*, amelyekhez viszonyítva a kritériumorientált értékelésre alkalmas eszköz segítségével megtudhatjuk, hogy hol tart a tanuló az összetevők elsajátításában (melyek működnek már és melyeket kell még fejleszteni). ’A rendszerező képesség szerveződése’ cím alatt a kiépülési kritérium összetevőinek feltárásáról lesz szó.

(2) Az elsajátítás négyféle *szabályozási szinten* valósulhat meg: neurális, tapasztalati, értelmező és önértelmező szinten (Nagy, 2003). Tisztázni kell, hogy melyik szabályozási szint elsajátítási folyamatait kívánjuk kutatni, illetve mérni. Az értelmező szinten a működés szabályait is ismerni kellene. Tekintettel arra, hogy a rendszerező képesség és készségeik működési szabályaira nem számíthatunk, ezért csak a tapasztalati szint jöhet szóba mint kritérium. Ezen belül perceptuális és fogalmi szint különböztethető meg. Tanulmányomban a 10–16 évesek rendszerező képességének fogalmi szintű fejlődését vizsgálom. Korábbi kutatásokból a perceptuális szintről is vannak adatok, amelyekből majd összehasonlító szemléltetésül idézni fogok.

(3) A tapasztalatnak, a memóriakutatásoknak megfelelően (Baddeley, 2001) három *tartóssági kritérium* közül célszerű választani: *aktuális* (a felhasználás után törlődő), *időleges* (néhány nap, hónap, év múlva elfelejtődik és többé nem aktiválódik), *állandósult* (évtizedekig, esetleg az életünk végéig bármikor aktiválható, használható) tudás között tehetünk különbséget. A rendszerező képesség állandósult tudássá fejlesztendő és az állandósult tudás kritériumával értékelendő. Ez azt jelenti, hogy a vizsgálatra nem lehet előzetesen felkészülni, a mérés tárgya csak a felmérés időpontjában válhat ismertté. Ez a feltétele annak, hogy csak az állandósult tudás aktiválódjon. Ez a tanulmány a rendszerező képesség állandósult tartósságú fejlődéséről szól.

(4) Az *optimális használhatóság kritériuma* az ember által elérhető optimális működés, elsajátítás, begyakorlottság jellemzője (részletesebben lásd később).

Ennek a tanulmánynak az a célja, hogy az új kutatási eredményeket felhasználva ismeresse a rendszerező képesség komponensrendszerét, annak szerveződését, kiépülésének rendjét, az analitikus diagnózisra alkalmas kritériumorientált értékelő eszközt, a rendszerező képesség és készségeinek kritériumokhoz viszonyított elsajátítási folyamatát a 10–16 évesek körében. Befejezésül pedig az eredményesebb elsajátítás lehetőségeire és feltételeire mutasson rá.

1. A rendszerező képesség szerveződése

A *XXI. század és nevelés* című könyvben (Nagy, 2000. 112–114. o.) a rendszerező képesség a körülhatárolt értelemben vett gondolkodás komplex képességének egyik egyszerű képessége. Funkcióját tekintve az ilyen értelemben vett gondolkodási képességnek köszönhetően *meglévő tudásból új tudást* hozhatunk létre. A konvertáló képesség sokféle készsége a meglévő tudás átalakítását teszi lehetővé (ilyen például a fordítás, a mérték-váltás készsége). A logikai képesség meglévő fogalmi információk kapcsolatai által teszi lehetővé új ismeret létrehozását (például a szillogisztikus következtetés készsége). A kombinatív képesség meglévő információk alapján a szóba jöhető összetételek előállítását valósíthatja meg (például a variálás készsége). *Ebbe a sorba tartozik a rendszerező képesség, amely a dolgok és viszonyaik, illetve a meglévő információk és viszonyaik (relációik) felismerésével és elrendezésével teszi lehetővé új tudás létrehozását* (ilyenek például az összehasonlítás, a halmazba sorolás, a sorképzés készsége).

Felismerő rutinok, felismerés

Az állatvilág és az ember túlélésének alapvető kiinduló feltétele a dolgok és viszonyaik felismerése. Ez általános öröklött adottság, amely öröklött (a fejlettebb fajok esetében plusz tanult), specifikus perceptuális felismerő mechanizmusok (rutinok) által nyilvánul meg (az ember esetében a felismerés verbális, fogalmi szinttel egészül ki). Ezért előbb idézzük föl az öröklött perceptuális felismerő rutinok szerveződését, működését, funkcióját, majd a tanult perceptuális rutinok, végül pedig a verbális felismerő rutinok jellemzőit. Mindezek alapján vehetjük számba a rendszerező készségeket (műveleteket) és ismerhetjük meg szerveződésüket, működésüket, aminek köszönhetően lehetővé válik fejlődésük, elsajátításuk (a rendszerező képesség fejlődésének, elsajátításának) kritériumorientált, diagnosztikus feltárása.

Az etológiai kutatások részletes ismeretekkel szolgálnak az öröklött perceptuális felismerő mechanizmusokról (Csányi, 1994). Ha a nőstény specifikus sajátságát (alakzatát, képét, szagát, hangját stb.) az állatról leválasztva prezentáljuk, a párosodásra kész hím ezt fölismerve közeledik és próbálkozik. A hímekben létezik e sajátságnak megfelelő mintázat (*pattern*), amely felismerő mechanizmusként működik. A felismerés kényszerűen aktiválja a közeledési döntést és készletést, valamint a kivitelezés öröklött koreográfiáját. Ez az öröklött kényszerpályás mechanizmus (*fixed action pattern*), amely a felismerés, döntés, készletés, kivitelezés megvalósítója. A merev egységgé épülés ellenére megkü-

lönbözthető a *felismerő mechanizmus* (az ismert/bizonytalan/nem ismert eredmény eszköze), az *érdekeltségi motívum* (az előnyös/közömbös/hátrányos döntés viszonyítási alapja), továbbá a jelző-képzető *érzelem* és a *kivitelező mechanizmus*. Most csak a felismerő mechanizmus érdekel bennünket. A leválasztott sajátsággal történő fenti kísérlet azt jelzi, hogy a felismerő mintázat a sajátságot magával a nősténnyel azonosítja. Ebben az esetben egyetlen sajátság öröklött mintázata oldja meg a nőstény felismerését. Ugyanakkor ennek a sajátságnak is vannak sajátságai, úgynevezett mikrosajátságai. A prezentált sajátság különböző változatait mutatva kísérletileg feltárható, hogy mely mikrosajátságok együttese (a sémaelmélet szóhasználatával élve: sémája) szükséges a felismerés megvalósulásához.

Érdekes a felismerő mechanizmusok fontosabb további változatait is figyelembe venni néhány példa segítségével (Cziko, 1997). A madarak vészkiáltását például a veszély észlelése aktiválja, ami menekülésre készítet és a veszélyt közvetlenül nem észlelő madarakban is vészkiáltást, menekülést vált ki. Részletes elemzés nélkül is látható, hogy itt egy olyan kényszerpályás mechanizmusról van szó, amelybe kommunikatív funkció épült be: információ közlése és közölt információ vétele valósul meg. Az úgynevezett fajtárs-felismerő mechanizmus nincs mereven összeépülve valamely specifikus döntéssel, készítéssel, kivitelezéssel, vagyis az állatvilágban léteznek 'szabad' öröklött felismerő mechanizmusok is. A pingvinek a fiókák hangjának öröklött általános felismerő mechanizmusával rendelkeznek. Ahhoz, hogy a kolóniában a saját fióka hangját képesek legyenek felismerni, a születés után a fióka sajátos hangját imprintinggel el kell sajátítani, vagyis az öröklött általános fiókahang-felismerő mechanizmus tanulással történő specifikálására van szükség. A kutya gazdáját felismerő mechanizmusa viszont már tisztán tanult szabad mintázat.

Az ember több tucat reflexe képviseli az öröklött merev kényszerpályás mechanizmus típusát, amelyek pedagógiai szempontból nem érdemelnek különös figyelmet. Ezzel szemben (főleg gyermekkorban) nevelési szempontból rendkívüli jelentősége van az érzelmi kommunikáció több tucatnyi adaptív kényszerpályás mechanizmusának (mosoly, sírás és hasonlók). Ez viszont nem tartozik a témánkhoz (amiről lásd Nagy, 2000. 195–199. o.). *A rendszerező képesség elemi komponensei az ember szabad felismerő mintázatai, amelyekből sok tízezerrel, talán több százezerrel rendelkezünk. Ezek közül néhány tucatnyi öröklött (például az arcfelismerő, a büzfelismerő mechanizmus), a túlnyomó többség tanult perceptuális (főleg vizuális és auditív) felismerő mintázat, melynek kisebb hányada (néhány tízezer) fogalmi felismerést valósíthat meg* (ennek ismertetése később következik). Végül érdemes felidézni, hogy a reflexeknél, az érzelmi kommunikáció komponenseinél komplexebb öröklött kényszerpályás mechanizmusok az emberben nem léteznek. A komplex kényszerpályás mechanizmusba beépült felismerő mintázat az ember nagyszámú tanult cselekvési szokásában fordul elő (cselekvési szokások elsajátítására a fejlettebb állatfajok is képesek). A tanult cselekvési szokások adaptív kényszerpályás mechanizmusok, a feltételek változásával módosulhatnak.

A felismerés megvalósítóját legáltalánosabban *felismerő (pszichikus) komponensnek, rendszernek* nevezhetjük, amelynek vannak funkciói, formai sajátságai, összetevői (elemei, komponensei), szerveződése (struktúrái), működése, változásai, viselkedései (a környezetével megvalósuló kölcsönhatásai). A felismerő komponenssel több tudomány-

ág, elmélet foglalkozik. Attól függően, hogy mi a megközelítés domináns szempontja, a megnevezések különbözőek. A filozófia, a hagyományos pszichológia és a köznyelv a leképező funkciót tekintve alapvető jellemzőnek a 'képzet' szót használja. A 'kép' szótó miatt ez a kifejezés egyértelműen a vizuális komponensekre utal. Az általánosítás ezért meglehetősen szokatlanul hangzik. Az auditív képzet még elmegy, de a szakképzet, az ízképzet, a tapintási képzet összetétel, illetve szókapcsolat már zavaró. A reprezentációs elméletek is főleg a leképező funkcióból indulnak ki a megnevezéseikkel (például 'ikonikus reprezentáció'). A kognitív pszichológia a (szenzoros, perceptuális) 'mintázat' (pattern) szóval inkább a szerveződésre utal, hasonlóan a sémaelmélet a 'séma' fogalmával. Az etológia a 'mechanizmus' megnevezés használatával a működést hangsúlyozza. E néhány megnevezés felidézésével azt kívánom jelezni, hogy a felismerő komponensek jobb megismerését az segítené, ha nem az egyes szempontok túláltalánosításával, a többiek mellőzésével, kiszorításával élnénk, hanem valamennyi alapvető szempont (mint egy-egy szempont) szerinti vizsgálatával. Mielőtt a felismerő komponensek PDP-modell (McClelland, Rummelhart, 1986; Smolensky, 1996; Clark, 1996; Pléh, 1997) szerinti ismertetésére rátérnék, szükségesnek véltem az előzmények, az eltérő szempontú megközelítések felidézését, hogy nyilvánvaló legyen: a PDP-modell is csak egyfajta megközelítés, bár a pedagógiai számára minden eddiginél fontosabb ismerteket kínál.

A PDP-modell (*parallel distributed processing*) a funkcióra (processing = információfeldolgozás) és a működésre utal. A dolog néhány jellegzetes sajátságáról párhuzamosan megosztva történik az információfelvétel és információfeldolgozás. Ennek köszönhetően rendkívül gyors a felismerés: mindössze a másodperc tört része, legföljebb másodpercnyi idő szükséges. A folyamat nem transzparens, szándékosan nem tudjuk működtetni, befolyásolni: a működés *rutinszerű*. A PDP-modell szerint működő pszichikus rendszer neve: *parallel distributed processing network*. Vagyis hálózat, pontosabban: neurális hálózat. A fenti ismertetés és példák szerint ezek a hálózatok lehetnek öröklöttek (ezen belül merevek vagy adaptívak) vagy tanultak (ezen belül részben vagy tisztán tanultak), továbbá lehetnek kényszerpályás mechanizmusokba kötöttek vagy szabadok.

A továbbiakban a tanult és szabad felismerő információfeldolgozó hálózatra van szükségünk, amit *kognitív rutinnak* nevezünk. A rutin a köznyelvi jelentésnek megfelelően 'automatikus' működésű, de a köznyelvtől eltérően legföljebb másodpercnyi idő alatt teljesítő pszichikus komponens, illetve rendszer. (Az eddig tárgyalt felismerő rutink mellett ilyen értelemben vett kivitelező rutinok is léteznek, például egy lépés, egy mozdulat, egy szó kimondása, de ezek nem tartoznak a témánkhoz). *A PDP-modell szerint működő „kognitív rutinok olyan pszichikus komponensek, amelyek funkciója az információfeldolgozás, szerveződése párhuzamos megosztott hálózat, működése a hálózat tagjainak serkentésével, gátlásával, önmódosulása (tanulása) pedig új kapcsolatok létrejöttével, a meglévő kapcsolatok erejének (súlyainak) változásával valósul meg” legföljebb egy másodpercnyi idő alatt* (Nagy, 2000. 82. o.). Egyesítő és viszonyító kognitív rutint különböztet meg, amelyek kétféle funkciót teljesítenek: egységképző (konstruáló) és egységfelismerő, illetve viszonyképző (konstruáló) és viszonyfelismerő funkciót.

Egyesítő rutinok: egységképzés, egységfelismerés

A Gestalt-pszichológia (Koffka, 1935; Köhler, 1959) a 20. század első felében a percepciót tanulmányozva az észlelés legáltalánosabb jellemzőjének az 'egységben látást', az egyesítést találta. Az észlelés valamennyi felfedezett elve ezt támasztotta alá. Például a dolog mint egység kiemelése a környezetből, különálló elemek egységbe foglalása, egységgé alkotás hiányzó, nem érzékelhető elemek kiegészítésével. Ez az irányzat (önmagát pszichológiának nevezve) törekedett ugyan a percepción túlmutató érvényességre, de bizonyított elveinek működését nem tudta megmagyarázni, ezért egyre inkább pszichológiatörténeti ismeretté vált. A fent idézett különböző tudományágak eredményei, továbbá a PDP-modell segítségével a Gestalt-féle elvekre meggyőző magyarázat adható. Szükség van még a Miller-törvény (Miller, 1956) figyelembevételére, mely szerint maximálisan 7 ± 2 elemet tudunk egységként és egyidejűleg különálló elemenként kezelni. Ez gyakorlatilag általában 2–6 elemet jelent. Ennél több elemet a tarsolyelvvvel lehet használhatóvá tenni. A hasonló elemek egy tarsolyba (halmazba) tartozónak minősülnek, és így egy elemmé válnak. Ha a tarsolyokból több van, a tarsolyok kerülnek egy nagyobb tarsolyba (átfogóbb halmazba) és így tovább.

Legyen kiinduló példánk az F betű. Mindenki tapasztalja, hogy szinte korlátlan számú változatban fordul elő. Vannak azonban olyan sajátságai (mikrosajátságai), amelyeknek minden változatban létezniük kell. Ezek az állandó sajátságok. Például az alsó vagy a középső vonalka elhagyása esetén már másfajta egységet kapunk. A középső vonalka helyét, szögét, méretét egy bizonyos határig változtathatjuk, de ha például levisszük a függőleges vonal aljágáig, akkor az F betű megszűnik mint alakzati egység. Példánk esetében az alak úgynevezett topológiai alakzatának mikrosajátságai képezik az egység állandó elemeit. Mivel az F betű esetében az állandó mikrosajátságok mennyisége láthatóan a Miller-törvény korlátján belül van, ennél fogva valamennyi állandó sajátság a felismerést szolgáló sajátság (ezután 'felismerő sajátság') lehet. Ha ennél több az állandó sajátság, akkor a legjellegzetesebbek, legfeltűnőbbek válnak felismerő sajátsággá. Egyébként az F betű alakváltozataitól és a mozgás alakváltozataitól azonos módon tekint el a felismerő rutin. A vágótűt minden alakváltozatról készült fényképről, avagy a vágta folyamatáról felismerjük a topológiai alakzat állandóságát meghatározó állandó sajátságoknak köszönhetően.

Az egységfelismerés a PDP-modell szerint úgy működik, hogy a felismerő sajátságokról párhuzamosan, de elkülönülten beáramló információcsomagok aktiválják e sajátságoknak megfelelő neurális hálózatot, ami 'ismert' érzetként hat, illetve (szokásos szóhasználat): ha a memóriában nincs az észleletnek megfelelő képzet, akkor 'ismeretlen' érzetként, bizonytalanság esetén pedig 'bizonytalan' érzetként nyilvánul meg. *A párhuzamosan felvehető néhány információcsomag kényszerűen elvonatkoztat az észlelt dolog környezetétől és a részleteitől, ugyanakkor az egyidejű párhuzamos felvétel szükségzerűen egységbe foglal.* A PDP-modell ilyen egyszerű magyarázatot ad a Gestalt-féle észleleti egyesítés elveire. Ennél azonban sokkal fontosabb az a kérdés, hogy mi szükség van az igen korlátozott számú információcsomag párhuzamos (egyidejű) feldolgozási módjára, mi ennek az egzisztenciális funkciója, ami nélkül az evolúció nem hozta volna létre, nem tartotta volna fenn. Talán az sem túlzás, hogy az állatvilág létrejötte és túlélé-

se e nélkül nehezen képzelhető el. A PDP-modell szerint működő egységfelismerő/-képző mechanizmus/rutin teszi lehetővé a dolgok megkülönböztetését, ami az állatok túlélésének kiinduló feltétele. Továbbá az egyidejűleg felvehető információcsomagok igen korlátozott száma teszi szükségsszerűvé, hogy a felismerő mechanizmus kényszerűen elvonatkoztasson a hasonló egységek sokféle eltérő sajátosságától.

Az etológia által feltárt sokféle öröklött egységfelismerő mechanizmus kivétel nélkül ilyen *általános egységfelismerő mechanizmus*. Ennek legszemléletesebb példája a fajtársfelismerő mechanizmus. Egyes fajok csak erre képesek (például a rajokban úszkáló halak): az ilyen hal minden fajtársát a raj azonos elemeként ismeri fel, az egyedeket egymástól nem tudja megkülönböztetni. A legtöbb faj rendelkezik ilyen öröklött fajtársfelismerő mechanizmussal. A fejlettebb fajok csoporttárs-felismerő mechanizmussal is rendelkeznek (ilyenek a kisebb csoportokban élő állatok: például az oroszlánok, a majmok vagy a patkányok). Ez a fajtársfelismerés öröklött avagy tanult konkretizálása. Végül léteznek egyedfelismerésre is képes fajok. Ebben az esetben a fajtársfelismerő mechanizmus tanulással egészül ki az egyed néhány állandó sajátosságának hálózatával. Ilyen például a fent említett pingvinmama imprintinggel megtanult saját fiókahang-felismerő mechanizmusa.

Halmazelméleti fogalmakkal leírva: az univerzum \supset halmaz \supset elem (más szavakkal: halmaz \supset részhalmaz \supset elem) hierarchia perceptuális létét láthatjuk a fejlettebb fajok esetében. Az egységfelismerés hasonlónak minősítés (halmazba sorolás, részhalmazba sorolás) és egyedazonosítás. Érdekes megjegyezni, hogy a legtöbb faj az általános felismerés lehetőségét öröklö, csak a fejlettebbek képesek a részhalmazba sorolásra avagy az egyedfelismerésre. Vagyis az általános volt előbb, az egyedi konkrét csak 'végkifejlet'. Az ember is ezzel az adottsággal, a hierarchikus perceptuális felismerő rendszerrel születik, és ebből bontakozik ki a rendszerező képessége. E kibontakozás ismertetéséhez szükségünk lesz még a viszonyító, vagyis a viszonyképző/-felismerő rutin megismerésére is, ami az egységfelismerésből származtatható.

