

Philip Adey

Gondolkodtató természettudomány

A természettudomány, az általános gondolkodási képesség kapuja

A „Gondolkodtató természettudomány” (GT) egy feladat- és módszercsomag, melyet a CASE (Cognitive Acceleration through Science Education – kognitív fejlődés meggyorsítása a természettudományos neveléssel) elnevezésű kutatási projekt-sorozatban fejlesztettek ki. A tevékenységeket természettudományos kontextusban fogalmazzák meg

és természettudományi szakos tanárok tanítják középiskolákban.

Elméleti alapjukat a Piaget és Vigotszkij által leírt kognitív fejlődéseméletek jelentik, a gyakorlati megvalósítás lényeges eleme a kognitív konfliktus előidézése és a metakognitív folyamatok kihasználása. A CASE fő célja a fiatalok általános kognitív (gondolkozási, intellektuális) fejlesztésének kutatása átlagos iskolai körülmények között.

Kiindulópontként két fontos kérdést kell feltennünk:

- Léteznek-e általános kognitív képességek, vagy minden kogníció helyzetfüggő?
- Még akkor is, ha egy gyermek jellemezhető általános kognitív fejlettségi szintjével, létezik-e valami, amit a tanárok vagy a szülők tehetnek e szint emelésére, vagy az genetikusan programozott, és neveléssel nem befolyásolható?

Célunk két kérdéskör megvilágítása. Egy intervenció program, amely pozitív hatást fejt ki a diákok általános kognitív képességére, lehetővé tenné a természettudományi tantárgyakban nyújtott teljesítmények javítását is, mivel a felgyorsított kognitív fejlődés minden tudomány tanulását hatékonyabbá tenné. A kísérlet értékelésben a GT-programról kimutatták, hogy hosszú távú hatása van a diákok általános gondolkodási képességeire. Ez figyelemreméltó állítás, mivel a gondolkodás tanításának lehetősége iránti, világméretű érdeklődés, és a gondolkodási képességfejlesztő programok garmadája ellenére az alapos értékelés, és a megbízható beszámoló kevés. Hisszük, hogy az általános gondolkodási szint emelésének folyamata szükségszerűen lassú, és bár más gondolkodásfejlesztéssel foglalkozó programok hatásosak lehetnek, nagyon kevés rendelkezik az állandósult változás kimutatásához szükséges 3–5 éves felmérés kutatási háttérrel. E tanulmányban:

- bemutatom a GT elméleti alapjait;
- (néhány példával) bemutatom a kifejlesztett tantervi tevékenység típusokat;
- beszámolok a program értékeléséről a legfrissebb eredmények részleteit is beleértve;
- végül utalok a hatékony értékelés nehézségeire, amelyek megmagyarázzák a gondolkodásfejlesztő programok csekély számát.

A GT tevékenységek elméleti struktúrája az alábbi lépésekből áll.

- Konkrét előkészítés: a probléma mibenlétének megalapozása.
- Kognitív konfliktus: a gondolkodás a kognitív kihívás válaszaként fejlődik ki.
- Konstrukció: a diákoknak kell megkonstruálniuk a saját érvelő folyamataikat.
- Metakogníció: a problémamegoldás folyamatára történő reflexió szükségszerű.
- Áthidalás: a CASE kontextusában kifejlesztett érvelési séma más kontextusokba történő átvitele.

Az elméleti háttér: Piaget és Vigotszkij

A bevezetőben említett kérdések tisztázásához meg kell mondanunk, hogy mi számít „kognitív szintemelésnek”. Használhatnánk nem-verbális teszten alapuló IQ pontokat, mint például a Raven mátrixok. Tudjuk, hogy az ilyen mérések technikailag megbízhatók, és elég jól korrelálnak a diákok iskolai teljesítményével. Az ilyen mérésekkel a legnagyobb probléma az, hogy bár pszichometriailag jól kidolgozott technikai eszközök, nincs elméleti alapjuk a tanulás vagy a kogníció folyamatában. Jól működnek a saját határaikon belül, de keveset tudunk arról, hogy hogyan is működnek.