Viszonyító rutinok: viszonyképzés, viszonyfelismerés

Ha egyidejűleg két fecskét észlelünk, mindegyik ugyanazt a felismerő rutinunkat aktiválja, ennek következtében nemcsak a fecske és képzetének azonossága (ekvivalenciája) áll fenn, hanem a két fecske is azonosnak minősül. Példánk esetében ugyanis a távolság miatt semmiféle állandó különbséget nem észlelhetünk két kifejlett füstifecske között, kivéve a *térbeli* helyzetüket. Hasonló a következmény, ha e fecskéket időben egymás után észleljük. Az első észlelet által aktivált hálózat egy ideig még feltöltött marad, ennél fogva ugyanannak a hálózatnak a működtetése valósul meg, vagyis a két egyed azonosnak minősül, kivéve az *időbeli* különbséget, ami az aktivált hálózat ismételt aktiválásában jut kifejezésre. Mivel a tér és az idő nem a fecskében mint egységben benne lévő felismerő sajátosság, ezért a két dolog (a két fecske) a maga eltérő sajátosságainak észlelhetlensége miatt azonosnak minősül. Ha viszont például az azonos faj két különböző madarát észleljük, akkor a fajfelismerő sajátosságok és a két madár fajtaspecifikus sajátosságai is aktiválják a megfelelő hálózatot. Ekkor a két dolog azonosnak is megkülönböztetőnek is minősül, bizonytalanság keletkezik. Az ember ezt a felismerési helyzetet nevezi

hasonlóságnak. Ebben az esetben magának a két dolognak vannak észlelhető eltérő sajátosságai. Végül: egy macska és egy gyík egyidejű vagy egymást követő észlelése két különböző hálózatot aktivál, ezért különbözőnek minősülnek. *A két dolog közötti perceptuális szintű globális azonosság, hasonlóság és különbség felismerése, vagyis az általános viszonyítás az egységfelismerő rutinok működésével valósul meg.*

Az általános viszonyítás csak arra ad választ, hogy két dolog azonos, hasonló vagy különböző-e. Ez még a felismerő rutinnal működik két (vagy több) dolog közötti viszonyra vonatkoztatva a felismerést. Arra azonban nem kapunk választ, hogy miben, mi szerint azonosak, hasonlóak, különbözőek az észlelt dolgok. E funkció szolgálatára jön létre a *viszonyító rutin*, melynek az a feltétele, hogy mindkét dolog rendelkezzen a viszonyítás alapját, *szempontját* képező sajátossággal, vagyis az egységfelismerő rutin segítségével előzetesen tisztázni kell, illetve eleve tudni kell, hogy a szempontul választott viszonyító sajátossággal rendelkezik-e mindkét dolog, vagyis a szempont szerint azonosak, hasonlóak-e. Ha például két üveggolyóról vagy egy üveggolyóról és egy cukorkáról kellene megállapítani, hogy melyik az édesebb, ez lehetetlen, értelmetlen lenne, mivel az üveg nem rendelkezik az édesség sajátosságával, íze sincs.

Célszerű különbséget tenni a szempontul választható sajátosságfajták között minőség és mennyiség szerint. Minőségi szempont például: az összetétel (rész-egész), a származás (előd-utód), az okság (ok-okozat). A mennyiségi sajátosságfajták szerinti különbségek számszerűsíthetők, de a rendszerező képesség szerveződésében és működésében a különbségek számszerű kifejezése csak kiegészítő szerepet játszik. Ebben a tanulmányban csak az észlelhető, továbbá a fogalmilag megnevezhető megkülönböztető sajátosságokkal foglalkozunk. Négy ilyen sajátosságfajtát veszünk figyelembe: *tér* (néhány tucatnyi: közelebb/távolabb, alatt/fölött, befelé/kifelé stb.); *idő* (néhány tucatnyi: előbb/később, gyorsabban/lassabban, tegnap/holnap stb.); *mérték* (több ezer: kisebb/nagyobb, kövérebb/soványabb, sötétebb/világosabb, hosszabb/rövidebb stb.); *számosság* (több/kevesebb).

A viszonyító rutin a tér, az idő, a mérték és a számosság szerinti különbség felismerését/képzését valósítja meg, gyakorlati szerepe pedig a választási döntés lehetősége (a minőségi szempont szerinti viszonyítás működése fogalmakat igényel, ezért ez már inkább készség, mint rutin). Ha egy ragadozó két (vagy több) prédát ismer fel, akkor például a távolság szerinti különbség alapján választhat. Ebben az esetben a *közös viszonyító sajátosság* a távolság, a *viszonyfelismerés eredménye* pedig, hogy melyik préda van közelebb és melyik távolabb. Belátható, hogy a perceptuális viszonyfelismerés mint a *választási döntés* feltétele, a túlélés alapvető eszköze.

Szórutinok és kapcsolat: elemi fogalomképzés és fogalomfelismerés

A szavak mint pszichikus komponensek auditív felismerő és artikulációs kivitelező rutinok. Az olvasni-írni tudók esetében vizuális felismerő és grafomotoros kivitelező rutinok is. Röviden: *szórutinok*. Az auditív és a vizuális felismerő szórutinok a PDP-modell szerint szerveződnek és működnek. Ugyanúgy, ahogyan a fent szemléltetett perceptuális felismerő rutinok. A szavak sajátosságai a beszédhangok (a fonémák), illetve a betűk, a beszédhangok és a betűk felismerése pedig mikrosajátosságaik alapján valósul meg. Amint azt az F betű példája szemléltette. A rövid szavak esetén valamennyi hang,

betű a párhuzamos megosztott feldolgozás elvének megfelelően működik közre a felismerésben. A hosszabb szavak esetén a felismeréshez nincsen szükség valamennyi hangra, betűre. Néhány hang, betű szükséges és elegendő a szófelismerő rutin működéséhez. A többit is ismerhetjük, de a felismerés rutinszerűen, a másodperc tört része alatt csak a minimumra optimalizálódott felismerő sajátságokkal (hangokkal, betűkkel) valósulhat meg, ami nélkül lehetetlen lenne a nyelvhasználat, illetve a gondolkodás eredményes működése. Ugyanakkor a minimumra optimalizálásnak köszönhetően a hiányos, a torz szavak felismerése is lehetséges. Amennyiben hangonként, betűnként, vagyis szériálisan kellene a felismerést végezni, akkor valamennyi hang, betű egy-egy önálló felismerés lenne, amit még össze kellene rakni. A legkisebb hiba esetén kudarcba fulladna az egyesítés, az egységben észlelés. A hosszú idő miatt lehetetlen lenne a fogalmi szint létrejötte és működése. A tanulás, begyakorlás, a rutinná válás (az öröklött mechanizmusok esetén az evolúció) eredményeként minimumra optimalizálódnak a felismerő sajátságok. (Az olvasástanulás szempontjából ennek fontos gyakorlati jelentősége van. A témáról lásd Nagy, 2000. 85. o.)

A vészkiáltás példája azt mutatja, hogy a veszély vizuális észlelése vészkiáltást aktivál, és a vészkiáltás észlelése is aktiválja a vészkiáltást. Vagyis a vizuális felismerő rutin és az auditív felismerő rutin egymást aktiváló módon öröklötten össze van kapcsolódva. Ugyanennek tanult változatai is léteznek az állatvilágban. Az ember is a *kapcsolás* lehetőségével él, amikor egy vizuális felismerő rutint (képzetet) és egy szó auditív felismerő rutinját összekapcsolja, egymást aktiváló egységgé asszociálja, vagyis *elemi fogalomképzést* végez. Ezáltal a szó (mint hangsor, betűsor) szimbólummá, a képzet *jelévé*, névévé, képviselőjévé, a képzet pedig a szó *jelentésévé* válik. Az így létrejövő, egymás aktiválására alkalmas egységet nevezzük *perceptuális elemi fogalomnak*. Amikor a kisgyerek tanulni kezdi az anyanyelvét, már sok tucat vizuális képpel rendelkeznek, és a látott dolog nevét hallva, kimondva összeépíti a két perceptuális felismerő rutint. Élvezettel gyarapítja perceptuális elemi fogalomkészletét: testrészeit, dolgokat, képeket mutatmond, mond-mutat, illetve a felnőtt mondja a gyerek által mutatottat és megfordítva (Gopnik, 1997). Az ilyen szavak perceptuális fogalomaktiváló, felismerő, megnevező rutinok.

A veréb szó és a veréb képzetének összeépülése még csak perceptuális elemi fogalom, ám az ember esetében az is lehetséges, hogy két szimbólum (szórutin) kapcsolódjon egymást aktiváló módon. A madár szó és a madár képzetének asszociációja is perceptuális elemi fogalom. Ha a 'veréb' és a 'madár' szórutin mint szimbólum, mint jel egymást aktiváló módon összekapcsolódik, akkor egy teljesen új lehetőség valósul meg. *Verbális elemi fogalom* születik: a 'veréb' perceptuális elemi fogalma verbális elemi fogalommá fejlődik. Ha egy ismeretlen szót hallok (legyen ez egy kitalált szó) a madár szóhoz kapcsolva, például: a 'kuri madár', és ezt megtanulom (a két szót összekapcsolom), akkor a 'kuri' felismerő hálózata verbális elemi fogalommá válik, mivel a madár fogalmának gondolathálójába beépülve felveszi a madár felismerő sajátságait.

A szavak auditív avagy vizuális észlelése gyakorlatilag egyidejűleg aktiválja (felidézi) a hozzá kapcsolódó képzeteket és szórutinokat, vagyis *fogalomaktiválás* (felidézés, felismerés) is bekövetkezik. A fogalomaktiválás nemcsak az elemi fogalmakra érvényes. Az elemi fogalmak, különösen a verbális elemi fogalmak általában több szálon kapcsol-

lódnak más fogalmi hálózatokhoz. A felismerő szórutin általában bonyolult hálózatot aktivál. Vagyis az elemi fogalom az új fogalom születésének eredménye, de ez az újszülött rendszerint azonnal vagy rövidesen más képzetek, fogalmak hálózatához kapcsolódik, vagyis kettőnél több szórutin hálózatává, úgynevezett *egyszerű fogalom*má fejlődik. Ennek köszönhetően kiléphetünk a PDP-modell szerint működő rutinok világából és kettő, több rutin szériális (időben egymást követő), a klasszikus kognitívizmusnak megfelelő, egy másodpercninél hosszabb időt igénylő működésű készségek, képességek, kompetenciák világába jutunk. Ezek azonban rutinok nélkül nem létezhetnek, nem működhetnek. (Ez a kijelentés a konnekcionizmus és a klasszikus kognitívizmus integrációját használja. Lásd például *Clarc*, 1996. Ennek a megállapításnak súlyos pedagógiai konzekvenciái vannak, amelyekről majd a *Pedagógiai tanulságok* című pontban lesz szó.)

Rendszerező készségek

A rendszerező készségek mint kognitív készségek szerveződésének ismertetése előtt szükség van a készség szokásosnál differenciáltabb értelmezésére (*Nagy*, 2003). *A készségek a fenti értelemben vett rutinokból, egyszerűbb készségekből (részkészségekből) szerveződő pszichikus komponensek, rendszerek, amelyek a felismerő rutinoktól eltérően szériális működésűek. Vagyis a készségek működése időben egymás után következő 'lépésekben' valósul meg a rájuk jellemző szabályszerűségek szerint egy másodpercnél hosszabb idő alatt.* Merev, ciklikus, rugalmas és komplex készséget különböztetünk meg. A *merev készség* zárt, mert meghatározott számú elemből szerveződik, a működés sorrendje nem változhat és közegfüggetlen, mert az előző elem aktiválja a következőt a külső környezettől függetlenül (ilyen például a szó szerint betanult vers). A *ciklikus készség* nyílt, mert egy vagy néhány elem korlátlan ismétlődésével működik (ilyen például a járás). A *rugalmas készség* zárt, mert véges számú komponenssel működik és közegfüggő, mert a szabályozás alapja a referenciakép (képzet, tervrajz, terv, cél), ezért a lehetőségektől, a körülményektől függően az elemek, a sorrendek cserélődhetnek, csökkenhetnek, gyarapodhatnak (ilyen például egy étel elkészítése és minden olyan iskolai feladat, amely az elvárt produktum jellemzését, vagyis a referenciaképet megadja). A *komplex készség* nyílt, mert a működés korlátlanul folytatódhat, amíg a feltételek igénylik és közegfüggő, mert a körülményektől függően alakulhat a komponensek felhasználása (ilyen például a helyesírási készség). A fogalmi szintű rendszerező készségek két vagy több fogalomaktiváló szórutinnal működnek.

Gondolatképzés és egyszerű fogalomképzés

Két szó egymást követő észlelése a nekik megfelelő fogalmakat és a közöttük lévő kapcsolatot aktiválja. Az ilyen pszichikus rendszert *elemi gondolatnak* nevezzük. Ha a kapcsolat még nem létezik, akkor *gondolatképzés* valósulhat meg, ha létezik, akkor a működés *gondolataktiválás* (felismerés, felidézés). Kettőnél több szó egymást követő észlelése gondolatsort aktivál, avagy hoz létre. A szilárdan rögzült tartós szókapcsolatok merev készségek. Ilyenek az összetett szavak szórutinjai, amelyek fogalomaktiváló szórutinként működnek, de a bennük lévő egyszerű szavak többé-kevésbé önállóak és kap-

csolatuk által gondolatok is lehetnek. Hasonlóak az állandósult szókapcsolatok különböző változatai. Az elemi gondolatok és az összetett szavak, az állandósult szókapcsolatok a rendszerező képesség elemi merev (egymást kényszerűen, automatikusan aktiváló) készségei. A kommunikatív képességek által létrehozott és rögzült sorrendű mondatok, szövegek (közmondások, betanult imák, dalok, versek, a legkülönbözőbb memoriterek) a lineárisan építkező kommunikáció termékei és eszközei.

A gondolatképzés nemcsak lineáris szerveződést hozhat létre, hanem hálózatokat, gondolathálókat: *egyszerű fogalmakat* is, azáltal, hogy egy szórutinhoz sok szórutin kapcsolódhat, sok elemi gondolatot képezve, különböző gazdagságú gondolathálóvá gyarapodva. A fogalom nevének észlelése, felismerése aktiválja a fogalom meglévő gondolathálóját. Annak felismerése, eldöntése, hogy a vizsgált egységek (dolgok, fogalmak) a szóban forgó fogalom alá tartoznak-e (elemei-e, részalmazai-e) vagy nem, a besorolás készsége által válik lehetővé a következők szerint.

Besorolás: befoglalás, keresés, szelektálás, szortírozás

Az egységfelismerő perceptuális rutin fogalmi szintű megfelelője a *besoroló készség*, amely felismerő rutinok közreműködésével az egyesítő sajátságok felismerését szórutinokkal, fogalmakkal oldja meg. Az egységfelismeréshez hasonlóan az ismert/ismeretlen eredmény a besorolás esetén: besorolva/kizárva (mindkét változatnál a bizonytalanság, az eldönthetetlenség is lehetséges).

A *besorolandó fogalom* szórutinja a *név (N)*, a *besoroló fogalom* szórutinja a *nemfogalom*, a *genus*, az *univerzum* neve (*U*), a besorolandó fogalom felismerő, megkülönböztető sajátságait leképező fogalmak szórutinjai pedig a *jegyek (A, B, C ... H)*. A jegyek számát tekintve az egységfelismerő rutinhoz hasonlóan érvényes a Miller-törvény. A legtöbb fogalom néhány jeggyel oldja meg a besorolást/kizárást, az 5–6 jegy ritka, ennél több besoroló jegy pedig csak elvétve fordul elő, miközben a dolog (az egység) sajátságait megnevező jegyeinek száma, vagyis a fogalom gondolathálóját képező gondolatok száma ennél jóval több (akár több tucatnyi, sok száz) is lehet.

A *komplex besoroló készség* négy egyszerűbb készséggel működik. Egy besorolandó és egy besoroló fogalom esetén e rugalmas készség neve: *befoglalás*. Például: A veréb madár (a veréb a madarak halmazába tartozik). Kati szép (Kati a szépek halmazába tartozik). Több besorolandó és egy besoroló: *szelektálás* (ciklikus készség). Például: a verseskötetek kiválogatása a többi könyv közül, vagy az igék aláhúzása egy szövegben (az ige fogalmának alkalmazó gyakorlása, a működés ellenőrzése céljából). Egy besorolandó és több besoroló fogalom esetén a ciklikus készség neve: *halmazkeresés*. Például: A denévér madár?, hüllő?, emlős? Több besorolandó és több besoroló: *szortírozás* (ciklikus készség). Például könyvek szétválogatása műfajok szerint. Az utóbbi három készség az elsovel, a befoglalás ismételt elvégzésével működik.

A szelektálás tulajdonképpen két részalmazba csoportosít: a célhalmazba és a komplementer halmazba (ez utóbbiak esetén nincsen szükség besoroló jegyegyüttesre, ami a célhalmaznak nem eleme, az mind a komplementer halmazba tartozik). A halmazkeresés esetén több célhalmaz közül kell megtalálni azt, amelyikbe az elem tartozik, a szortírozás pedig a halmazkeresés ismételt elvégzése újabb és újabb elemekkel. A besor-

rolás nehézsége (mint majd látni fogjuk) nemcsak a besoroló készség egyszerűbb készségeinek bonyolultságától függ, hanem a jegyek számától és főleg azok egymáshoz való viszonyától. Ezt mutatja a definíció, a definiáló készség szerveződése.

Definiálás

A besorolás, vagyis a dolgok (egységek) fogalmi szintű azonosítása/megkülönböztetése a gyakorlati tevékenységek során tapasztalati szinten működik, perceptuális és fogalmi tudásunk implicit felhasználásával. A tanulás, a tanítás folyamatában, amikor meg akarjuk tudni, magyarázni, hogy mi micsoda, továbbá az alkotó intellektuális tevékenység eredményessége érdekében a dolgokat értelmező szinten (meta-szinten) is ismernünk kell. Vagyis a besorolás működési szabályát, a definíciót is ismernünk kell, hogy minél megbízhatóbb lehessen a besorolás/kizárás helyessége, amit azáltal érhetünk el, hogy a besorolás folyamatában annak szabályára is visszacsatolhatunk, támaszkodhatunk, sőt az absztrakció magasabb szintjén kizárólag a definíciót követve is egyértelmű besorolást/kizárást végezhetünk. Továbbá rendelkezni kell a definiálás implicit készségével, továbbá a kutatással/fejlesztéssel, tanítással, ismeretterjesztéssel foglalkozóknak pedig ismerniük kellene a definiálás, a definíciófogalmazás szabályait is, vagyis metakognitív szintű definiálási készséggel kellene rendelkezniük.

Mivel a definiálás implicit készségének kritériumorientált fejlődését törekszünk feltárni, ennek érdekében az értékelőknek ismerni kell a definíció szerveződését, ami a fentiek értelmében a kritériumorientált feltárás (a kiépülés) egyik kritériuma. A definiálandó fogalom neve (N) és a kifejtés közötti viszony ekvivalencia (\leftrightarrow , 'akkor és csak akkor, ha' típusú, felcserélhető, egymást helyettesítő). A definíció központi eleme a besoroló fogalom (U , felsőbb fogalom, nemfogalom, genus, univerzum, a definiáló mondat állítmánya), valamint annak eleme, részhalmaza, vagyis a besorolandók (U egy valamely eleme = x). Az U elemei között az N által megnevezett dolgok megkülönböztetését a besoroló sajátosságainak jegyei teszik lehetővé (A, B, C, D, E, F, G, H). Az ennél többjegyű definíció hibásnak minősíthető, és a (megkülönböztető, besoroló) jegyek száma egy szűkebb univerzum (besoroló fogalom) használata által csökkentendő.

A besoroló jegyek közötti viszony leggyakrabban konjunkció (\wedge , és-kapcsolat, kapcsolatos viszony). Ha a definiálandó fogalom közös besoroló jegyeit (minden szükséges jegyét) nem tudjuk megadni, akkor a részhalmazainak neveit soroljuk fel diszjunktív kapcsolatokkal (\vee , vagy-kapcsolat, ami vagy-vagy = kizáró vagy, valamint vagy/és, avagy, választó viszony). Mivel a *kapcsolatos* és a *választó* mellérendelt összetett mondatot mindenki ismeri, és ez a két megnevezés megfelel a konjunkció és a diszjunktív által jelölt viszonyoknak, ezért a definíciók szerveződés (struktúra) szerinti fajtáinak megnevezésére ezeket a szavakat célszerű használni. Megjegyzendő, hogy a választó viszonyon belül a vagy-vagy (kizáró vagy) viszonyt a fogalmazás eszközeivel egyértelművé kell tenni.

Az eddigiek szerint szerveződés szempontjából nyolcfajta definíció létezik. A definiáló készségnek nyolcfajta definíció megfogalmazását kell lehetővé tennie. A *csonka definíciót* (A veréb madár) nem szokás definíciónak tekinteni, mivel nem teszi lehetővé a definiálandó fogalom elemeinek megkülönböztetését az univerzum többi elemétől. A

rendszer teljessége, kiépülése érdekében célszerű a csonka definíciót is számba venni. Az egyjegyű definíció szemléltesse a táblázatban olvasható formalizálási módot. 'A sav-bázis reakció protonátmenettel megvalósuló kémiai változás.' N = sav-bázis reakció, U = kémiai változás (reakció), x = egy adott kémiai változás, A = protonátmenet. A definíció működését kifejező fogalmazás: 'Egy adott kémiai változás akkor és csak akkor sav-bázis reakció, ha ez a kémiai változás protonátmenettel valósul meg.'