A másik véget az intelligens viselkedés természetéről szóló jól átgondolt elméletek, mint például az, amelyet *Resnick* (1987) dolgozott ki. Ő úgy írja le a magasabb szintű gondolkodást, mint *inter alia*, nem algoritmikus, komplex, hajlékony, többszörös megoldású folyamatot, amely árnyalt döntést és interpretációt foglal magában, valamint önellenőrző jelenség. Egyetértünk a magas szintű kognitív folyamatok ilyen jellemzésével, ez mégsem elegendő számunkra két ok miatt. Az egyik, hogy nincs a mechanizmus leírásában utalás arra, hogyan fejleszhető az alacsonyabb szintű gondolkodás magasabb szintű gondolkodássá, és így nincs fogódzója a tanulást tanító tanárnak. A másik, hogy nagy fejlesztőmunkára lenne szükség ahhoz, hogy kidolgozzuk e magasabb rendű képességek megszerzésének értékelési módját. Viszont létezik már a kognitív fejlődés folyamatának remek leírása, amely magyarázza ennek mechanizmusát és amely felhasználható a fejlődés elősegítésére. Piaget fejlődéseméletére utalok, amely részletesen bemutatja a kognitív fejlődés egyes lépéseit a művellet előtti szakasztól egészen a formális gondolkodás szintjéig. *Inhelder* és *Piaget* (1958) 11–14 éves korosztály (ebben vagyunk érdekeltek) a formális operációk területének leírásában lényeges szempontokat biztosít bármely programnak, amely megpróbálja elősegíteni a gondolkodási képességek fejlődését.

Ez különösen a természettudományok tanárai számára – a formális operációk területének jellemzése változók, arányosság, ellensúlyozás, valószínűség, korreláció és formális modellek szabályozásának tekintetében – közvetlenül használhatónak tűnik, de hiba volna Piaget-nak a formális operációkról szóló jelentéséről azt gondolni, hogy a természettudományokra korlátozódik. Mindig is minden tárgykörben való általános használat volt a szándék, habár csak néhány területen (mint például a történelem, vagy a matematika) olyan alapos a kidolgozottság, mint a természettudományokén. Figyelembe véve, hogyan bátorítják a tanárok a diákokat a magasabb szintű gondolkodásra, két forrásra támaszkodunk. Az első a Piaget-féle, és hangsúlyozza a jól keresztülvitt, és megfelelő szintű kognitív konfliktusok szerepét. A hipotézis szerint valamely nehéz probléma megoldása a tanár vagy egy tehetségesebb társ megfelelő segítségével (amely főként kérdéseket jelent) nemcsak az adott probléma megoldásához vezet, de a diák kognitív fejlődési mechanizmusának általános serkentéséhez is. Az ilyen tapasztalatok következetes jelenléte még akkor is, ha mérsékelt intenzitású, állandó, és visszafordíthatatlan hatást fejt ki a tárgybeli kognitív fejlődésre. Az ötlet az, hogy a konfliktus, akkor is, ha egy bizonyos tevékenységben jelenik meg, a diákot a kívánt érvelés saját konstrukciójához vezeti el. Ezt meta-konstruktivizmusként írtuk le (*Adey és Shayer*, 1994): a diákokat olyan helyzetbe hoztuk, ahol maguknak kell nemcsak az ismeretet, de a változókról, és az összefüggésekről való gondolkodási módokat is megkonstruálniuk.

A második forrás a Vigotszkij-féle, és a reflexió fontosságát hangsúlyozza, különösen a szociális kölcsönhatást illetően, a gondolkodás fejlesztésében csakúgy, mint a tudás fejlesztésében. Azok a diákok, akiket bátorítanak az osztályban, hogy a tanárral, vagy egymással megbeszéljék, hogyan taktikáznak, hogyan oldanak meg problémákat, vagy milyen nehézségeket tapasztalnak ezek megtalálásában, sokkal tudatosabbá válnak saját gondolkodási folyamataikban, és ez elősegíti a kognitív fejlődést. Ez a metakogníció ma már széles körben felismert, mint az általános intellektuális képességek fejlődé-

sének szükséges eleme (Brown, 1987, Perkins és Salaman, 1989). A jól kivitelezett osztály-vita lehetőséget nyújt a szociális konstrukcióra, amelyben a diákok közösen értik meg a problémákat, miközben saját értelmezésükről beszélnek.

A kognitív konfliktus, amely konstrukcióhoz vezet, és a metakogníció két alaptételéhez járul még egy prolóógus és egy epilógus. A prolóógus maga a konkrét előkészítés. Nem vághatunk a gyerekekhez kognitív konfliktust indukáló problémákat figyelmes előkészítés nélkül. Csak akkor érünk el hatást, ha ezek már beépített fogalmi nehézségekkel rendelkeznek, s egyben magukba foglalják egy új nyelv használatát és egy új gyakorlati helyzetet is. A konceptuális nehézségekre koncentráció útját tisztázandó a konkrét előkészítés az a tevékenységi fázis, amelyben az új szavak bevezetése és gyakorlása történik, valamint a tanulók demonstrációkon és kérdéseken keresztül megismerkednek a feladat kontextusával.

Az epilógus fázisát áthidalásnak hívjuk. A tevékenységnek ez olyan része, amelyben összeköttetések épülnek a GT tevékenység alatt kifejlesztett érvelési módszer, és annak más kontextusbeli, „hagyományos” természettudományos órákon, más tantárgyi területen és az iskolán kívüli világban történő használata között. A pszichológia kezdeti eredményei után már tudjuk, hogy a transzfer nem jelenik meg automatikusan. Megjelenéséhez az adott kontextusban kifejlődött egyfajta gondolkodás alkalmazási lehetőségét egy új kontextusban specifikusan kell felfedeznünk a tanulóval. A GT tevékenységek ezen öt kulcsfontosságú eleme, és kapcsolatuk az 1. ábrán látható.

Mielőtt néhány példára térnénk, hogy bemutassuk ezen alapelvek használatát, a tanítási és tanulási tevékenységek konstrukciójában, szót ejtünk a nyelv használatáról a GT-programban. A nyelv és a gondolat pszichológiai kapcsolata az 1930-as évek óta vita tárgyát képezi, néha túldimenzionálva. Egy időben az „először a nyelv” és az „először a gondolat” táborok ellentétével jellemezték. Az első a nyelvet az emberiség szükséges képességeként fogja fel, amely lehetővé tette a magasabb szintű gondolkodásmódok kifejlődését. Az ellenkező érvelés szerint a nyelv lehetősége a magasabb szintű kognitív funkciók kifejlődésével vált lehetségessé. Úgy tűnik, hogy ez a vita hiábavaló, mivel a nyelv és a gondolat egymásra utaltan, együtt fejlődik, ha nem is totálisan integrált módon. A szavak a gondolatok eszközei, és nehéz lenne elképzelni a magasabb szintű gondolkodás kifejlődését a nyelv folyamatos igénybevétele nélkül. A nyelv ugyanis komplex struktúra és a megfelelő szókincs alkalmazása is egyben. Ugyanakkor a komplex struktúrák és jelentések használatával folytatott küzdelem az új szavak értelmezéséért a magasabb rendű gondolati folyamatok kritikus része. A GT-ben az egyfajta érvelési minta fejlődéséhez szükséges szavakat szisztematikusan vezetik be és gyakoroltatják a konkrét operációs

A kognitív konfliktus, amely konstrukcióhoz vezet, és a metakogníció két alaptételéhez járul még egy prolóógus és egy epilógus. A prolóógus maga a konkrét előkészítés.