1. táblázat. A definíció szerveződés szerinti fajtái

Csonka	$N_x \leftrightarrow U_x$
Egyjegyű	$N_x \leftrightarrow U_x \wedge (A_x)$
Kapcsolatos	$N_x \leftrightarrow U_x \wedge (A_x \wedge B_{x\dots})$
Választó	$N_x \leftrightarrow U_x \wedge (A_x \vee B_{x\dots})$
Kapcsolatos-választó	$N_x \leftrightarrow U_x \wedge (A_x \wedge B_{x\dots}) \vee C_{x\dots}$
Választó-kapcsolatos	$N_x \leftrightarrow U_x \wedge (A_x \vee B_{x\dots}) \wedge C_{x\dots}$
Kapcsolatos-választó-kapcsolatos	$N_x \leftrightarrow U_x \wedge (A_x \wedge B_{x\dots}) \vee (C_x \wedge D_{x\dots})\dots$
Választó-kapcsolatos-választó	$N_x \leftrightarrow U_x \wedge (A_x \vee B_{x\dots}) \wedge (C_x \vee D_{x\dots})\dots$

Nincs itt mód és szükség valamennyi változat működésének szemléltetésére (Nagy, 1990), ezért be kell érünk még egy példával. 'Az ige olyan szó, amely cselekvést, történést vagy létezést jelent, és amely ugyanakkor kifejezi az időt, a személyt is.' Ez a hagyományos tankönyvi fogalmazás a választó-kapcsolatos típust szemlélteti. N = ige, U = szó, x = egy adott szó, A = cselekvés, B = törtézés, C = létezés, D = idő, E = személy. Az ekvivalenciát az 'olyan, amely', a zárójelet az 'ugyanakkor...is', a választó viszonyt a vesszők és a 'vagy' kötőszó, a kapcsolatos viszonyt pedig a vessző, valamint az 'és' kötőszó fejezi ki. A besoroló működés: egy szó akkor és csak akkor ige, ha ez a szó vagy cselekvést, vagy történést, vagy létezést fejez ki és ugyanakkor kifejezi az időt és a személyt is (itt a 'kizáró vagy' egyértelmű, ami a szokásos fogalmazásokban gyakran homályban marad). (A választó-kapcsolatos definíció megfogalmazható kapcsolatos-választó definícióként is, és megfordítva. Ennek ellenére előnyös ezeket sajátos fajtaként kezelni, mivel a jegyek sorrendjének is fontos szerepe van. Példánk esetében a 'cselekvés' jegyet célszerű első helyen használni. Témánk szempontjából azonban az indoklás kifejtésére nincsen szükség. Megjegyzem továbbá, hogy az ige jellemzője a 'szám' is, ami a leírás teljessége érdekében bevehető a definícióba, de a besorolást nem segítené, inkább zavarná.)

Sorképzés

Amint a viszonyításról szóló részben olvasható, a viszonyfelismerés két dolog közötti különbözőség megállapítása, de nem általában, ahogyan ezt a felismerés, a besorolás eszközeivel kaphatjuk, hanem a szempontként használt közös sajátság szerinti különbség felismerése. A felismerés három eleme fogalmi, verbális szinten: az egyik dolog neve, a másik dolog neve és a közös sajátság, a szempont megnevezése. A sorképzés a szempont

szerinti sajátással rendelkező elemek sorba rendezése a viszonyítás ismételt alkalmazásával. A páronkénti próbálgatással történő sorképzés $n(n-1)/2$ viszonyfelismerést igényel. A 8–9-nél nem több elem (Miller-törvény) esetén, perceptuális szinten pálcikák nagyság szerinti sorba rendezése úgy is megvalósítható, hogy ránézésre kiválasztjuk, kiemeljük a legnagyobbat (vagy a legkisebbet), majd a megmaradtakkal ezt ismételve a kiválasztottakat egymás mellé rakjuk. Verbális szinten ez a 'trükk' alig működik. Ezért 3-5 elemnél többel igen nehezen boldogulunk. Ugyanis 'át kell látni' a viszonyokat. Például: János fia Péter. Sándor pedig János apja. Mi a három ember származási sorrendje? Ez a lehető legegyszerűbb verbális sorképzés. Ennek ellenére – mivel a szemlélet nem segít – intellektuális erőfeszítésre van szükség, mielőtt sorrendbe íránk a három nevet. (A sorképző készség fejlődésének adatait lásd a 'Fogalmi sorképző osztályozás' című pontban, 4. ábra.)

Osztályozás

A rendszerező képesség eddig tárgyalt rutinjai és készségei az elemi és az egyszerű fogalmak kialakulását, képzését (konstruálását) és működtetését teszik lehetővé. *Az osztályozás az összetett fogalmak konstruálója és működtetője.* Az osztályozás három egymásba épülő fajtáját különböztetjük meg: felosztás, sorképző osztályozás és hierarchikus osztályozás. Az egymásba épülés mellett a bonyolultságot az összetett fogalomban szereplő fogalmak száma növeli, ami a Miller-törvény által maximalizált.

A *felosztás* a besorolásból kiépülő készség. A besorolás/kizárás alternatív felosztásnak is tekinthető. Azáltal ugyanis, hogy az elemekről eldönthetjük: a fogalom alá tartoznak-e vagy nem, két halmazba soroljuk a dolgokat. Ez nem valódi felosztás, amit új elemmel kell kiegészíteni: a korábban tárgyalt szemponttal. Az emberek például feloszthatók nemük szerint férfiakra és nőkre, foglalkozásuk, életkoruk és számos más szempont szerint. A legegyszerűbb összetett fogalom egy szempont szerinti két részhalmazt, fogalmat tartalmaz. További kiterjesztés a kettőnél több részhalmaz, fogalom. Amennyiben a részfogalmak száma számottevően meghaladja a 7–9-et, akkor új kiegészítésre van szükség, amit a sorképző és a hierarchikus osztályozás old meg. Ha a fogalmat több szempontból is felosztjuk, akkor komplex fogalmat kapunk (amiről a következő pontban lesz szó). A felosztás sajátos változata a *tagolás*. Például: ha nem egy adott növényt tagolunk részeire, hanem a növényeket részeik szerint tagoljuk (gyökér, szár, levél, virág, termés), akkor a növény e szempont szerinti tagoló összetett fogalmát kapjuk.

A *sorképző osztályozás* a részfogalmak (részhalmazok) rangsorolásával, rangsor szerinti egymásba ágyazásával valósul meg a fogalmak terjedelme szerinti sorképzéssel. Például: cselekvést kifejező igék \subset igék \subset szavak, verebek \subset madarak \subset állatok \subset élőlények. Ez a fajta osztályozás a gyakorlatban különállóan ritkán szerepel. A sorképző osztályozást nemcsak a rendszerező képesség kiépülési folyamatának nélkülözhetetlen lépcsőfoka miatt érdemes önálló készségként kezelni, hanem főleg pedagógiai jelentősége miatt (erről lásd a *Pedagógiai tanulságok* című részt).

A *hierarchikus osztályozás* a felosztás és a sorképző osztályozás egyesítésével valósul meg. Ha a részfogalmak száma nagy, akkor közös sajátásaik szerint néhány átfogóbb fogalom születik, miáltal többszintű hierarchia épül ki. A hierarchia szintjei a sor-

képzés, az egymásba ágyazás eredményei, az ott szereplő fogalmak részfogalmai pedig a felosztással épülnek be a hierarchikus fogalomba. A hierarchiaszintek száma is engedelmeskedik a Miller-törvénynek. Ám nincs is szükség a lehetőség teljes kihasználására, hiszen a hatodik szint már több mint hétezer és még a negyedik szint is több mint kétszáz fogalom hierarchikus elrendezését tenné lehetővé (ha minden felosztás hat részalmozott eredményezne: 1, 6, 6², 6³, 6⁴, 6⁵). Az ilyen fogalmak szerveződésének szemléltetése leggyakrabban fagráffal történik, de számos más mód is lehetséges. Legyen a példánk a szavak szófajok szerinti hierarchikus szerveződése a következő szemléltető módszerrel: SZÓFAJOK: *ige, névszó* (főnév, melléknév, számnév, névmás), *határozószó, viszonyzó, indulatszó*. E háromszintű hierarchia második szintjén öt fogalom szerepel, a harmadik szinten pedig csak a névszó van felosztva négy fogalommal. (A névszó ötödik fogalma a szokásnak megfelelően a 'főnévi igenév' lenne, ám ez inkább az ige és a névszó metszetébe való, de nem szokás élni a metszet adta lehetőséggel.)

Többszemponú rendszerezés

A dolgok sokféle szempontból vizsgálhatók: színük, alakjuk, méretük, szerveződésük, működésük, viselkedésük, változásuk stb. szerint. Mint láthattuk, a szempont már a perceptuális rutinok szintjén jelen van, a viszonyítás a szempontul választott sajátjának köszönhetően válik lehetővé. A rendszerező képesség eddig tárgyalt kiépülése az *egyszemponú rendszerezést* teszi lehetővé. Egy szempont esetén a szempont megnevezése általában nem szokásos, nem is szükséges feltétlenül. Implicit jelenléte azonban az eredményes gondolkodás és kommunikáció nélkülözhetetlen feltétele. A zavaros gondolkodás, a zavaros fogalmak, gondolatrendszerek, szövegek, a csúsztatás legfőbb oka a hiányzó, a tisztázatlan szempont, a szempontkeveredés, a rendszerező képesség fejletlensége (szándékos csúsztatás esetén a szempontkeverés). A fejlődést segíthetné a rendszeresen alkalmazott tudatos szempontválasztás, megnevezés, körülírás (ha nincs megfelelő szó a szempont megnevezésére).

A rendszerező képesség kiépülésének a többszemponú rendszerezés is lehetősége. Ennek csírái már a viszonyító rutin működésében megfigyelhetők. Felidézve a példát, mely szerint a ragadozó a távolság szempontjából a közelebb lévő prédát választja, ha mindkét állat növendék. Ám ha az egyik egy kifejlett példány, akkor a méretet is 'figyelembe véve' a távolabb lévő könnyebben elejthető növendéket fogja választani. Ez a kétszemponú viszonyítás, választás. A sokat vizsgált Piaget-féle megmaradási próba (megmaradás-fogalom) tulajdonképpen kétszemponú viszonyítás. Két dolog (például két agyaggolyó) alakját és tömegét tekintve is egyforma. Ha megváltoztatjuk az egyik golyó alakját (például ceruza alakúra) és megkérdezzük, hogy ugyanannyi mennyiségű anyag van-e a hosszúkás agyagban, akkor a tömeg és az alak szerint kell a viszonyítást elvégezni: tömeg szerint egyformák, alak szerint különbözőek. A megoldás nem a kétszemponú perceptuális összehasonlítás, viszonyítás készségétől függ, hanem a tömeg és az alak absztrakt fogalmainak kialakultságától. Ha azt kérdezzük egy felnőtől, hogy a tejnek vagy a méznek nagyobb-e a viszkozitása, akkor ez az egyszemponú viszonyítás sem fog működni, ha a megkérdezett nem ismeri a viszkozitás fogalmát. Vagyis itt nem a viszonyítás rutinjától, készségétől, hanem a szempontul használt absztrakt fogalmak

fejlettségétől függ a megoldás eredményessége. Ezért a kétszempon­tú viszonyítás fejlettségének mérése nem pedagógiai feladat (annál inkább az lenne a szempontként használt alapvető absztrakt fogalmak fejlődésének vizsgálata, ami nem tartozik a jelenlegi témánkhoz).

A többszempon­tú rendszerezés eredményeként *komplex fogalmakat* kapunk, sajátíthatunk el. A többszempon­tú rendszerezés képessége az egyszempon­tú rendszerezés képességét használva a többszempon­tú besorolással, viszonyítással, osztályozással, a többszempon­tú definíciókkal, definiálással működik. A többszempon­tú rendszerezés ma még jórészt kutatói szintű probléma, korábbi kutatásaink szerint a tanulók körében még alig létezik. Ezért fejlődésének vizsgálata ma még nem lehetséges. E rövid tájékoztatót azért tartottam szükségesnek, mert a többszempon­tú rendszerezés elsajátítása fontos szerepet játszhatna az értelem kiművelésében (pedagógiai jelentőségéről, a lehetőségekről a *Pedagógiai tanulságok* című részben lesz szó).

2. Kritériumorientált rendszerező képességteszt

'Bevezetőmben' jeleztem, hogy ennek a kutatásnak a tárgya a tapasztalati szintű fogalmi rendszerező képesség fejlődésének feltárása 10–16 éves életkorban. A szerveződés kiépülésének ismeretében érthető, hogy az implicit egyszempon­tú rendszerező képesség fejlődésének diagnosztikus feltérképezésére alkalmas teszt kifejlesztése a cél. A fenti elemzésből az is nyilvánvaló, hogy melyek e képesség kognitív készségei: fogalomképzés (halmazképzés), besorolás, definiálás, osztályozás: felosztás, sorképző osztályozás, hierarchikus osztályozás. (A fogalmi szintű sorképző készség a tesztben külön nem szerepel, de a 'Fogalmi sorképző osztályozás' cím alatt a korábbi kutatások adataival szemléltetni fogom a fejlődés helyzetét.) A tesztnek e készségek mérésére kell alkalmasnak lennie. A fenti elemzésből ezeknek a készségeknek a szerveződése (részkészségei, rutinjai) és működése is ismeretes, aminek alapján a mérést szolgáló feladatok oly módon fogalmazhatók meg, hogy megoldásuk a készség működtetésével váljon lehetővé.

A teszt

A rendszerező képesség működésének színvonaláról csak akkor juthatunk megbízható adatokhoz, ha a képesség működtetésekor a tárgyi tudást közömbösíteni, semlegesíteni tudjuk. Más szóval: ha a teszt tartalmilag valid, vagyis valóban azt méri, amit mérni szándékozunk. Ha például a definiálás (a definíció megalkotásának, megfogalmazásának) készségét kívánjuk mérni, akkor nem kérhetjük ismert fogalom definiálását, mert a leírt definíció alapján nem tudhatjuk, hogy az eredmény mennyiben függött a meglévő tárgyi tudástól. Ha viszont a fogalom nem eléggé ismert, akkor a tárgyi tudás hiánya miatt lehetetlen a definíció hibátlan megalkotása. Egyszóval nem tudhatjuk, hogy mit mér a feladat: a tárgyi tudást vagy a definiálás készségét. Ezért a definiálandó fogalom neve kitalált szó (például 'kéd'), az univerzum (a nemfogalom) közismert fogalom (például 'hal'), a felsorolt jegyek pedig ismert sajtóságok (például pikkelyes és aranyszínű). Ily

módon a készen kapott elemekből megalkotott definíció kétségtelenül a definiálás készségének működéséről ad számot. A rendszerezés készségeinek tartalmi validitását ilyen és hasonló módszerekkel sikerült elérni.

A teszt 14 feladatot tartalmaz, amelyek értékelése összesen 50 feladatelemmel (itemmel), továbbá a felhasznált percek számával történik. Ezen kívül az A/4-es kétoldalas teszt kéri a tanuló évfolyamát, iskolatípusát, félévi, illetve év végi tanulmányi átlagát, nemét és a település típusát is. Az így nyerhető adatok teszik lehetővé a kritériumok kidolgozását, a kritériumorientált analitikus diagnózist és a rendszerező képesség kritériumorientált fejlesztését (a fejlesztés feladatairól a *Pedagógiai tanulságok* című fejezetben lesz szó). Vegyük számba a rendszerező készségek feladatait és feladatelemeit.

A *fogalomképzés (halmazképzés) készségét* két feladat méri. A lepkéket tartalmazó dobozokra rá vannak írva a bennük lévő lepkék közös tulajdonságai. Két dobozt egyesíteni kell: a két doboz lepkéinek közös tulajdonságát (tulajdonságait) kell megtalálni, és az új dobozra felírni. A másik feladat újabb két doboz egyesítése, és az előbbinél több közös tulajdonság megtalálása, felírása. A két feladat egy-egy feladatelem.

A *besorolási készség* működtetéséhez adva vannak a 'sárga trópusi lepkék', valamint hat lepkés doboz a bennük lévő lepkék közös tulajdonságaival. Azt kell eldönteni, hogy a megnevezett lepkék mely doboz(ok)ba tartoznak és melyekbe nem. A feladat hat feladatelem, amelyek a különböző számú és egymással különbözőképpen kapcsolódó tulajdonságok alapján mérik a különbözőfajta besorolás (a készség különböző összetevőinek) működését.

A *definiálás készségét* hat feladat méri 'A teszt' című rész első bekezdésében ismertetett módszerrel. Az előző fejezetben szerveződés szerint nyolcfajta definíciót vettünk számba. Ezek közül a csonka definíció csak a kiépülési rend felmutatása érdekében szerepelt, az egyjegyű definíció megalkotása, megfogalmazása pedig nem okoz problémát. Egyedül a nemfogalom megadása, állítmányként szerepeltetése lehetne hibás, de ha ez az elem a többi feladatban működik, akkor az egyjegyűben is érvényesülne. A hat definíció mindegyikének értékelése három-három feladatelemmel történik. Az első feladatelem a nemfogalom helyes megadását, a második a jegyek hiánytalan szerepeltetését, a harmadik pedig a jegyek egymáshoz való viszonyának értékelését szolgálja (lásd az 1. táblázatot).

A *felosztás készségét* két feladat méri két-két feladatelemmel. Adva van hatfajta lepke három-öt tulajdonsággal jellemezve. Ezeket kell felosztani színek szerint az első feladatban, majd nagyság szerint a második feladatban. Az első feladatelem annak értékelését teszi lehetővé, hogy a rekeszekbe (cellákba) a megfelelő színek, illetve nagyságok vannak-e beírva, a második feladatelem pedig azt, hogy a megnevezett rekeszekben a megfelelő lepkék jelei szerepelnek-e. E két-két elem egyértelmű képet ad a készség működéséről.

A *sorképző osztályozás (halmazba sorolás) készsége* fogalmak egymás alá/főlé sorolását teszi lehetővé. E készség működése a hierarchikus osztályozás elsajátításának feltétele. Két feladat méri a készség működését. Az egyik három, a másik öt fogalom egymásba skatulyázását kéri. („A macskafélék ragadozók. Az oroszlán macskaféle. Írd be az egymásba tartozó keretek pontsoraira megfelelő sorrendben a következőket: macskafé-

lék, ragadozók, oroszlán.”) Hasonlóan működik az ötelemű feladat is. Az előbbi értékelése értelemszerűen három, az utóbbi pedig öt feladatelemmel történik.

A *hierarchikus osztályozás készsége* a rendszerezés valamennyi készségének felhasználásával működik. Egy háromszintű osztályozást kellett elvégezni, ami tizenkét feladatelemmel értékelhető. (A feladatot a következő fejezetben részletesebben ismertetem, amint a többi feladatot is. Most csak a teszt feladatainak számbavételére, jellemzésére volt szükség.)

A felmérés

Az előzetes becslések szerint a kétoldalas teszt feladatai egy tanóra alatt megoldhatók. A leglassabb negyedikes–ötödikes tanulók esetén azonban kétséges volt, hogy 45 perc alatt sor kerülhet-e az utolsó feladatokra is. Ezért az utolsó feladatok eredményeinek értékelése kérdésessé válhat. E bizonytalanság kiküszöbölését két tesztváltozattal oldottuk meg, amelyekben a 14 feladat különböző sorrendben szerepelt. Az egyik változat utolsó feladatai a másik változatban a teszt elején/közepén helyezkedtek el és megfordítva. A legkomplexebb feladat (a hierarchikus osztályozás) az egyik változat végén, a másik változat első felében található.

A felmérés a 4., 5., 6., 8. és 10. évfolyamos tanulókkal valósult meg 2003. május első felében. A rendszerező képesség részkészségei, készségei perceptuális-manipulatív (szenzomotoros) szinten már az óvodás életkorban működnek az előző fejezetben ismertetett kognitív rutinok kezdeti szerveződéseiként. Mint az adatok majd megmutatják, a fogalmi szint kialakulása is jóval a kilenc-tíz éves életkor előtt kezdődik. Ennek ellenére a mérés kezdő mintájául a 4. évfolyam végét választottuk, mert a fogalmi szint működtetéséhez csoportos vizsgálat esetén megfelelő olvasási készségre van szükség. A 10. évfolyam a kötelező általános képzés vége. Az innen nyert adatokból a 4–10. évfolyamokat átívelő görbe alapján jól extrapolálható a középiskola végéig kialakuló szint. Ezért választottuk záró mintaként a 10. évfolyam végét. Az 5–6. évfolyam választását két szempont eredményezte. Sokféle fejlődésmérés alapján rendszeresen azt kapjuk, hogy a 6. évfolyam tájától kezdődően a görbék ellaposodnak. Ezért az előzmények részletesebb ismerete érdekében vettünk fel három egymást követő évfolyamot. E választáshoz egy gyakorlati szempont is hozzájárult. Az itt ismertetendő kutatás ugyanis egy 2004-ben induló kísérlet egyik előkészítő eleme ('A tudásszerző képesség kritériumorientált fejlesztése tantárgyi tartalmakkal 5–6. évfolyamos tanulói körében', OTKA T43480.)