Nem vághatunk a gyerekekhez kognitív konfliktust indukáló problémákat figyelmes előkészítés nélkül. Csak akkor érünk el hatást, ha ezek már beépített fogalmi nehézségekkel rendelkeznek, s egyben magukba foglalják egy új nyelv használatát és egy új gyakorlati helyzetet is. A konceptuális nehézségekre koncentráció útját tisztázandó a konkrét előkészítés az a tevékenységi fázis, amelyben az új szavak bevezetése és gyakorlása történik, valamint a tanulók demonstrációkon és kérdéseken keresztül megismerkednek a feladat kontextusával.

fázisban. Komplex gondolatok nem modellezhetők egyszerű nyelven. Azok a tanárok, akik azon nevelkedtek, hogy olvashatósági mérlegeket és szövegegyszerősítéseket végezzenek, azt hiszik, hogy a GT-munkalapok túl nehezek lesznek a diákjaiknak. De az olyan kifejezések, mint például a változó, a kapcsolat és az arányosság nem egyszerűen csak tetszés szerint vannak a szövegben elhelyezve. Alapvető céljuk, hogy a gyerekek elkezdjék őket értelmesen használni, és kifejlődjön a kapcsolódó formális érvelési séma. Sőt mi több, konkrét kontextusban vezetik be ezeket a szavakat, és számos lehetőség adódik a különböző helyzeteikben való alkalmazásukra.

A CASE megközelítés alapja a konkrét előkészítés biztosítása a finoman levezetett kognitív konfliktus számára, a metakognitív reflexiót a gyerekek saját problémamegoldó folyamataira előkészítve, az érvelési sémának megfelelő nyelv használatával, és transzponálva a GT tevékenységben kifejlesztett érvelést más természettudományi területekre és tárgykörökre. A formális operációk érvelési sémái biztosítják a kontextust, amelyben a tevékenységek megfogalmazottak, és a kurzus tárgyaivá is válnak, ez a diákok által megkonstruálható gondolkodási típusokat jelenti.

Milyenek a GT tevékenységek?

Három tevékenységet fogunk bemutatni részletesebben, hogy megmutathassuk ezen elvek gyakorlati megvalósítását. Ezek mindegyikét a GT tanmenet anyagából vettük, amely megszerezhető brit, német és amerikai verziókban (Adey, Shayer és Yates, 1995; Adey, Shayer és Yates, 1993; Adey, Shayer és Yates, 1992 sorrendben).

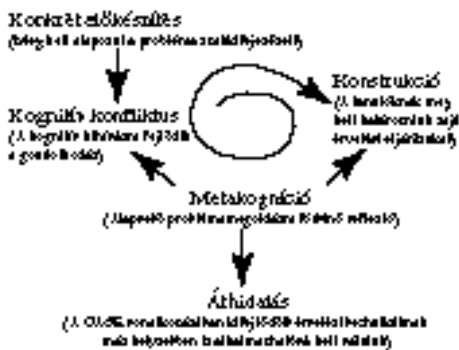
„GT-csővek”. Ez a 3. tevékenység a programban. Az előző tevékenységek bevezették a változó fogalmát, a változó értékeit, és az összefüggéseket. A diákoknak egy doboznyi kis csővük van. Az egész osztályt bevonó diskusszióban kérdések biztosítják, hogy a tanulók felismerjék a változókat, és azok értékeit: a cső hossza (rövid, közepes, hosszú), a cső szélessége (keskeny, széles), a cső anyaga (üveg, műanyag). Majd megkérjük őket, hogy fújjanak a csővekbe, és figyeljék a képződő hangot. A kérdés ez: „mi befolyásolja a hangot?” Szabadon vizsgálódhatnak egy kis ideig, majd megkérdezzük őket, hogy tudják-e, mi befolyásolja a hangot, magyarázzák el a tanárnak vagy egy társuknak, mit gondolnak és miért gondolják ezt. Gyakran pár perc múlva szükségessé válik, hogy a tanár összehívja az osztályt és javasolja két cső egyszerre történő megvizsgálását.