A felmérésben részt vevő tanulók száma az évfolyamok sorrendjében a két tesztváltozat szerint: 1523 + 1527, 1053 + 963, 1343 + 1323, 890 + 796, 1890 + 1779. A 10. évfolyam iskolatípusonkénti megoszlása: gimnázium 690 + 629, szakközép 771 + 747, szakiskola 429 + 403. A részt vevő tanulók száma bőségesen elegendő ahhoz, hogy a rendszerező képesség fejlődéséről (elsajátítási folyamatáról) megfelelő képet kapjunk. A minták a tanulók neme, települési kategóriák és iskolatípusok szerint reprezentatívak.

Mindenekelőtt tisztázzuk, hogy a két tesztváltozat azonosnak tekinthető-e. Ha igen, akkor az eredmények elemzésekor a változatoktól eltekinthetünk, az újabb felmérések, valamint a fejlesztést szolgáló osztályszintű mérések céljára egy változat is használható. A felhasznált percek számának átlaga évfolyamonként és változatonként a következő:

4.) 37,4 és 37,1; 5.) 33,8 és 33,5; 6.) 31,6 és 31,5; 8.) 29,1 és 29,0; 10.) 27,2 és 27,0. Ezek szerint az átlagosan felhasznált percek számát tekintve nincsen különbség a két változat között. Az is megállapítható, hogy egy tanóra elegendő a teszt megoldására. Különösen akkor, ha majd a szándékos fejlesztés megkezdődik (lásd a *Pedagógiai tanulságok* című részt). A tesztek feladatelemeinek száma 50, vagyis ennyi a maximálisan elérhető pontok száma. Az évfolyamonként és tesztváltozatonként elért pontok átlaga a következő: 4.) 19 és 18; 5.) 22 és 21; 6.) 24 és 23; 8.) 31 és 29; 10.) 30 és 30. Az egészekre kerkeített adatok szerint az átlagokat tekintve a két változat közötti különbség pedagógiai szempontból elhanyagolható.

Végül kérdés, hogy a legkomplexebb feladat, a 12 pontos hierarchikus osztályozás az 'A) változat' végén hátrányos helyzetben volt-e az esetleges időzavar miatt. A magasabb évfolyamokon, ahol az átlagosan felhasznált idő kevesebb, mint fél óra, a 45 perces tanóra nem okozhatott időzavart. A három alsóbb évfolyamon a 12 pontból a két változaton az alábbi eredmények születtek: 4.) 5,1 és 4,8; 5.) 6,1 és 5,7; 6.) 7,1 és 6,4. A feltételezés az volt, hogy az 'A) változatban' áll fenn az időzavarból származó alacsonyabb eredmény, mivel a legkomplexebb feladat a teszt végén szerepelt. Az adatok az ellenkezőjét mutatják. A második helyen szereplő adatok, vagyis a 'B) változat' eredményei alacsonyabbak, ahol pedig ez a feladat a teszt első felében található. Bár nem világos, hogy miért alakult ez így, az azonban nyugodtan állítható, hogy az 'A) változat' utolsó feladata nem került hátrányba az esetleges időzavar miatt.

A végső következtetés: A két tesztváltozat ekvivalens, nemcsak tartalma, hanem nehézségi foka, időszükséglete szerint is, valamint a 45 perces tanóra időkorlátja nem jelent hátrányt a lassabban dolgozó tanulók számára. Vagyis az eredmények elemzésekor a két változat megkülönböztetése nem szükséges, a két változat tanulóinak eredményeit összevonva vizsgáljuk. Végül megállapítható: gyakorlati célokra mindkét változat hasonló eredménnyel használható (ha például a másolás lehetőségét csökkenteni kívánjuk).

A teszt jóságmutatói

A teszt jóságmutatói a minták nagyságától is függenek. A két tesztváltozat egyesítésével a részt vevő tanulók száma a vizsgált évfolyamokon a következő: 4.) 2050, 5.) 2016, 6.) 2666, 8.) 1686, 10.) 3669. A 10. évfolyamba járók iskolatípusonkénti megoszlása: gimnázium 1319, szakközépiskola 1518, szakiskola 822. Ezek olyan nagy minták, hogy a kapott eredmények igen nagy pontossággal jellemzik az országos helyzetképet. A teszt két változatával mért adatok megbízhatósága (reliabilitása, α) évfolyamonként a következő: 4.) 0,935 és 0,928; 5.) 0,942 és 0,940; 6.) 0,942 és 0,940; 8.) 0,940 és 0,942; 10.) 0,945 és 0,944. Ezek az értékek a teszt mint mérőeszköz kiváló megbízhatóságáról tanúskodnak.

Az egyes feladatelemek megbízhatóságát úgy lehet becsülni, hogy az adott feladatelem kihagyásával kiszámítjuk a teszt reliabilitását. Ha a kihagyással a reliabilitás nő, akkor a számítási céllal kihagyott feladatelem megbízhatósága kérdéses. Tekintettel arra, hogy egyetlen feladatelemmel sincs probléma, ezért fölösleges mind az ötven feladatelem adatát mind a két változat valamennyi évfolyamára vonatkozóan felsorolni. Bizonyításként elegendő megadni a legalacsonyabb és a legmagasabb értéket az előző beke-

dés sorrendjében. 4.) 0,932–0,935 és 0,925–0,929; 5.) 0,939–0,942 és 0,937–0,940; 6.) 0,940–0,943 és 0,938–0,941; 8.) 0,938–0,941 és 0,940–0,943; 10.) 0,943–0,946 és 0,942–0,944.

A teszt feladatelemeinek korrelációja egymással és az összpontszámmal fontos információkat szolgáltat a teszt minőségéről. Minél közelebb állnak egymáshoz a kapott korrelációs együtthatók, a teszt annál koherensebb. Azok az elemek, amelyeknek az együtthatói nagymértékben eltérnek a többségtől, felülvizsgálandók. Két tipikus problémát kell vizsgálnunk: a feladatelem nem eléggé illeszkedik a rendszerbe vagy valami rejtett hiba van a feladatban (az instrukció megfogalmazásában, az eredmény közlési módjában, a javítókulcsban). A teszt mindkét változatának koherenciája jónak mondható. Kivételt képeznek a fogalomképzés (halmazképzés) és a besorolás feladatának feladatelemei, valamint a sorképző osztályozás egyik feladateleme. Tekintettel arra, hogy más mutatók nem jeleznek problémát, ezek a feladatok megtarthatók, de kisebb technikai módosítás végzendő az instrukcióban, a javítókulcsban és a feladat szerkezetében (a végleges változatban már a korrigált feladatok szerepelnek).

3. A rendszerező készségek kritériumhoz viszonyított fejlődése

A rendszerező képesség szerveződését, kiépülését vizsgálva azt láthattuk, hogy komponensei a meglévőkből jönnek létre, és az egyre komplexebb készségek magukba építik az egyszerűbb összetevőket. Az öröklött egységfelismerő és viszonyfelismerő rutinok készlete tanult rutinokkal gazdagodik. Ezekből levezettük a szórutinok és az elemi fogalmak születését, a besorolás, a sorképzés és a definiálás készségét. Mindezeknek köszönhetően jöhetnek létre és működhetnek az egyszerű, majd az összetett és a komplex fogalmak, és az ezeket konstruáló, működtető egyszempontú és többszempontú osztályozás készségei (a felosztás, a sorképző osztályozás és a hierarchikus osztályozás). Ez az áttekintő összefoglalás a következő összetartozó megkülönböztetések segítségét szolgálja.

A rendszerező képesség kiépülési folyamata tartalomba ágyazott tanulás, amely egyfelől rendszerezett tárgyi tudást eredményez, másfelől magát a rendszerezési képességet fejleszti. A rendszerezés nem önmagáért való tevékenység, hanem a tudásunk minél jobb használhatóságát, adaptivitását és minél eredményesebb közvetítését, közlését, elsajátíthatóságát szolgálja. *A rendszerező képesség szerveződéséről szóló fejezet alapján belátható, hogy agyunk szükségszerűen, kényszerűen rendszerezi a felvett információkat, az elsajátított tudást, és ennek következtében spontán módon fejlődik maga a rendszerezési képesség is.* Az eddigi iskolai oktatás a tárgyi tudás tanításával segítette és segíti a rendszerező képesség (és a többi kognitív képesség) spontán fejlődését. Kérdés, hogy milyen hatékonysággal. Ennek a fejezetnek az a célja, hogy a rendszerező képesség készségeinek spontán fejlődéséről, az eredményekről és a problémákról adjon képet a *tartalomba ágyazott szándékos fejlesztés* elősegítése érdekében.

Fogalomképzés és besorolás

Egy beszélni még nem tudó kisfiú egy doboz fenyőfából készült építőjátékot kapott. Építeni még nem nagyon tudott, de a szétdobálást örömmel elvégezte. A fenyőfa építőelemek összekeveredtek a korábban hasonló sorsra jutott műanyag építőelemekkel és más játékokkal. Egy idő után a fenyőfa elemeket visszahordta a dobozba. (A játékokat a mama mindig a gyerek közreműködésével rakja rendbe, 'hordja össze'.) A fenyőfa elemek összehordása nyilvánvalóan halmazképzést feltételez (az építőelemek közös tulajdonságának, a gyalult fenyő sajátos színének kiemelését), és a közös tulajdonság szerinti besorolást (a fenyő színe szerinti felismerést és szelektálást, dobozba hordást). Vagyis a perceptuális halmazképzés (a fogalmi halmazképzés, a fogalomképzés perceptuális előzménye) és a besorolás manipulatív, szenzomotoros szinten már kisgyermekkorban működik. Korábbi kutatásaink szerint a manipulatív besorolás átlagos fejlettsége hároméves korban 33%p, a kilencévesek körében pedig 79%p (Nagy, 1990. 110. o.). A fogalmi szintű halmazképzés és besorolás értelemszerűen ennél jóval később kezd kialakulni. Lássuk előbb a feladatelemenkénti fejlődést, majd e két készség együtt vett átlagos fejlődését.

2. táblázat. Fogalmi halmazképzés és besorolás. Feladatelemenkénti fejlődés, %

Feladat		1. 2.		3.					
Feladatelem		a	b	a	b	c	d	e	f
Gimnázium	10.	53	29	61	88	56	60	64	34
Szakközépiskola	10.	35	18	59	81	51	56	52	26
Szakiskola	10.	22	08	53	71	40	40	36	22
Középiskolák együtt	10.	39	20	59	81	50	54	53	28
Általános iskola	8.	39	21	58	81	50	54	50	28
Általános iskola	6.	30	10	51	72	43	46	40	26
Általános iskola	5.	25	10	54	71	42	47	37	27
Általános iskola	4.	23	08	53	69	38	41	35	25

A teljesen új fogalom alkotása, a *fogalmi halmazképzés* nem gyakori hétköznapi esemény. Ezért mindössze két feladatot vettem be a tesztbe egy-egy feladatelemmel. Az *első feladat* két sorban két-két tulajdonságot tartalmazott. Egy tulajdonság (az egyik szó) mindkét sorban azonos volt. Ezt a közös tulajdonságot kellett megtalálni és beírni a megfelelő helyre. Amint a 2. táblázatban olvasható, ezt a rendkívül egyszerű feladatot a negyedik évfolyam végén a tanulók 23 százaléka, a nyolcadikosok és a tizedikesek 39 százaléka tudta megoldani. A szakiskolások készsége a tizedik évfolyam végén a negyedik évfolyamosok szintjének felel meg. Ez közelítően valamennyi feladatelemre, feladatra, készségre és a rendszerező képesség egészére is érvényes.

A leggyakoribb hiba, hogy a felsoroltak között nem szereplő tulajdonságokat írtak be. Tekintettel arra, hogy a többi feladat esetében a megoldás szándéka egyértelmű, nem

feltételezhető, hogy csak ebben a feladatban írták azt, ami az eszközbe jutott. Mivel a teszten a hat besoroló feladatelemet tartalmazó feladat szerepelt az első helyen lepkék nagyszámú tulajdonságával, főleg az ott olvasott tulajdonságok találhatók meg az ilyen típusú hibás válaszok között. Többek között ez az 'áthatás' az oka annak, hogy a végleges változatban (mint a 2. táblázatban is) ez a két feladat került a teszt elejére. Jellemző hiba még az összes megadott tulajdonság bemásolása a kijelölt helyre, továbbá az egy jó megoldás mellé egy fölösleges tulajdonság szerepeltetése.

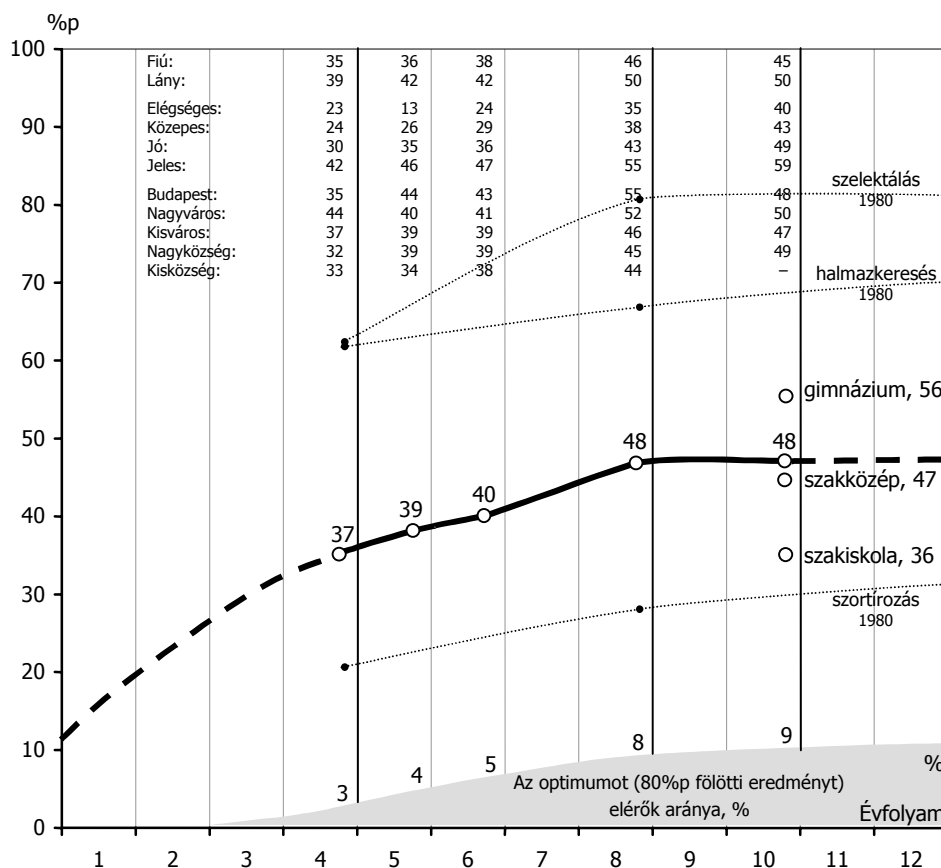
A *második feladat* két sorában négy-négy tulajdonság szerepel, ezek között kettő a közös tulajdonság. Ezeket kellett megtalálni és beírni a megfelelő helyre. Ez a feladat az egész tesztben a legnehezebb. A negyedikeseknek mindössze 8 százaléka tudta megoldani, és a többi évfolyamon is a legalacsonyabb értékeket kaptuk. A leggyakoribb hiba, hogy csak az egyik, az elsőként szereplő közös tulajdonságot írták be a megfelelő helyre. Ez részben szintén a megelőző feladat hatásának következménye (a megelőző feladatban csak egy közös tulajdonság szerepelt). Itt is sok a feladat szerint nem szereplő tulajdonság mint közös jegy. Gyakori a feladatban felsorolt összes tulajdonság bemásolása, valamint az egy jó és egy tévesen megadott közös tulajdonság.

Következtetés: Ha megnevezett (ismert) tulajdonságok között kell megtalálni a közös tulajdonságo(ka)t, vagyis a szemlélet, a valóságos cselekvés (lásd a kisfiú példáját), a szövegkontextus nem segít, akkor a közös tulajdonságok, jegyek kiemelése a rendszerezési képesség legkevésbé fejlett készségének bizonyul.

A besorolás szemléletes, perceptuális szinten öröklött és tanult felismerő rutinjainak köszönhetően születésünktől kezdve eredményesen működik (amint a kisfiú példája szemlélteti). A verbális, *fogalmi besorolás* készsége azonban egynél több, szavakkal megadott tulajdonság, jegy esetén évtizedes lassú fejlődés eredményeként csak kevesekben válik optimálisan működővé. A besorolás a besorolandó egységek megadott, ismert jegyeit (tulajdonságait) veti egybe a besoroló fogalom jegyeivel (ez a művelet hasonlít a közös jegy(ek) kiemeléséhez). Ám nemcsak azt kell figyelembe venni, hogy a besorolandó és a besoroló jegyei megfelelnek-e egymásnak vagy nem, hanem a jegyek egymáshoz való viszonyait is. A jegyek *kapcsolatos* (konjunktív, 'és') viszonyban, illetve *választó* (diszjunktív, 'vagy', illetve 'vagy-vagy') viszonyban vannak egymással. A besorolandó *két jegye* a feladatban adott, viszonyuk *kapcsolatos*. A hat feladatelem mindegyike mint besoroló halmaz különböző minőségű, mennyiségű és viszonyú jegyet tartalmaz. Mind a kapcsolatos, mind a választó viszony kommutatív, vagyis az összetartozó jegyek sorrendje felcserélhető.

Az *a) feladatelem* két kapcsolatos jegyet tartalmaz. A besoroló első jegye megfelel a besorolandó első helyen lévő jegyének, vagyis a sorrend is azonos, de a második helyen szereplő jegy nem egyezik a besoroló második helyen szereplő jegyével. Mivel ebben a feladatban sem a jegyek mennyisége, sem azok viszonya és sorrendje nem okozott gondot, csak a meg nem felelő második elem alapján kellett dönteni: nem tartozik a besoroló halmazba (át kellett húzni a feladatelem jelét). A 2. táblázatban a 3. feladat *a) feladatelemének* adatai azt mutatják, hogy ez a változat a második legkönnyebb. Ennek ellenére a tizedikes gimnazisták 39 százaléka nem tudta megoldani. A *b) feladatelem* a két jó jegyet tartalmazza, és a viszonyuk kapcsolatos. Csak a sorrend fordított. Ez a legkönnyebb feladatelem: a negyedikesek 69, a tizedikes gimnazisták 88 százaléka 'érezte', hogy a sorrend nem számít és bekarikázta a fel-

adatelem jelét. A *c) feladatelemben* a két jó jegy szerepel, a sorrend is azonos, de a viszonyuk választó ('vagy'), tehát át kellett volna húzni a feladatelem jelét, amire a negyedikesek 38, a tizedikes gimnazisták 56 százaléka volt csak képes. A *d) feladatelem* négy jegyet tartalmaz. A első kettő megfelel a besorolandó jegyeinek, a sorrendjük is. A viszony azonban választó. Ebből már az következik, hogy át kellett volna húzni a feladatelem jelét, amit csak megerősít az a tény, hogy további két 'idegen' jegy 'és' viszonytal kapcsolódik az előző jegyekhez. Mint a táblázat mutatja, e négyelemes jegyegyüttes nem volt nehezebb a kétjegyes *c) feladatelemnél*. Az *e) feladatelem* az előzőhöz hasonló nehézségű. Az első két jegy mindenképpen megfelel a besorolandó két jegyének, a további két 'idegen' kapcsolatos jegy viszonya az első kettőhöz választó. Vagyis a feladatelem bekarikázása a jó megoldás. Az *f) feladatelem* három jegyet tartalmaz: egy 'idegen' jegyet és a két besorolandó jegyet. A besoroló mindhárom jegyének viszonya kapcsolatos. Vagyis a feladatelem jelének áthúzása a jó megoldás. Ez bizonyult a legnehezebb változatnak. A negyedikesek mindössze 25, a tizedikes gimnazisták 34 százaléka jutott jó megoldásra.