Egy gyerek felvetheti, hogy a cső szélessége befolyásoló tényező. „Mutasd meg!” mondja a tanár. A diák két eltérő szélességű csővel demonstrálja az eltérő hangokat. Megnézve a csőveket, a tanár rámutat, hogy a hosszuk is különböző. „Honnan tudod, hogy a hosszúság vagy a szélesség is befolyásolja a hangot?” Itt a tanár kognitív konfliktus hoz létre azért, hogy arra késztesse a tanulót, vegyen figyelembe egy még meg nem figyelt változót is. Tipikus tanulói válasz lehet: „a hossz is és a szélesség is befolyásolja a hangot.” Ez a konfliktuselsimítás egyszerű módjának tűnik, de a tanár kitartóan kérdez, és arra is megkéri a tanulót, hogy válasszon egy másik pár csövet, de olyat, ami egyértelmű választ ad. Figyeljük meg, hogy a tanár mondja meg a gyerekeknek, hogy olyan párt válasszon, ahol csak egy változó módosul. A lényeg, hogy a diáknak magának kell megkonstruálnia a változók kontrollálásának stratégiáját.

Nagyon széles skálájú, eltérő képességű 12 éves tanulók osztályában elképzelhető, hogy lesz egy vagy két gyerek, aki a feladatot olyan egyszerűnek találja, hogy nem érzékel kihívást (kognitív konfliktust). Nekik a tanár magasabb szintű feladatot javasolhat, például azt, hogy keressenek kapcsolatot a változók között. Akadhat egy-két olyan diák is, akit a 60–70 perces óra végére a feladat teljesen összezavart, és még mindig nem látja a változók szabályozásának lényegét. Mindemellett a döntő többség (az eszközök, a munkalap kérdései révén, a tanárral és a diaktársakkal való kapcsolaton keresztül) megtapasztalja a megfelelő konfliktust, miszerint magának kell megkonstruálnia legalább kezdő szinten a

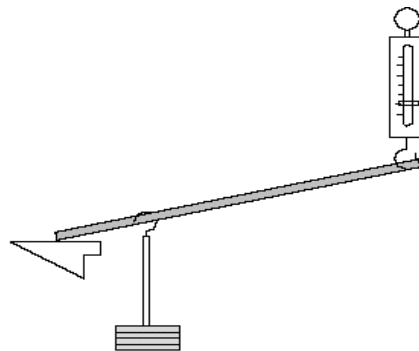
változók szabályozásának stratégiáját. Ennek teljes kifejlődése egy internalizált tudatlan sémáig, amely természetesen kerülendő minden kísérleti szituációban, még idő igényel, de a nélkülözhetetlen alapozás már megtörtént. Az előző, szilárd séma, miszerint „változozon minden, és nézzük, mi történik” alapjaiban megrendült, ha nem is omlott össze teljesen. Még a legtehetségtelegebb diákok is, akik a tevékenység végén is összezavartak voltak, küzdöttek a problémával, és kétségeik merültek fel a nem-hatékony konkrét stratégiájukat illetően. A kísérleti kérdések megközelítésének legkisebb nehézsége is értékes: a kognitív küzdelem, amely a kognitív fejlődés szempontjából kritikus, az, amely alapján az ideális célt elértük, ha minden gyerek megtapasztal valamilyen kognitív konfliktust, és valamennyit előrehalad a számára kielégítő megoldás megtalálása felé. Úgy tűnik, ez a vég-ső pont eltér minden diáknál a személyiségétől és a képességeitől függően.