1. ábra

A fogalmi halmazképzés és besorolás készségének fejlődése, %p

Következtetés: A jegyek viszonyai a kétváltozós logikai műveletek közül a konjunkcióval (a kapcsolatos viszonytal), a diszjunkcióval (a 'vagy/és', 'avagy' választó viszonytal) és a 'kizáró vagy'-gyal (a 'vagy-vagy' választó viszonytal) valósulnak meg. E három logikai viszonyt nyelvileg sokféle kötőszó, a vessző vagy csak a szóköz fejezi ki. Ezért nem egyszerű felismerni a besorolandó és a besoroló jegyegyütteseinek azonosságát/különbségét. Ha a jegyek és sorrendjük nem azonos, akkor viszonylag egyszerű feladat a felismerés, a besorolás/kizárás. Ha viszont az összehasonlítandó két szó jelentése hasonló, de a szavak különbözőek, akkor nehezebb a besorolás. A legnagyobb problémát a különböző nyelvi eszközökkel jelölt logikai viszonyok azonosságának/különbségének egybevetése okozza. Különösen akkor, ha kettőnél több jegy viszonyrendszeréről van szó. Ennek különösen szembeűnő példája az f) feladatelem. Ez a probléma a logika nyelvén megfogalmazva: csak kevesekben alakul ki a konjunkció, a diszjunkció és a kizáró vagy igazságmátrixainak implicit működése (a tudatos működés jelenleg szóba sem jöhet).

A fogalmi halmazképzés és besorolás fejlettsége a 4. évfolyam végén 37, a nyolcadik végén pedig 48 százalékpont. Az évenkénti fejlődés a felső tagozaton közelítően 3 százalékpont. Ez azt jelenti, hogy ilyen fejlődési ütem esetén e készség optimális használhatóságának elsajátításához mintegy negyedszázadnyi időre lenne szükség (az optimális használhatóság 80 százalékpont fölötti értékben határozható meg, lásd a következő részt). Az első 14 életévben évi 3,4 százalékpontos fejlődés valósul meg. Ezt követően az átlagos fejlődés leáll. A szakközépiskolások gyakorlatilag ugyanezen a szinten stagnálnak. A gimnazistáknak 8 százalékponttal ugyan fejlettebb ez a készségük, de nem azért, mert a gimnázium hozzájárulna a fejlődéshez, hanem azért, mert a fejlettebb tanulók iratkoznak be a gimnáziumokba. A tizedikes szakiskolások készségének átlagos fejlettsége a negyedikesek átlagának felel meg. Mindennek következménye, hogy a kötelező iskolát befejezve, optimálisan használható készséggel az egymást követő évfolyatokból mindössze 8 százaléknyan rendelkeznek e készség optimális fejlettségével, használhatóságával.

A korábbi kutatás során a besorolás részkészségeit, a szelektálást, a halmazkeresést és a szortírozást külön-külön vizsgáltuk (a befoglalás készségét nincs értelme külön mérni, ugyanis a többi három ennek ismételt elvégzése). Amint az 1. ábra szemlélteti, a besorolás három részkészsége lényegesen különböző nehézségű. Ha a közel negyedszázaddal ezelőtt mért három részkészség átlagát kiszámoljuk, akkor a jelenlegi fejlődést mutató vastag görbéhez hasonló (kissé jobb) képet kapunk. (A jelenlegi mérés nem különböztette meg ezeket a részkészségeket.) Ebben a korábbi átlagban azonban a fogalmi halmazképzés adatai nem szerepelnek. Az előző pontban láthattuk, hogy bár csak két ilyen feladatelem vett részt a jelenlegi átlag kiszámításában, de ezek az elemek a legalacsonyabb értékeket eredményezték. Jogos tehát a megállapítás, mely szerint a közel negyedszázaddal ezelőtti és a jelenlegi fejlettségi szint és fejlődési ütem nem változott figyelmen érdeklően

A lányoknak 4–6 százalékponttal fejlettebb a besorolási készsége. A jeles és az elégséges tanulmányi eredményű tanulók közötti különbség évfolyamonként 19–33 százalékpont között változik, átlagosan 23 százalékpont. A budapesti és a kisközségi tanulók közötti különbség 2–11, átlagosan 6,6 százalékpont.

Következtetés: A tárgyi tudás tanításának, tanulásának ennyi a spontán fejlesztő hatása. A negyedszázadnyi változatlanság azt jelzi, hogy a tartalomorientált iskola többre nem is képes. Az a tény viszont, hogy már a negyedik évfolyam végén létezik 3 százaléknyi tanuló, akikben a szóban forgó készség optimális használhatósággal működik, arra enged következtetni, hogy elvileg minden ép értelmű felnővekvőben optimális szintre fejlődhetne ez a készség. A feladatelemenkénti elemzés és a besorolás részkészségeinek szélsőségesen nagy fejlettségbeli különbségei a szóba jöhető tennivalókra is utalnak.

Definiálás

A felmérésben résztvevőknek hat definíciót kellett megfogalmazni megadott elemekből. A 3. táblázat sorszámainak megfelelően: 4. három kapcsolatos jegy; 5. három választó jegy; 6. négy 'kapcsolatos-választó' jegy; 7. négy 'választó-kapcsolatos' jegy; 8. négy 'kapcsolatos-választó-kapcsolatos' jegy; 9. négy 'választó-kapcsolatos-választó' jegy. (Lásd az 1. táblázatot és az előző fejezetet.) Minden definíciót három szempont szerint értékeltünk. *a)* Helyesen használta-e fel a megadott nemfogalmat (univerzumot)? *b)* Felhasználta-e valamennyi megadott jegyet, és csak azokat használta-e? *c)* A jegyek közötti viszonyokat a megadottak szerint alkalmazta-e? Előbb az általános hibatípusok, majd a három szempont szerinti fejlődést tekintjük át.

3. táblázat. Definiálás. Feladatelemenkénti fejlődés, %

A feladat sorszáma		4.	5.	6.	7.	8.	9.
A feladatok jegyek szerinti típusa		<i>három K jegy</i>	<i>három V jegy</i>	<i>négy K-V jegy</i>	<i>négy V-K jegy</i>	<i>négy K-V-K jegy</i>	<i>négy V-K-V jegy</i>
Feladatelem		<i>a b c</i>	<i>a b c</i>	<i>a b c</i>	<i>a b c</i>	<i>a b c</i>	<i>a b c</i>
Gimnázium	10.	77 82 79	81 82 76	85 80 54	79 76 60	75 82 70	76 80 53
Szakközépiskola	10.	71 72 72	65 65 61	72 65 34	65 56 41	61 63 51	61 62 34
Szakiskola	10.	46 39 39	38 35 33	41 31 12	37 23 24	36 29 19	32 25 09
Középiskolák együtt	10.	68 68 67	65 64 61	70 63 37	64 56 42	60 62 51	60 60 35
Általános iskola	8.	74 71 69	67 65 60	75 65 37	69 57 41	65 63 49	63 61 33
Általános iskola	6.	61 57 57	49 51 48	51 51 26	51 42 28	47 46 37	49 46 21
Általános iskola	5.	57 53 52	45 46 42	51 47 23	47 37 22	42 42 30	45 40 17
Általános iskola	4.	57 50 48	40 44 50	48 43 20	42 33 18	39 36 23	38 35 13

K = kapcsolatos, V = választó

A 4. évfolyamba járók körében leggyakoribb hibatípus a konfabulálás: a tanulónak az elolvasottak alapján eszébe jut valamely ismert növény vagy állat, és arra vonatkozó közlését fogalmazza meg. Ez azt jelzi, hogy nem értette meg a feladatot. Ez a hibatípus a nyolcadikosok körében csak ritkán fordul elő, és szinte kizárólag csak az elégséges és közepes tanulók körében, a tizedikes gimnazistáknál pedig már megszűnik ez a hibatípus. A másik általános hiba a csonka definíció. A megadott jegyek alapján rá akarnak jönni, hogy melyik ismert, tanult állatról lehet szó, és annak nevét írják be nemfogalom-

ként (jegyeket egyáltalán nem használják). A fejlődés az előző hibatípushoz hasonlóan alakul. Említést érdemlő gyakorisággal minden évfolyamon előfordul az 'egy' hibás használata abban az értelemben, mely szerint egy adott egységről (állatról, növényről) van szó. Holott nem egy individuumot, hanem azok egy fajtát, fajtáját kellene definiálni.

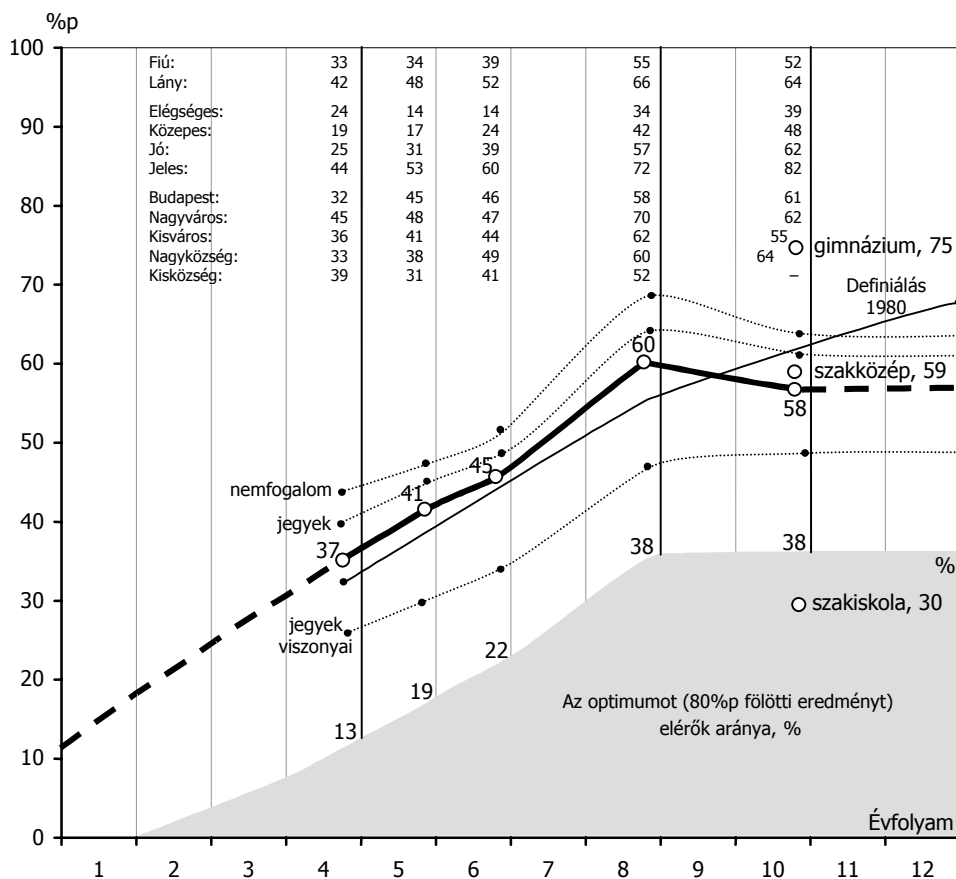
Az *a) feladatelem*, vagyis a megadott nemfogalom helyes felhasználása a 4. sorszámú (a legkönnyebb) feladatban a negyedik évfolyam végén 57, a nyolcadikosok körében 74, de még a tizedikes gimnazistáknál is csak 77 százalék. Minél komplexebb a megfogalmazandó definíció, annál kevésbé sikeres a nemfogalom helyes felhasználása. A 4. feladatban 57, a 9-ben (a legkomplexebben) márcsak 38 százalék a jó megoldás aránya. A nyolcadikosok esetében ugyanezeknek a feladatelemeknek az eredménye 74, 63 százalék. Kivételt képeznek a tizedikes gimnazisták, akiknél ezt a nagyon egyszerű részfeladatot már nem zavarja a teljes feladat nagyobb komplexitása.

A *b) feladatelem* a megadott jegyek és csak azok felhasználását igényelte. A 4. sorszámú legkönnyebb feladata esetén a *b) feladatelemet* a negyedikesek 50, a nyolcadikosok 71, a gimnazisták 82 százaléka oldotta meg helyesen. A feladat komplexitása ebben az esetben is zavarja a jegyek helyes felhasználását: 50 százalékról 35-re, 71-ről 61-re csökken, a 9. feladat b) elemében a jó megoldók aránya. A gimnazistákat a megadott jegyek helyes felhasználásában már nem zavarja a definíció komplexitásának növekedése (lásd a 3. táblázat első sorában: 4b és 9b).

A *c) feladatelem* megoldása a jegyek közötti viszony megfogalmazása. Ha a 3. táblázatban összehasonlítjuk a 4. feladat és az 5. feladat *c) feladatelemeit*, a két oszlop adatai között csak szerény különbséget láthatunk a 4. feladat javára. Ez azt jelenti, hogy a három jegy kapcsolatos és választó (kizáró vagy) viszonyának felismerése és megfogalmazása hasonló szinten működik és fejlődik. E két feladat *c) feladateleme* általában nehezebb az *a)* és *b) feladatelemnél*, de nem sokkal. Gyökeresen megváltozik a helyzet, ha a jegyek viszonya vegyes. Vagyis kapcsolatos és választó viszony is szerepel a definícióban. A 6–9. feladat négy jeggyel a vegyes viszony különböző változatainak megfogalmazását kéri. E feladatok *c)* oszlopaiban szereplő adatok azt mutatják, hogy az eredmény negyedére, harmadára, esetenként felére csökken az *a)* és *b) feladatelemekhez* viszonyítva. Érdemes a helyzet szemléltetéséül a 9. feladat *c) feladatelemét* kiemelni. Ebben az esetben a négy jegyből kettő viszonya választó és a másik kettőé is. E két jegypár közötti viszony pedig kapcsolatos. Ezt a viszonyrendszert a negyedikesek 13, a nyolcadikosok 33, a tizedikes gimnazisták esetében pedig 53 százalékuk volt csak képes felfogni és kifejezni. A tizedikes szakiskolásoknak pedig mindössze 9 százaléka, ami a negyedikes tanulók eredményénél is jóval alacsonyabb.

A definiálás készsége a tantárgyi tartalmak spontán fejlesztő hatásának eredményeként az általános iskolában évente hat százalékpontnyival fejlődik. A negyedik évfolyam végén elért 37 százalékpontos szint a nyolcadik osztály végéig 60-ra növekszik. A középiskolák nem járulnak hozzá ennek a készségnek a fejlődéséhez. A tizedikes gimnazisták 75 százalékpontos eredménye szintén annak köszönhető, hogy ide a legfejlettebbek iratkoznak be. A szakiskolások definiáló készségének rendkívül alacsony (a negyedikesekénél számottevően alacsonyabb) fejlettsége is a szelekció következménye. A közel negyedszázaddal ezelőtti felmérés hasonló fejlettségi szintet mutat (az általános iskola utáni stagnálás azért nem látható, mert az érettségi előtt álló tanulók között az akkori

szakmunkás tanulók nem szerepeltek). A definiálás három alapvető jellemzőjének, a nemfogalom és a jegyek alkalmazásának, valamint a jegyek közötti viszonyok felismerésének, kifejezésének részkészségei szemléletesen mutatják a feladatelemenkénti elemzés összesített eredményeit. A definiálás készségének optimális fejlettségét a negyedikesek 13, a nyolcadikosok 38 százaléka éri el, ezt követően nincs fejlődés.



2. ábra
A definiálás készségének fejlődése, %p

Következtetés: A tantárgyak oktatása nagyon sok fogalom megismerését, megértését, elsajátítását szolgálja. Ennek eszközeként a pedagógus nap mint nap definíciókat, meghatározás jellegű leírásokat, jellemzéseket, magyarázatokat használ. Ezeket a tanulók akkor értik meg, ha ismerik a felhasznált nemfogalmat és a sajátosságokat jellemző absztrakt fogalmakat, jegyeket. E tárgyi előfeltételtudás mellett a megértésben döntő szerepe van a definíciószerű mondatok szerkezetének (az ilyen mondatsémáknak). Ezekben belül (mint láttuk) a jegyek viszonyrendszerének, a nyelvi burokkban implicite jelen lévő há-

romféle kétváltozós logikai műveletnek, igazságmátrixuk implicit működésének döntő szerepe van a jegyek viszonyainak felismerésében, kifejezésében, és ezáltal a közölt információk felfogásában, megértésében, a tanulás eredményességében, az alkalmazásban. A 8. évfolyam végéig a tanulóknak csak mintegy a harmada jut el az optimális használhatóság szintjéig, holott az optimális használhatósággal rendelkező 13 százaléknál negyedikes tanuló esete arról tanúskodik, hogy ez az alapkészség fejleszthető. A tantárgyi tartalmak spontán fejlesztő hatásával azonban csak ennyi érhető el.

Felosztás

A feladatban adva van hat lepke 3–5 tulajdonsága, ezeket kell szétválogatni, felosztani. Az egyik felosztást a lepkék színe szerint, a másikat nagyság szerint kell elvégezni. Az ötrekeszes dobozok rekeszeire kell felírni a lepkék színeit (színekből négyféle van, vagyis egy rekesz üresen marad), a másik dobozra pedig a háromféle nagyságot (vagyis két rekesz marad üresen). Minden lepkéről el kellett döntenit, hogy melyik rekeszbe tartozik (a megfelelő szám bekarikázásával). Meg kellett találni a részhalmazok jegyeit, majd el kellett végezni a lepkék besorolását. Minden rekesz, részhalmaz egy tulajdonsággal jellemzett, a definíció egyjegyű lenne. Ennélfogva a fogalmi halmazképzés, a besorolás a lehető legegyszerűbb: egyetlen jegy alapján végzendő el. Ez teszi lehetővé, hogy a felosztás készségének működése minél kevésbé függjön az eddig tárgyalt készségek komplexitásától. (A fenti készségek mérésére többek között azért nem használtunk egyjegyű fogalmakat, mert a felosztásnál ilyenek szerepelnek.) Az *a) feladatelem* azt értékeli, hogy sikerült-e kiemelni és beírni valamennyi részhalmaz jegyét, vagyis eredményes volt-e a felosztás. A *b) feladatelemmel* pedig azt értékelhetjük, hogy sikerült-e valamennyi lepkét besorolni a felosztással kapott részhalmazokba. Ez arra ad választ, hogy a tanuló tudja-e használni a felosztással létrehozott összetett fogalmat.

4. táblázat. Fogalmi felosztás. Feladatelemenkénti fejlődés, %

Feladat		10.	11.
Feladatelem		a b	a b
Gimnázium	10.	83 76	85 79
Szakközépiskola	10.	70 60	70 62
Szakiskola	10.	43 32	44 35
Középiskolák együtt	10.	69 60	70 62
Általános iskola	8.	62 51	64 55
Általános iskola	6.	41 34	42 36
Általános iskola	5.	38 30	38 32
Általános iskola	4.	34 25	34 25

Mielőtt a 4. táblázatban olvasható adatok értelmezésére rátérnék, felhívom a figyelmet egy sajátos hibatípusra. Azért szerepel a szükségesnél több rekesz, mert ha pontosan annyi rekeszünk lenne, mint amennyi részhalmaz szóba jöhet az adott szempont szerint, akkor eleve megoldott az egyik részfeladat, mely szerint a felosztást elvégzőnek tisztázni

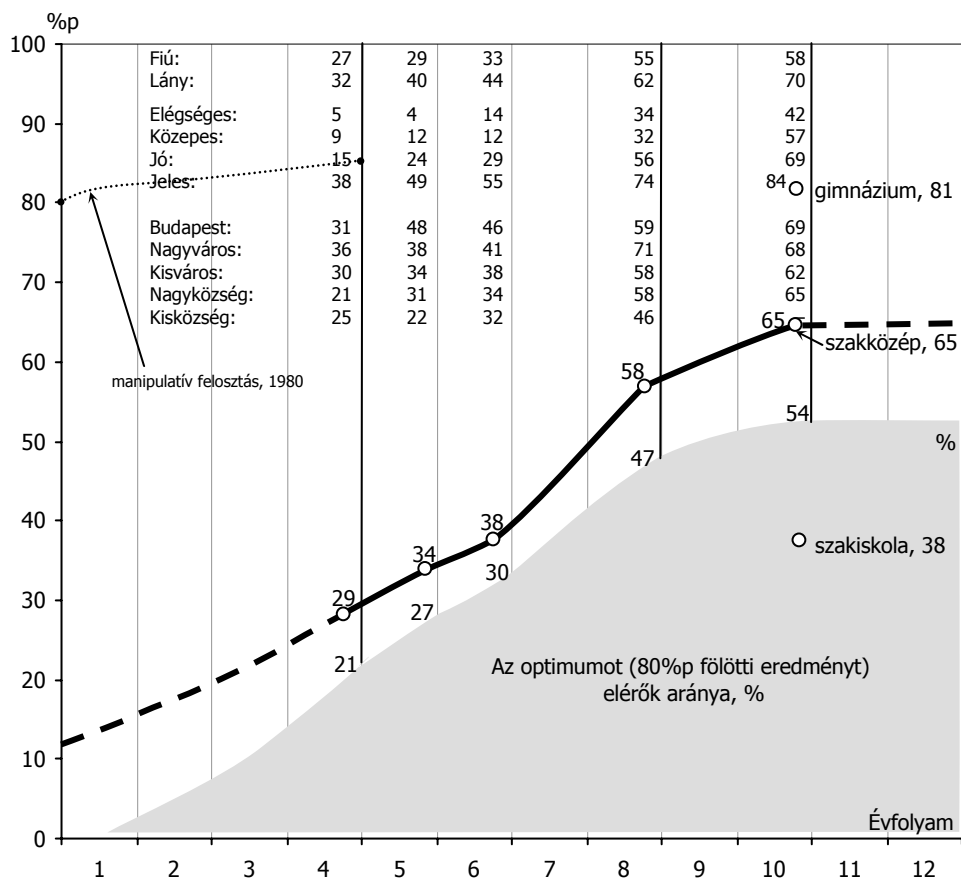
kell a részhalmazok mennyiségét. A típushiba esetén a tanuló kitöltötte mind az öt cellát. Ezt leggyakrabban úgy tette, hogy valamelyik oda illő jegyet ismételten felhasználta, két vagy több azonos részhalmazt hozott létre. Ez a típushiba azt jelzi, hogy aki ezt elköveti, nem érti a feladatot, fogalma sincs, hogy mit kellene tenni. Ezt a típushibát tömegesen az alsóbb évfolyamokon és főleg az elégséges, közepes tanulók követték el. Jóval ritkábban fordult elő a szemponthoz nem illő jegy beírása.

A felosztás két feladata szerveződését tekintve azonos, csak a felosztás szempontja és a jegyek száma szerint különbözik. A szempontok és a jegyek pedig a lehető legismertebbek (alapszínek és méretek: kicsi, közepes, nagy). Ebből az következik, hogy a két feladat egymás kontrollja lehet. (Egynél több feladatra azért van szükség, mert a két feladatelem nagyon kevés). A hipotézis szerint a megoldás eredményei számottevően nem különbözhetnek egymástól. Amint a 4. táblázat mutatja, a 4. tanév végén a tanulók 34 százaléka tudta megoldani az *a) feladatelemet* mind a 10. mind a mind pedig a 11. feladatban. A nyolcadikosok aránya 51, 55; a gimnazistáké 83, 85 százalék. A *b) feladatelem* esetén ugyanezek a kategóriák: 25, 25; 62, 64; 76, 79. A b) feladatelem lényegesen nehezebb, mint az a), annak ellenére, hogy egyjegyű besorolásokat kellett végezni, ezért a jegyek közötti viszony nem okozott problémát. Ez a tény a magyarázata annak, hogy az előbbi három készségnél a fogalmi felosztás jóval komplexebb ugyan, az eredmények mégsem alacsonyabbak. Ha olyan felosztást kellene végezni, amelynek részhalmazai egynél több jeggyel jellemzendők, akkor a jegyek viszonyainak problémája jóval nehezebbé tenné a felosztást. Tekintettel arra, hogy a jegyek viszonyainak problémáját különválasztva már megismertük, pedagógiai szempontból ettől függetlenül célszerű a felosztás készségének elsajátítási folyamatát megismerni. Tudni kell azonban, hogy többjegyű felosztás esetén lényegesen alacsonyabb eredmény várható.

A 3. ábra bal felső sarkában látható egy görbe, amely a manipulatív (perceptuális, szenzomotoros) felosztás készségének fejlettségét mutatja. E szerint az iskolába lépéskor ennek a készségnek az átlagos fejlettsége 80 százalékpont. Vagyis észlelhető dolgok (egységek) felosztását, csoportosítását már az óvodások többsége is eredményesen végzi. Ettől eltérően a fogalmi felosztás készségének átlagos fejlettsége a 4. évfolyam végén mindössze 29, a 8. évfolyam végén pedig 58 százalékpont. Az átlagos fejlődéshez képest viszonylag magas az optimális használhatóságot elérők aránya. A 4. évfolyam végén 21, a nyolcadik végén 47 százalék. Ennek feltehetően az az oka, hogy vannak akik egyáltalán nem képesek fogalmi felosztás végezni, akik viszont felfogják, hogy mit kell tenni, jól megoldják a feladatot, mivel az egyjegyűség következtében a jegyek viszonyának problémájával nem kell szembesülniük.

Az eddigi készségektől és a további két készségtől eltérően a fogalmi felosztás készsége a 8. évfolyam után nem stagnál, hanem a 10. évfolyam végéig 7 százalékponttal javul. Ennek nagy valószínűséggel az a magyarázata, hogy a szakiskolások készségének fejlettsége nem a 4. évfolyamosok szintjén van, mint a többi készség esetében, hanem annál jóval (9 százalékponttal) magasabb. A szakiskolások ugyanis szakmájuknak megfelelően szakadatlanul mindenféle dolgok felosztását, csoportosítását végzik, használják. Ez azonban az esetek többségében nem tisztán perceptuális, manipulatív szint, ugyanis a részhalmazokba tartozó dolgok megnevezettek, fogalmi szinten is ismertek. Az ilyenfajta felosztás nem tisztán fogalmi, de közel áll ahhoz. A szakiskolások feltehetően ezért

nem rekedtek meg a negyedikesek szintjén. A 10. évfolyam végén az optimális használhatóságot elérők aránya is feltehetően e miatt magasabb (7 százalékkal).



3. ábra
A fogalmi felosztás készségének fejlődése, %p

Következtetés: Az egyjegyű fogalmi felosztás készségének fejlettsége a rendszerezési képesség többi készségéhez hasonló szintű fejlődést mutat. Gyakorlatilag azonban a felosztások, az összetett (a gyűjtő- és tagoló) fogalmak részfogalmi általában többjegyűek. Ennek következtében a jegyek viszonyaival is szembesülni kell. Ez pedig a korábban tárgyalt három kétváltozós logikai művelet és igazságmátrixainak alacsony szintű implicit működése miatt a többjegyű felosztás készségének eredményes használatát számottevően hatástalanítja. Vagyis ismét a jegyek viszonyainak problémájával szembesültünk.

Fogalmi sorképző osztályozás

A sorképzés (*seriation*) kettőnél több dolog (egység) rangsorba rendezése (a rendezési reláció előírásai szerint). Ha a rangsorba rendezendő egységek nem individuumok, hanem halmazok, halmazfogalmak (általános fogalmak), akkor a rangsorba rendezés *sorképző osztályozás*: halmazok (fogalmak) egymásba skatulyázása (ágyazása). A legelső, legelső egység individuum is lehet (például 'a Bodri \subset kutya \subset gerinces \subset emlős \subset állat').

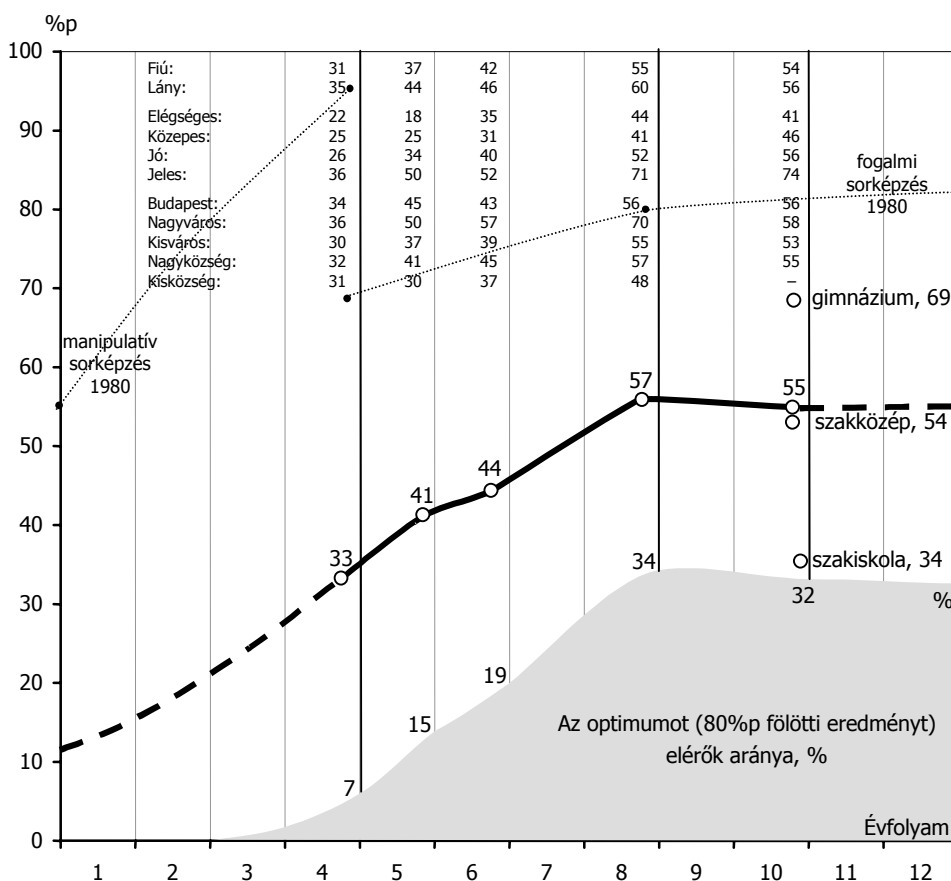
A sorképző osztályozási készség fejlődésének mérésére két feladat szerepelt a tesztben. A 12. feladat három, a 15. pedig öt halmaz egymásba sorolását kérte. Az egymásba tartozás mondattal adott, és alatta véletlen sorrendben szerepeltek az egymásba sorolandó egységek nevei. Ezeket kellett beírni egymásba foglalt négyszögekbe (lásd még az első és második fejezet sorképzésről és sorképző halmazba sorolásról szóló bekezdéseit).

5. táblázat. Fogalmi sorképző osztályozás. Feladatelemenkénti fejlődés, %

Feladat		12.			13.				
Feladatelem		a	b	c	a	b	c	d	e
Gimnázium	10.	66	87	63	73	56	80	61	63
Szakközépiskola	10.	51	72	48	66	38	65	44	44
Szakiskola	10.	33	51	33	63	13	38	22	21
Középiskolák együtt	10.	53	73	50	68	40	65	46	46
Általános iskola	8.	56	69	51	73	46	65	49	49
Általános iskola	6.	42	56	39	66	31	51	35	36
Általános iskola	5.	38	50	36	69	27	42	32	31
Általános iskola	4.	30	36	31	64	19	37	25	21

Az alsóbb évfolyamokon gyakori típushiba, hogy az instrukcióban szereplő sorrendben bemásolták a szavakat az egymásba foglalt négyszögekbe. Itt is előfordul a konfabulálás: az instrukcióban olvasottak hatására a tanuló felidéz általa ismert fogalmakat és azokat írja be. A felsőbb évfolyamokon (kivéve a szakiskolásokat) az ilyen típusú hibák ritkán fordulnak elő. Leggyakoribb hiba a megadott fogalmak hibás sorrendű beírása. Ebben az esetben egy-egy fogalom véletlenszerűen jó helyre kerülhet. Ennek ellenére nyilvánvaló, hogy az ilyen eredményt produkáló tanulóban (az előző típushibákat elkövetőkhöz hasonlóan) nem működik ez a készség, azt sem érti, mit kellene tennie. Tekintettel arra, hogy a sejtetően véletlenül jó helyre kerülő fogalmak jó megoldásnak számítanak, a készség fejlettsége valamivel alacsonyabb szintű lehet, mint amit az 5. táblázat és a 4. ábra adatai mutatnak. Ami a feladatelemenkénti eredményeket illeti, az adatok nem igényelnek magyarázatot. Kivéve a 13. feladat a) feladatelemének kiugróan magas értékeit. Ebben a feladatban individuum is szerepelt, amire vonatkozóan azt kellett felismerni, hogy a legszűkebb négyszögbe kell beírni.

A 4. ábra felső részében látható az 1980-ban felmért manipulatív és fogalmi sorképzés készségének fejlődése. A manipulatív sorképzés átlagos fejlettsége már az iskolába lépéskor 55 százalékpont, a 4. évfolyam végéig szinte minden esetben optimális szintre fejlődik. A fogalmi sorképzés (szavakkal megnevezett tárgyak megadott szempont szerinti sorba rendezése) készsége a 4. évfolyam végéig gyors fejlődés eredményeként elért közel 70 százalékpontos szint után a fejlődés lelassul, majd a 8. évfolyam után stagnál. Ha a sorképzést halmazok egymásba sorolására használjuk, akkor az ábrán látható lényegesen alacsonyabb szintről átlagos fejlődést kapunk. Az eredmények hasonlítanak az előzőekben vizsgált készségek fejlődéséhez, az ábra adatainak olvasói értelmezéséhez nincsen szükség további információkra.



4. ábra
A fogalmi sorképző osztályozás készségének fejlődése, %p

Következtetés: A készség működésének az a jellegzetessége, hogy vagy működik, és akkor mind a nyolc elem jó (elteljesítve az elírásoktól), vagy nem működik, és akkor csak

véletlenszerűen adódnak jól megoldott feladatelemek. Ennek az lehet az oka, hogy a sorképzés már korábban magas szintre fejlődött. A sorképző osztályozás érdekében ezt lehet alkalmazni. Aki megérti, hogy mire kell használni a rangsorolás készségét, az általában jó megoldást ad, aki nem, az nem tudja a feladatot megoldani.

Hierarchikus osztályozás

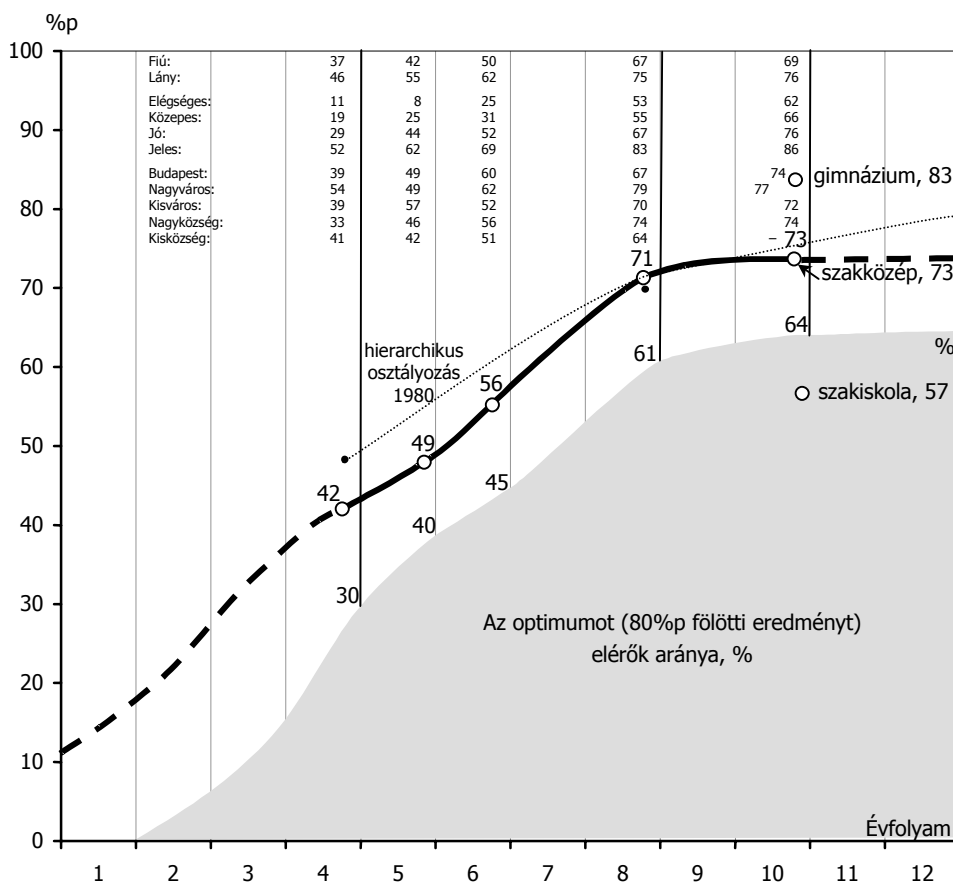
A felosztás kétszintű szerveződés: az első szint az alaphalmaz (a felosztott fogalom), a második szint a felosztás eredményeként létrejövő részhalmazok (részfogalmak) rendszere. A hierarchikus osztályozás azt jelenti, hogy a részfogalmak közül legalább egyet szintén felosztunk, vagyis legalább háromszintű szerveződés jön létre. A hierarchikus fogalmak leggyakrabban három vagy négyszintű szerveződések. A tesztben szereplő feladat hat lepkefajta hierarchikus osztályozását kéri. A hatféle lepke közül öt két-két jeggyel jellemzett, egy lepkefajta pedig egy jeggyel. E jegyek alapján kellett megtalálni az első felosztás három részhalmazát megnevező közös jegyet (csak egy-egy jegyet!). Ezt követően az így kapott részhalmazokat kellett a jegyek alapján felosztani (a három közül csak kettőt). Rá kellett jönni azonban, hogy melyik kettőt. A három részhalmaz mindegyike három üres vonalat kínál, amelyekre rá kellett írni az egyik részhalmaz három további részhalmazát, a másik három vonalra kettőt, a harmadikat nem lehetett felosztani, üresen kellett hagyni mindhárom vonalat. A megoldás akkor jó, ha a megfelelő vonalakra a megfelelő egy-egy jegy került, és az üresen hagyandó vonalakra nem írtak semmit. Összesen 12 feladatelemre lehetett egy-egy pontot kapni.

6. táblázat. Hierarchikus osztályozás. Feladatelemenkénti fejlődés, %

Feladat		14											
Feladatelem		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Gimnázium	10.	94	90	83	82	85	84	84	83	79	79	79	79
Szakközépiskola	10.	82	81	75	72	73	74	72	72	68	69	69	69
Szakiskola	10.	66	64	59	57	59	59	58	58	50	51	49	50
Középiskolák együtt	10.	83	81	74	72	74	74	73	73	68	69	68	68
Általános iskola	8.	81	78	73	71	73	73	71	71	65	66	65	66
Általános iskola	6.	66	65	61	56	57	57	56	56	49	52	50	51
Általános iskola	5.	60	59	55	49	51	51	49	52	40	44	43	43
Általános iskola	4.	52	50	46	42	43	43	41	40	35	37	36	37

Azt várhatnánk, hogy a hierarchikus osztályozás komplex feladata a legnehezebb. Az adatok ennek ellenkezőjét mutatják. A 4. évfolyam végén a 12 feladatelemet jól megoldók aránya 36–52 százalékon belül változik. A 8. évfolyam végén már 66–80 százalék ez az érték, a jó megoldást adó tizedikes gimnazisták aránya pedig 79–94 százalék. Ennek főleg az a magyarázata, hogy a súlyos problémákat okozó jegyek közötti viszony nem kapott szerepet, továbbá az, hogy az instrukcióban nem lehetett a megoldandó fel-

adat jó körülhatárolását mellőzni. Ez sokat segített a megoldásba. E nélkül azonban nem tudták volna a tanulók, hogy mit kell tenni. Ugyanis a tanulók önállóan nem szoktak hierarchikus osztályozást végezni. Az a)–c) feladatelem adatai mutatják az első felosztás eredményét. Mint látható, ezek a feladatelemek valamivel könnyebbek voltak a többinél. A d)–h) feladatelemek a következő szintű felosztás elvégzésének az előzőeknél kicsivel alacsonyabb eredményét mutatják. Végül az i)–l) feladatelemek adatai arról adnak számot, hogy a tanulók mekkora hányada ismerte föl: az egyik részhalmaz csak két további részhalmazzal osztható fel (vagyis egy sort üresen kell hagyni). Továbbá a három részhalmaz közül az egyik a jegyek alapján nem osztható fel (vagyis mindhárom sornak üresen kell maradnia).



5. ábra

A hierarchikus osztályozás készségének fejlődése, %p

Az 5. ábra legfontosabb jellemzője, hogy a hierarchikus osztályozás nemcsak az elemenkénti eredményeket és az ábrán szemléltetett átlagot tekintve bizonyult a legjobban

működő készségnek, hanem az optimális használhatóságot elérő tanulók aránya is a legmagasabb. A többi készséghez képest kapott magasabb fejlettségre az előző bekezdésben már próbáltam némi magyarázatot adni. Az ábrán látható vékony pontsorról szemléltetett felmérés eredményét is érdemes megfontolás tárgyává tenni. Az 1980-ban elvégzett kutatás eredményét formálisan nem lehet ugyan összehasonlítani a 2003-as adatokkal, de az a következtetés megkockáztatható, hogy lényeges változás ennek a készségnek a fejlődésében sem következett be az elmúlt közel negyedszázad alatt. Nem véletlenül kaptunk hasonló szintű, hasonlóan lejátszódó fejlődési folyamatot.

Következtetés: A hierarchikus osztályozás készségének viszonylag magas átlagos fejlettsége és az optimumot elérők magas aránya többek között annak köszönhető, hogy a jegyek viszonya nem szerepelt (a felosztások egyjegyűek voltak). Továbbá az instrukciók kényszerűen segítők. Ez azt jelzi, hogy a tantárgyi tartalmak rendszerezésekor a hierarchikus osztályozás (például fagráffal szemléltetve) a tanulók többsége számára felfogható, de valóságos hierarchikus felosztást a szükséges tárgyi ismeretek birtokában segítő instrukciók nélkül nem tudnának elvégezni. Különösen akkor nem, ha a felosztások több jegy, vagyis a jegyek közötti viszonyok figyelembevételével lennének elvégzendők.

4. A rendszerező képesség kritériumhoz viszonyított fejlődése

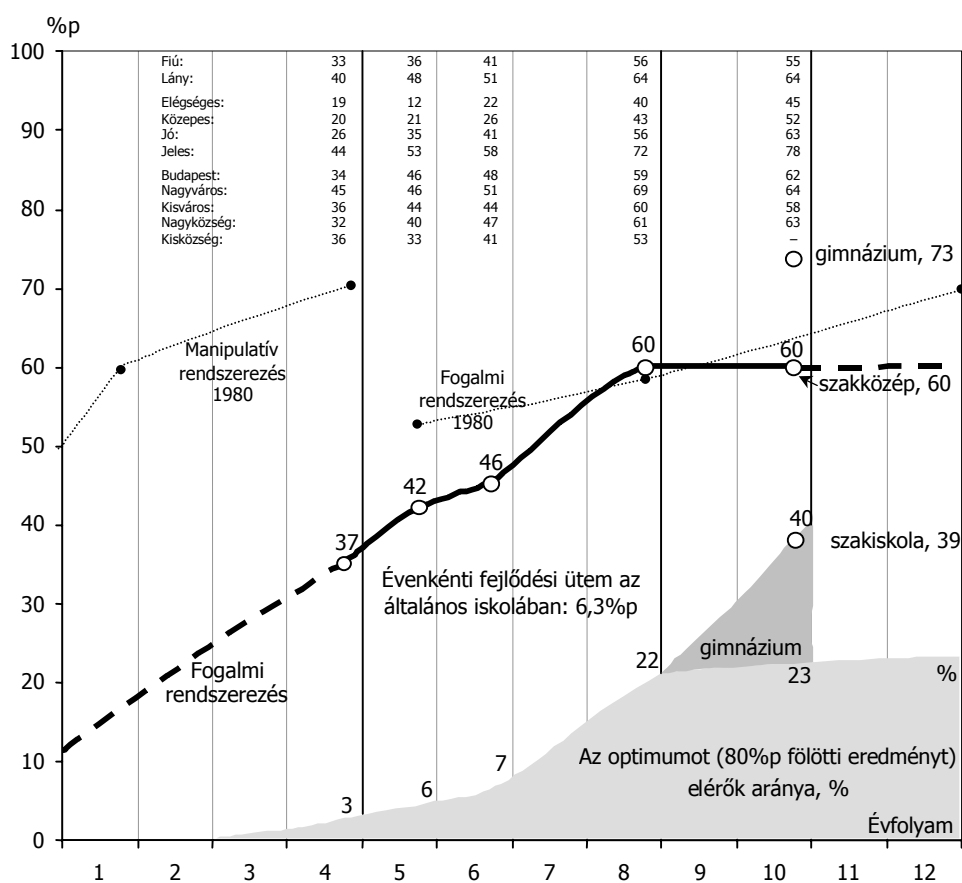
Ha az eddig vizsgált 6 rendszerező készség 14 feladatának 50 feladatelemét együtt tekintjük, vagyis az egész tesztben elért pontok számát (a nyerspontot) viszonyítjuk a maximálisan elérhető 50 ponthoz (százalékpontban kifejezve a nyerspont kétszerese = %p), akkor a rendszerező képesség fejlettségéről, fejlődéséről kaphatunk képet.

Átlagos fejlődés

A 6. ábra adatai azt szemléltetik, hogy a tantárgyi tartalmak spontán fejlesztő hatása milyen eredménnyel, következményekkel jár. Az ábra bal felső részében látható görbe a manipulatív (perceptuális, szenzomotoros) rendszerező képesség fejlődésének 1980-ban mért helyzetét mutatja. Ezek szerint az iskolába lépő gyerekek 50 százalékpontos átlagos fejlettsége a 4. évfolyam végéig 70 százalékpontra növekedett. A fogalmi szinten működő rendszerező képesség viszont csak öt évvel később jutott el az 50 százalékpont körüli szintre, és a 70 százalékpont körüli átlagos fejlettséget csak az érettségi előtt álló tanulók érték el.

A 2003. évi mérés eredményei szerint az általános iskolában a tantárgyi tartalmak spontán fejlesztő hatásának eredményeként egyenletes fejlődés tapasztalható, ami a 8. évfolyam végéig eléri a 60 százalékpontot, az 1980-ban mért szintet. A teljes középiskolás korú népességben ez az alapvető képesség nem fejlődik tovább, hanem az addig elért szinten marad, stagnál. Az 1980-as mérés eredményét mutató görbe azért emelkedő, mert a 12. évfolyamosok nem tartalmazzák a szakiskolásokat (hiszen azok egy évvel korábban befejezték tanulmányaikat). Az ő eredményeikkel együtt ezt a stagnáló eredményt kaptuk volna, ami azt jelzi, hogy a felnövekvő generációk 60 százalékpont körüli

átlagos fejlettségű rendszerező képességgel lépnek ki az életbe, és a felsőoktatásban részesülők kivételével ezen a szinten élik le az életüket. A gimnazisták és a szakiskolások közötti szakadékszerű különbség nem a középfokú képzés következménye, hanem abból adódik, hogy az általános iskola után eleve a fejlettebb készségekkel rendelkezők tanulnak tovább. Ezt figyelembe véve, a középfokú iskolatípusok semelyikében sem fejlődik tovább a rendszerező képesség.



6. ábra
A fogalmi rendszerező képesség fejlődése, %p

A rendszerező képesség a 8. évfolyamból és a középiskolákból kilépők mindössze 22–23 százalékában fejlődik optimális használhatóságúvá. A tizedikes gimnazisták körében ez az arány 40 százalék. Feltehetően e vonatkozásban is a stagnálás jellemző az előző bekezdésben említett okok miatt. Pedagógiai szempontból rendkívül fontos az a tény, hogy már a 4. évfolyam végén létezik 3 százaléknyi tanuló (arányuk a 6. évfolyam

végéig 7 százalékra növekszik), akikben optimális szinten működik ez a készség (ők csaknem kivétel nélkül kitűnő tanulók).

Az általános iskolában 6 százalékpont körüli az átlagos fejlődés évenkénti üteme. Ez azt jelenti, hogy a tantárgyi tartalmak spontán fejlesztő hatásával az átlagos tanulónak hatéves kora után mintegy 14 esztendőre lenne szüksége ahhoz, hogy a rendszerező képessége optimális használhatóságúvá fejlődjön, a gyorsabban fejlődő tanulóknak ennél természetesen jóval kevesebb, a lassabban fejlődőknek pedig sokkal több időre volna szükségük.

A 6. ábra felső részében három háttérváltozó adatai olvashatók. Ilyen adatok az előző ábrákon is szerepeltek, de azokat nem elemeztük. Most az átfogó adatok birtokában érdemes rögzíteni néhány tény. Említést érdemel, hogy a fiúk rendszerező képessége átlagosan 9 százalékponttal fejletlenebb, mint a lányoké. Ez másfél évnyi fejlettségbeli különbség a két nem között. Ugyanakkora a rendszerező képesség fejlettségének különbsége a budapesti és a kisközségi tanulók között.

Ami a tanulmányi eredményt illeti, a jeles tanulókhöz viszonyítva a jó tanulók rendszerező képességének fejlettsége 17, a közepeseké 29, az elégségeseké pedig átlagosan 33 százalékponttal alacsonyabb. E különbségek években kifejezve ebben a sorrendben: 2,8, 4,8 és 5,5 esztendő. A rendszerező képesség tanulmányi eredmények szerinti hatalmas fejlettségbeli különbségei arra engednek következtetni, hogy minél eredményesebb a tantárgyi tartalmak elsajátítása, annál nagyobb a rendszerező képesség fejlődését elősegítő spontán hatás. A tény azonban ugyanakkor az, hogy lehetetlen mindenkinek jeles szinten megtanítani a tananyagot, vagyis a spontán fejlesztő hatástól többet nem remélhetünk: ezt értük el negyedszázaddal ezelőtt is és ez várható a jövőben is. Arról már nem is beszélve, hogy a spontán fejlesztő hatásnak köszönhetően a jeles tanulók is csak 72 százalékpontos eredményt érhetnek el, ami azt jelenti, hogy csak mintegy a 40 százalékukban fejlődött optimálisan használható szintre a rendszerező képesség. Mivel a tartalmak spontán fejlesztő hatása igen jelentős, de nem elegendő, ezért az eddig megszokottól eltérő megoldásra, az úgynevezett tartalomba ágyazott kritériumorientált szándékos fejlesztésre van szükség (erről lásd e tanulmány negyedik bekezdésében felsorolt szakirodalmat, valamint a *Pedagógiai tanulságok* című részt).

A különbségek alakulása

A tanulók közötti különbségek helyzetéről, alakulásáról az előző rész adatai alapján már van némi képünk. A kritériumorientált fejlesztés érdekében azonban a szokástól eltérő jellegű és részletesebb ismeretekre van szükség. Ezt a célt szolgálja az úgynevezett elsajátítási szintek kidolgozása, amelynek köszönhetően minden egyes tanulóról megállapítható, hogy hol tart a fejlődésben, az optimális használhatóság eléréséig mit kell még tenni, milyen utat kell még bejárni az optimális elsajátításig.

Ennek *kiinduló feltétele*, hogy a szóban forgó készség, képesség mérésére olyan értékelő eszközzel rendelkezünk, amely lefedi annak alapvető, koherens rendszert alkotó összetevőit, és ezáltal alkalmas az analitikus diagnózisra, továbbá arra, hogy az elsajátítás kezdetétől az optimális szint eléréséig vagy a stagnálás bekövetkeztéig mérni lehessen vele. (Nem alkalmazható a klasszikus tesztelmélet szabálya, mely szerint a többség

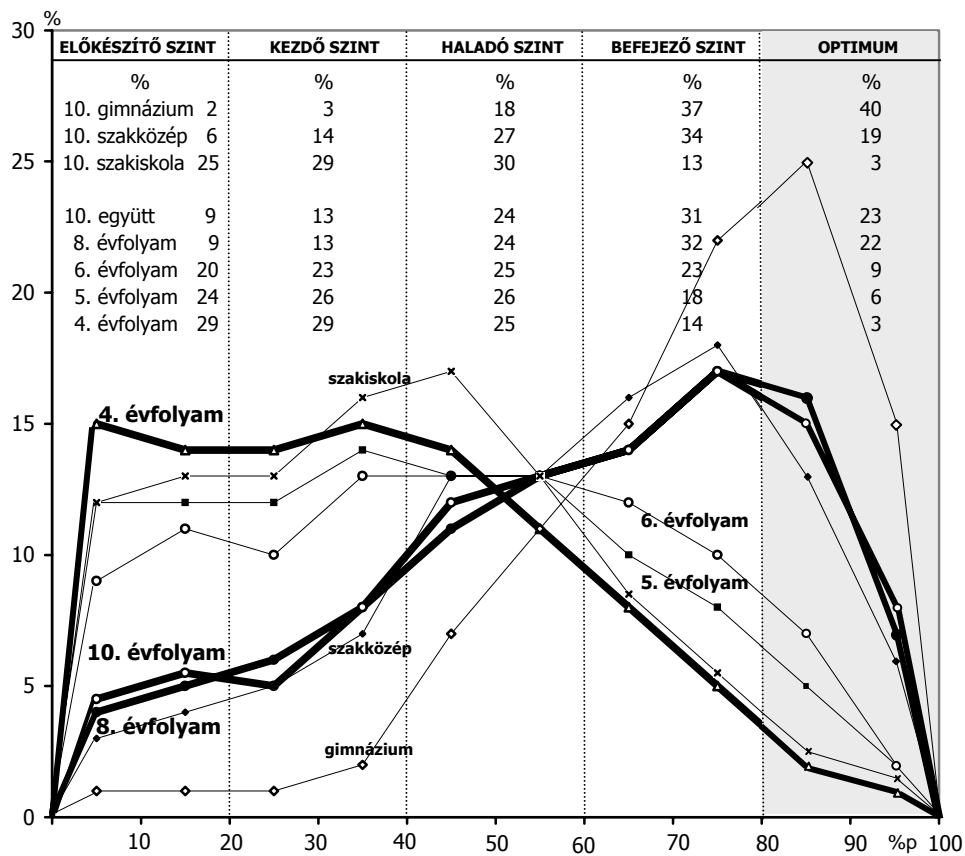
által megoldott, illetve megoldhatatlan feladatokat el kell hagyni. Pedagógiai szempontból éppen annak az ismerete fontos, hogy mely összetevők működnek már, és melyek nem működnek még.) Az összetevők koherens rendszerét és az ennek lefedését megvalósító tesztet az első és a második rész ismerteti. *Második feltétel*, hogy az elsajátítás kezdetétől az optimális elsajátításig megfelelő metszetekben felmérjük a fejlődés folyamatát. (Ennél előnyösebb lenne a longitudinális felmérés, de ez minimum egy évtized múlva kínálna használható ismereteket). Esetünkben a 4. évfolyam előtt kezdődik az elsajátítás, de a 4. évfolyam végén elért szint elég alacsony ahhoz, hogy megbízhatóan becsülni lehessen az elsajátítás kezdetét, ami az előző ábrákon látható vastag szaggatott vonal szerint az általános iskola első évfolyamain következik be. Ugyanakkor a teszt kitöltéséhez megfelelő olvasási készség szükséges, ami az első évfolyamokon a többség esetében még nem létezik. A stagnálás a 8. évfolyam után következik be, amit a 10. évfolyamon kapott azonos eredmény bizonyít. *Harmadik feltétel*, hogy valamennyi metszetre vonatkozóan ismerjük a különbségek mértékét és arányait tükröző eloszlások adatait (lásd a 7. ábrát). *Negyedik feltétel*, hogy ismerjük valamennyi metszetre vonatkozóan a relatív szórást és a reliabilitást. Amint a 2. részben olvasható, a felmérések reliabilitása 0,928–0,945 között változik (átlaguk: 0,94). A relatív szórások a vizsgált évfolyamok sorrendjében: 59, 57, 52, 40, 40, a szakiskoláé 37, a szakközépiskoláé 37, a gimnáziumé 25 százalék.

Belátható, hogy az optimális elsajátítás, használhatóság kritériuma nem lehet 100 százalék. Hiszen sokféle zavaró hatás befolyásolhatja a teszt kitöltőjének, javítójának, értékelőjének tevékenységét. Mindenféle mérésnek van hibája. A reliabilitás értéke azt jelzi, hogy mekkora lehet a valószínű mérési hiba nélküli eredmény, amit a reliabilitás négyzete százalékban kifejezve mutat. Ez 0,94 esetén 88 százalék, vagyis a mérési hiba 12 százalék. Tehát a kapott eredmények 12 százalékaról tételezhetjük fel, hogy mérési hibából származhat. Ha *elvileg* a 100 százalékpontot tekintjük az optimális elsajátítás kritériumának, akkor a lehetséges mérési hiba miatt *gyakorlatilag* 88 százalékpontnál magasabb optimális elsajátítási kritériumot előírni nem lenne helyes.

Az is belátható, hogy minél komplexebb, bonyolultabb feladat megoldását teszi lehetővé a szóban forgó készség, képesség, annál nagyobbak lehetnek a különbségek. Ez a relatív szórásban jut kifejezésre. Öröklött adottságaink (például a testmagasság) relatív szórása 10 százalék körüli. Az optimális elsajátítás a populációban akkor következik be, amikor a relatív szórás 10 százalék körüli értékre csökken. Tekintettel arra, hogy a relatív szórások igen magasak, és a belátható időn belül számottevő csökkenésük nem várható, ezért az optimális elsajátítás kritériumát a reliabilitás által előírtól is alacsonyabbra célszerű venni. Végül is a rendszerező képesség esetében a 80 százalékpont fölötti eredmény tekinthető optimális elsajátításnak, használhatóságnak (a kritérium kidolgozásáról lásd Nagy, 2000. 284–286. o.). Ha majd valamikor a kritériumorientált fejlesztésnek köszönhetően lényegesen emelkedik az elsajátítás szintje és számottevően csökken a relatív szórás, akkor majd emelni lehet az optimális elsajátítás kritériumát.

A 7. ábra eloszlásai közül a 4–6. évfolyam és a szakiskola tanulóinak eloszlása a rendszerező képesség fejlettsége szerint szélsőségesen balra aszimmetrikus. Hasonló jelleggel és mértékben jobbra aszimmetrikus a 8. és az együtt vett 10., valamint a szakközépiskolások eloszlási görbéje. Az eloszlások jellemzője továbbá, hogy a skála alsó és

felső harmadába is sok tanuló tartozik. (Eltérően a tizedikes gimnazistáktól, akik között csak néhány százaléknyi tanuló rendszerező képessége rekedt meg a skála alsó harmadának szintjén.) Az eloszlások eme jellegzetességét figyelembe véve, az öt elsajátítási szintet célszerű 20 százalékpontban meghatározni. (Ha például az eloszlások a gimnazisták eloszlási görbéjére hasonlítanak, akkor az előkészítő szintet 30–40 százalékpont körüli értékben kellene meghatározni, a többi szint pedig ettől függően alakulna.)



7. ábra

Rendszerező képesség. A fejlődésbeli különbségek alakulása, %p

A 7. ábra felső részében olvasható adatok azt mutatják, hogy a különböző évfolyamokra, iskolatípusokra járó tanulók hány százaléka jutott el a rendszerező képesség fejlettsége szerint a különböző elsajátítási szintekre. Ezek döbbenetes adatok. Például a 4. évfolyam végén a tanulók 29 százalékának a rendszerező képessége előkészítő szinten van. Ez azt jelenti, hogy ez a képessége még nem működik, az elsajátítás előfeltételeit képező tudás elsajátításánál tartanak. Ez egészen természetes helyzet. Ami egyáltalán

nem természetes, hogy a szakiskolások 25 százaléka megrekedt az előkészítő szinten, de még a szakközépiskolások között is akad 6, a gimnazisták között pedig 2 százaléknál ilyen fiatal. Vagy tekintsük a másik végletet. Az optimálisan használható rendszerező képességgel a tizedikes gimnazistáknak csak 40 százaléka rendelkezik, a szakközépiskolába járóknak már csak 19, a szakiskolásoknak pedig mindössze 3 százaléka. Ugyanakkor a 4. évfolyam végén már 3 százaléknál tanuló rendszerező képessége fejlődött optimálisan használhatóvá.

Következtetés: Eddigi kutatásaink szerint a másfél tucatnyi értelmi (kognitív) képesség mindegyikének fejlődése nagy valószínűséggel a rendszerező képességhez hasonló képet mutat. Ez a helyzet az eddigi tartalomorientált iskola spontán képességfejlesztő hatásának eredménye és következménye. Amíg a felnövekvő generációk nagy és fokozatosan csökkenő hányadát az ilyen szintű értelmi képességei nem akadályozták abban, hogy fizikai munkával keresse meg kenyerét, addig az előkészítő és kezdő szintű értelmi képességekkel ma már és a jövőben egyre kevésbé lehet a társadalomba beilleszkedve boldogulni. A következő részben a kapott helyzetkép pedagógiai tanulságait, a lehetőségeket és a tennivalókat tekintem át.

5. Pedagógiai tanulságok

A legszembeütőbb és legfontosabb pedagógiai tanulság, hogy a tartalomorientált hagyományos iskola a tantárgyi tartalmak oktatásának spontán értelemfejlesztő hatásával 15 évig tartó intézményes nevelés eredményeként a felnövekvő generációk kevesebb, mint egynegyedében fejleszti ki optimálisan használhatóvá az implicit fogalmi rendszerező képességet. A másik szűk egynegyednyi tanulóban ez a képesség egyáltalán nem működik: 9 százaléknál az előkészítő, 13 százaléknál a kezdő szinten rekednek meg.

Ez azt jelenti, hogy perceptuális szintű rendszerező képességgel fogják leélni az életüket. Ugyanis a nyelvileg, fogalmakkal megfogalmazott új tudás felvételére, elsajátítására nemcsak az előfeltételként szükséges ismereteik hiányosságai miatt képtelenek, hanem a rendszerező (és feltehetően a többi, másfél tucatnyi értelmi, köztük az olvasási) képesség fejletlensége miatt sem. A felnőtté válók valamivel több mint felének az értelmi továbbfejlődése nem kizárt (ők jutottak el a haladó és a befejező szintre), és a felnőttoktatás, azon belül a 'második esélynek' nevezett lehetőség sokakat továbbfejleszthet, alkalmassá tehet az élethosszig tartó tanulásra, a fejlődéshez való alkalmazkodásra.

A másik alapvető pedagógiai tanulság, hogy a 4–5. évfolyamos (9–10 éves) tanulók mintegy 10 százaléka eljut a fogalmi rendszerező képesség optimális használhatóságáig, további egyharmaduk pedig a befejező szintre (lásd a 7. ábrát). Ez azt jelzi: elvileg nem lehetetlen, hogy 14–16 éves korig minden értelmileg ép (ez több, mint a népesség 95 százaléka), a lassan és a leglassabban fejlődő serdülő is eljusson az optimálisan használható rendszerező képesség elsajátításáig (ugyanaz a hipotézis megfogalmazható a többi értelmi képesség optimális implicit fogalmi szintű elsajátítására vonatkozóan is).

A 20. század második felének pedagógiai kísérletei, hektikus reformjai, tantervi fejlesztései nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket. A tantervi, módszertani reformokra, változtatásokra, fejlesztésekre szükség van ugyan, de maga az alapprobléma általuk nem oldható meg. Aki ezt a tanulmányt elolvasta, az rádöbbenhetett arra, hogy a pedagógiai gyakorlat nem rendelkezik a rendszerező képesség szerveződésének, működésének, elsajátítási folyamatának, az optimális elsajátítás kritériumának megfelelő ismereteivel. Pedig ez az értelmi képesség – a Piaget-féle kutatásoknak köszönhetően – még a legjobban ismertek közé tartozik. A többi másfél tucatnyi értelmi képességről az oktatásban dolgozók még ennyi ismerettel sem rendelkeznek, nem is beszélve a jövő szempontjából ennél is fontosabb tucatnyi szociális képességről.

A legújabb kutatások, mint ez a tanulmány is, és például az olvasási képesség legújabb nemzetközi kutatásainak eredményei ma már lehetőséget kínálnak a változtatás előkészítésére, megkezdésére. Ennek az a feltétele, hogy a másfél tucatnyi értelmi képesség elsajátítási folyamatának kritériumorientált feltárása minél előbb megvalósuljon (fél-tucatnyi képesség hazai feltáró kutatása előrehaladott állapotban van), majd sor kerüljön a tucatnyi szociális, valamint a személyes képességek elsajátítási folyamatainak hasonló feltérképezésére is (a személyiség képességrendszeréről lásd Nagy, 2000). Az eddigi kutatások és kísérletek alapján (lásd e tanulmány negyedik bekezdésében hivatkozott szakirodalmat) megfogalmazható a megoldás stratégiája. Ennek rövid leírása után kerülhet sor a rendszerező képesség kritériumorientált fejlesztésének ismertetésére az előző fejezetek ismereteinek tanulságai alapján.

A képességek és készségek elsajátítási folyamatai sok évet vesznek igénybe. A perceptuális szint a gyermekkor végéig minden értelmileg ép serdülőben optimálisan működővé fejlődik. Az implicit fogalmi szint az évtizednyi iskolázás ellenére is csak a felnövekvők kisebb hányadában fejlődik optimálisan használhatóvá, amint az előző fejezet adatai mutatják. Az értelmező (a szabálytudatos explicit, a meta-) szint jelenleg még csak mint lehetőség vehető számba. A tartalomorientált iskola, pedagógia 'letanító stratégiája', amely tanórákban, témákban gondolkodik, csak a tartalmak spontán fejlesztő hatásával járulhat hozzá a képességek fejlődéséhez (aminek az elégtelenségéről ez a tanulmány is meggyőző képet ad), a sok évig tartó szándékos fejlesztésre alkalmatlan. A képességek sok évig tartó optimális elsajátítását csak olyan stratégia segítheti, amely témákon, féléveken, tanéveken átívelve folyamatos fejlesztést valósít meg mindaddig (függetlenül attól, hogy a tanuló hány éves, hányadik évfolyamra jár), amíg az optimális használhatóság szintje létre nem jön. Ezt nevezzük kritériumorientált fejlesztési stratégiának.

A képességek konkrét tartalmakkal működnek. A kognitív képességek tartalma az információ, a fogalmi szint tartalma a fogalom. Például a fogalmazás képessége fogalmakkal működik. Önmagában véve, üresen nem működhet. Ebből következően a képességek fejlesztése csak konkrét tartalmakkal lehetséges. A tartalomorientált iskola tartalmakkal fejleszti a képességeket, de ez a fejlesztés spontán módon valósul meg. A szándékos képességfejlesztés kétféle lehet. A formális fejlesztés vagy újabban a metakognitívnek nevezett szint a szóban forgó képesség, készség működésére vonatkozó ismeretek tanításával és ezeknek az ismereteknek az alkalmazásával gyakoroltatja a képességet. *A szándékos képességfejlesztés másik változata a tantárgyi tartalmakba ágyazott fejlesztés, amely*

az arra alkalmas tartalom feldolgozásával működteti a szóban forgó készséget, képességet a tananyag jobb megértésének, eredményesebb alkalmazásának, elsajátításának szolgálatában. A pedagógusnak explicit ismeretei vannak a készség, a képesség szerveződéséről, működéséről, fejlődéséről, alkalmazási lehetőségeiről, és ezt a tudását felhasználja a feldolgozandó téma által történő működtetés érdekében, de nem tanítja a működés szabályát. Tanulmányom az implicit fogalmi szint spontán fejlődésével foglalkozik, és nyilvánvalóvá váltak a spontán fejlesztés korlátai, ezért a fejlesztés lehetőségét tekintve az a tanulság, hogy az implicit fogalmi szint tantárgyi tartalomba ágyazott szándékos fejlesztésre van szükség.

A képességek készségek, részkészségek, rutinok által működnek (a rendszerező képességre vonatkozóan erről lásd az első részt). Ezért a képesség fejlesztése készségeik, azok egyszerűbb készségei, részkészségei és a rutinok fejlesztése által valósulhat meg a fenti értelemben vett tartalom feldolgozásával működtetve.

Az első részben az a kijelentés olvasható, hogy a készségek és a képességek PDP-modell szerinti *rutinok* nélkül nem létezhetnek, nem működhetnek. Például az olvasási készség optimális használhatóságának az a feltétele, hogy legalább az ötezernyi leggyakoribb szó PDP-modell szerinti vizuális felismerő rutinként működjön. Auditív szórutinok nélkül nincs fogalomfelismerő aktiválás. E nélkül pedig nem létezhet fogalmi rendszerezés. A képzetnek mint felismerő rutinnak és mint a fogalmi gondolatháló tagjának alapvető szerepe van a rendszerezési képesség működésében. Ugyanis a perceptuális lehetőség gyorsabb és egyszerűbb felismerést tesz lehetővé, ezáltal segíti a rendszerezés működését. Ezért a fogalmak képzeti tagjának beépítése a rendszerező képesség eredményesebb, könnyedebb működése szempontjából is fontos. Sajnos a pedagógia lebecsüli a rutinok elsajátításának, gyarapodásának segítését. Nem tudok arról, hogy a témának megfelelő szakirodalma lenne. Ezért ez a bekezdés nem lehetett több a szükségesség jelzésénél.

A harmadik rész visszatérő problémája volt a fogalmi felismerés jegyei közötti viszony felismerése, ami a rendszerező készségek eredményes működésének alapvető feltétele, eszköze. Láthattuk, hogy a *jegyek viszonya* háromféle lehet: kapcsolatos (konjunktív, 'és-viszony'), választó (diszjunktív, 'vagy/és-viszony, avagy-viszony', valamint kizáró vagy, 'vagy-vagy viszony'). Ez a három kétváltozós logikai műveletnek megfelelő viszony nyelvtanilag több tucat kötőszóval és számos határozószóval, továbbá vesszővel, pontosvesszővel, szóközzel fejezhető ki. A jegyegyüttesek igazságmátrixoknak megfelelő használata emiatt komoly nehézséget okoz, ami megnyilvánult a feladatok megoldásában (az ilyen feladatok bizonyultak a legnehezebbnek), illetve azoknak a komplexebb feladatoknak az eredményesebb megoldásában, amelyekben jegyviszonyok nem szerepeltek.

Egy más célú kísérlet tapasztalatai alapján a *fogalomképzés* és a *definiálás* készségének szándékos fejlesztését szolgálhatja a soron következő tananyag erre alkalmas többjegyű definícióinak többszörös átfogalmazása. Az átfogalmazás megvalósulhat a jegyek fölcserélésével, a kötőszavak cseréjével, a jegyek kicserélésre alkalmas szinonimáival. Minden átfogalmazott mondatot össze kell hasonlítani az eredetivel, és indokolni kell, hogy miért egyezik vagy miért nem egyezik a két változat. Az átfogalmazás eredményezhet kijelentő, feltételes mondatot. Változhat a mondat aszerint is, hogy a fogalom

neve és a jegyek közötti ekvivalencia viszonyt hogyan fejezzük ki. Továbbá a nemfogalom is különböző módon építhető be a meghatározásba. Végül a definíció fogalmazása különböző funkció szerint is átfogalmazható. Más a közlő-leíró funkciójú definíció, ismét más, ha az alkalmazás szempontjából előírás-ként fogalmazzuk meg. Továbbá, ha a besoroló működésre esik a hangsúly (lásd a definícióról szóló részt). Ezeket az átfogalmazásokat is gondosan össze kell hasonlítani az eredeti mondattal, és indokolni kell a tartalmi megfelelést vagy a különbséget. *Az átfogalmazásoknak kettős szerepük van: a tanulás célját szolgáló fogalom alapos feldolgozása, 'körbejárása', minél jobb megértése, elsajátítása, valamint az implicit fogalomképzés és definiálás készségének fejlesztése, és ezáltal a fogalmi rendszerező képesség fejlődésének elősegítése.*

Az eredeti és az átfogalmazott definíciók egybevetése, és tartalmi azonosságuk, különbözőségük megállapítása, indoklása indirekt módon a *besorolás* készségének fejlesztését is szolgálja. Az elsajátítandó új fogalom akkor válik használhatóvá, ha felismerő, azonosító, vagyis besoroló funkciója működőképes. Egy dolog, hogy a tanuló el tudja magyarázni mi az ige, de ha nem tudja eldönteni bármely szóról, hogy ige-e vagy nem, akkor az ige fogalma működésképtelen. Az elsajátítandó fogalom működőképessé fejlesztése érdekében mindenekelőtt a fogalom alá tartozó elemek közül különböző jellegű mintapéldányokat, mintapéldákat kell ismertetni, elsajátítani. Majd gyakorolni kell az univerzum elemein a besorolást: példánk esetében a szavak univerzumának elemei között az igék felismerését. Ebben az esetben a szokásos besoroló gyakorlat: a tanuló alá húzza az igéket egy megjelölt szövegben. *A mintapéldák és a besoroló gyakorlatok egyfelől alkalmazóképessé fejlesztik az elsajátítandó fogalmat, másfelől fejlesztik a besorolás készségét, miáltal hozzájárulnak a rendszerező képesség fejlődéséhez.*

A *sorképző osztályozás*, vagyis a szóban forgó fogalom besorolása különböző terjedelmű fogalmak, univerzumok alá, (például: macska \subset emlős \subset ragadozó \subset állat). Az elsajátítandó fogalom sorképző osztályozásának különböző változatai lehetnek az univerzumok száma és megválasztása tekintetében. Ez mindössze néhány másodpercet, a tanulók által különböző változatban elvégezve, a hibás megoldásokat közösen javítva is csak néhány percet vesz igénybe. Érdemes a sorképző osztályozást minden tanítandó fogalommal elvégezni, a tanulókkal különböző változatokban elvégeztetni. *Ennek eredményeként ugyanis a szóban forgó fogalom betagolódik a teljes fogalomrendszerbe, ugyanakkor fejlődik a sorképző osztályozás készsége, ami a hierarchikus osztályozás és a rendszerező képesség kifejlődésének, eredményes működésének feltétele.*

A *felosztás* és annak ismételt elvégzése a sorképző osztályozás segítségével, vagyis a *hierarchikus osztályozás* az összetett fogalmak tanításának és elsajátításának eszköze és eredménye. A felosztás eredménye a gyűjtőfogalom és a tagolófogalom. E fogalmak részfogalmai (részhalmazai) neveik segítségével felsorolhatók, a felsorolás megtanulható. Az eredményesebb tanulás érdekében előnyös fagráffal, Venn-diagrammal, táblázattal ábrázolni is. Az áttekinthető táblavázlat, a kitakarással felépülő fóliavázlat (illetve power point) rendszeres alkalmazása az eredményes tanulás segítése mellett a rendszerező képesség fejlesztésének is fontos eszköze. A tanítás, az elsajátítás tárgyát képező gyűjtő-, illetve tagolófogalom működőképes elsajátításának eredményessége és a besorolás két részkészségének gyakorlása érdekében a felosztott, tagolt fogalom elemeivel halmazkereső, szortírozó besorolás végzendő. Például a kijelölt szövegben a különböző

névszókat különböző aláhúzással jelöltetjük. Erre a célra legalkalmasabb eszköz a táblázat, amelynek a fejezeteiben felsorolhatók a részhalmazok nevei és alattuk helyezkednek el az üres cellák, amelyekbe a megadott elemek besorolandók, beírandók. A gyakorlás kezdetén az üres cellákban egy-egy mintaelem szerepelhet. A gyakorlás előrehaladott szakaszában és a diagnosztikus értékelés érdekében a cellák üresek. A hierarchikus osztályozás esetében a felsorolós tanítási, tanulási módszer meglehetősen problematikus. Nehéz áttekinthetősége miatt zavaros fogalomrendszer jöhet létre. Ezért a hierarchikus összetett fogalmak esetében az ábrázolás alapvető jelentőségű. A táblázatos megoldás ebben az esetben is alkalmazható szemléltetési céllal és a kereső, szortírozó besorolással megvalósuló gyakorlás érdekében. Ebben az esetben is arról van szó, hogy *a felosztás, a hierarchikus osztályozás működtetésével megvalósuló tanítás, tanulás egyaránt segíti a célfogalom eredményesebb elsajátítását és a felosztás, a hierarchikus osztályozás készségének, valamint a rendszerezés képességének a fejlődését is.*

Befejezésül a *többszemponitű rendszerezés* fejlesztésének lehetőségére utalok. A dolgok több szempontból vizsgálhatók, ennek megfelelően több szempont szerint rendszerezhetők. Minden tudománynak van néhány *komplex alapfogalma*, amely több dimenzió, szempont szerint rendezett. Ilyen például a periódusos rendszer, amely többdimenziós táblázatban rendezi el az elemeket. De a kémiánál maradván ilyen például a kémiai reakció fogalma. A kémiai reakciók felosztásának egyik szempontja a részecskeátmenet, másikat az energiaviszonyok adják, de ismét más szempont szerint kapjuk az egyesülést, a bomlást és a dinamikus egyensúlyt eredményező reakciókat. Mivel ezek egymással is összefüggenek, készíthetünk egy többdimenziós táblázatot, amelynek üres celláiba beírunk egy-egy példát. Majd minden új reakció tanulásakor megkeressük, hogy a táblázat melyik cellájába tartozik, és oda beírjuk. A többszemponitű rendszerezés esetén a szempontok megválasztása, megnevezése nélkülözhetetlen. Az egyszemponitű rendszerezés szempontja általában implicit, nem megnevezett. Pedagógiai okokból azonban a fontos célfogalmak esetén a definiálás, az osztályozás szempontját minden esetben célszerű a tanulókkal közösen tisztázni, megnevezni. *A szempont megnevezése és a többdimenziós fogalmi rendszer folyamatos kiépítése, működtetése végül is az évekig tartó folytonos, ismételt használat, működtetés által állandósult, jól működő tudásrendszerre fejleszti a legalapvetőbb ismereteket. A többdimenziós táblázatok a már tanult fogalmak gyakorlására és diagnosztikus értékelésére is használhatók. Ugyanakkor a többdimenziós rendszerező képesség és a többdimenziós, komplex gondolkodás is fejlődik.*

Irodalom

- Baddeley, A. (2001): *Az emberi emlékezet*. Osiris, Budapest.
- Clark, A. (1989, magyarul 1996): *A megismerés építőkövei. Filozófia, megismeréstudomány és a párhuzamos megosztott feldolgozás*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Csányi Vilmos (1994): *Etológia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csapó Benő (1988): *A kombinatív képesség struktúrája és fejlődése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Cziko, G. (1997): *Without Miracles: Universal Selection Theory and the Second Darwinian Revolution*. Cambridge, Mass: Bradford, MIT Press.
- Demetriou, A., Shayer, M. és Efklides, A. (1992): Neo-Piagetian theories of cognitive development. Implications and applications for education. Routledge, New York.
- Gopnik, A. (1997): *Words, thoughts, and theories*. Cambridge, Mass: Bradford, MIT Press.
- Inhelder, B. és Piaget, J. (1958, magyarul: 1967): *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kingma, J. (1983): *The development of seriation, conservation, and multiple classification: a longitudinal study*. Genetic Psychology monographs, 108. State University of Groningen, The Netherlands.
- Koffka, K. (1935): *Principles of Gestalt psychology*. Harcourt Brace. New York,
- Köhler, W. (1959): Gestalt psychology today. *American Psychologist*, 14. sz. 727–737.
- McClelland, J. L., Rummelhart, D. E. and the PDP Research Group (1986): *Parallel Distributed Processing. Explorations in the Microstructure of Cognition. Volume 2: Psychological and Biological Models*. A Bradford Book. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London.
- Miller, G. A. (1956): The magical number seven: plus or minus two. Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63. sz. 81–97.
- Nagy József (1971): *Az elemi számolási készségek mérése*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Nagy József (1980): *5–6 éves gyermekeink iskolakészültsége*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Nagy József (1980 a felmérés éve, 1987, 1990): *A rendszerezési képesség kialakulása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Nagy József (1993): Értékelési kritériumok és módszerek. *Pedagógiai Diagnosztika*, 2. sz. 25–49.
- Nagy József (1994a, szerk.): Fejlesztési követelmények. *Iskolakultúra*, 1–2. sz. 2–107.
- Nagy József (1994b): Tanterv és személyiségfejlesztés. *Educatio*. 3. sz. 367–380.
- Nagy József (2000a): Összefüggés-megértés. *Magyar Pedagógia*. 100. 2. sz. 141–185.
- Nagy József (2000b): A kritikus kognitív készségek és képességek kritériumorientált fejlesztése. *Új Pedagógiai Szemle*, 7–8. sz. 255–269.
- Nagy József (2000c): *XXI. század és nevelés*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Nagy József (2001): A személyiség alaprendszere. *Iskolakultúra*, 9. sz. 22–38.
- Nagy József (2003): Az eredményesebb képességfejlesztés feltételeiről. *Iskolakultúra*, 8. sz. 40–52.
- Nagy József: (2003): Tudástársadalom és oktatási rendszer: az időprobléma. *Iskolakultúra*, 1. sz. 3–11.
- Nagy József, Fazekasné Fenyvesi Margit, Józsa Krisztián és Vidákovich Tibor (2002): *Az alapkészségek fejlődése 4–8 éves életkorban*. OKÉV, KÁOKSZI, Budapest.
- Orosz Sándor (1972): *A fogalmazástechnika mérés-metodikai problémái és országos színvonala*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Piaget, J. (1969): Az értelmi műveletek és fejlődésük. In: *Válogatott tanulmányok*. Gondolat, Budapest.
- Pléh Csaba (1997, szerk.): *A megismeréskutatás egy új útja: A párhuzamos feldolgozás*. Typotex, Budapest.
- Smolensky, P. (1988, magyarul 1996): A konnekciónizmus helyes kezeléséről. In: Pléh Csaba (szerk.): *Kognitív tudomány*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Vidákovich Tibor (1990): *Diagnosztikus pedagógiai értékelés*. Akadémiai Kiadó, Budapest.