Második példaként tekintünk a „GT8: A talicska” tevékenységet, amely az arányosság gondolkodási mintával foglalkozik! A tevékenység előtt a diákok már felfedezték a skála elvét azáltal, hogy embriókat nézegettek más és más skálán, és azáltal, hogy az iskola környezetéről készült térképet használtak a valódi távolságok becsléséhez. A „hányados” szó is már bevezetésre került. A GT 8. eszközkészlete tartalmaz egy kb. 8 mm átmérőjű, 60 cm hosszú rudat is. Ez két helyen rovátkolt, hogy függő terhet, és rugós erőmérőt csatlakoztathassunk rá, ahogyan azt az 1. ábra mutatja. A munkalapon látható illusztrációk párhuzamot vonnak az eszköz valamint az emelő és súlyerő talicskánál történő alkalmazása között.



1. ábra

A gondolkodtató tudomány elvének szerkezete



2. ábra

A „talicska” modell

A diákok lejegyzik, és táblázatba foglalják az emelőerőt, az egymásután felrakott terheknél. Kb. 6 érték-pár elkészítése után grafikonon ábrázolják az emelőerő és a súlyerő lineáris összefüggését. Megkérjük őket, hogy ebből jelezzék előre, milyen emelőerőre lenne szükség olyan terhez, amely nem áll rendelkezésre. Az első előrejelzések leolvashatók a grafikonról egyszerű extrapolációval, de elfogy a papír, és ez a stratégia tovább nem alkalmazható. Ez az a konfliktus, amelyben egy finomabb nézetet kell kialakítani, amely magában foglalja a terhelés és az erő kifejtés hányadosának állandóságát. Az emelőerő/terhelés táblázatban minden adatpárra kiszámolják a hányadost, és (néha az egész osztály adatainak összegzése után) felfedezik, hogy ez a hányados állandó. Ez képessé teszi őket arra, hogy

- a) az állandó hányadost összekapcsolják az egyenes vonalú grafikonnal, és
- b) az állandó hányados értékét használják bármely új terheléshez szükséges emelőerő értékének kiszámításához.

Így tovább kell lépniük a grafikon nyújtotta segítségén, egy általánosabb, formális matematikai modell megkonstruálására, amelynek segítségével extrapolációt végezhetnek. Az

adatokon végzett kognitív műveleteket formalizálni kell, hogy a problémát sikeresen megoldják.

„GT 18: Kezelések és hatások” az utolsó példánk. A program második évében tanítjuk. A korreláció gondolkodási mintájának kontextusába van ágyazva. Az osztály minden diákcsoportja 20 kártyát tartalmazó csomagot kap. Minden kártyán egy-egy organizmus található (rózsa, búza, szarvasmarha, sertés vagy juh), és a kártya azt is mutatja, hogy az organizmust kezelték-e (például trágya, tejeltető gyógyszerek stb.), valamint, hogy az állat vagy növény mutat-e hatást (jobban növekszik-e, több tejet, húst biztosít-e stb.) A diákok először a kártyákat négy csoportba rendezik aszerint, hogy

- (A) nem kezelték, nem mutat hatást
- (B) nem kezelték, de hatás kimutatható
- (C) kezelték, de hatást nem mutat
- (D) kezelték, és hatás is kimutatható

Aztán a diákok szembekerülnek azzal a kérdéssel, hogy vajon a kezeléseknek tulajdonítható-e a hatás, vagy nem. Például, ha a kezelés eredménye a hatás, akkor az A, B, C, D halmazok melyikében várjunk nagyszámú kártyát? Csoportos diskusszió vezet el a konklúzióhoz, hogy az A és a D kupac nagy, a C és a B kupac kis számúnak várható. A kupacokban aktuálisan lévő kártyák számának meghatározása, és az A+D és a B+C összegek összehasonlítása következik. Ezen eredmények diskussziója során a pozitív korreláció, a negatív korreláció, és a nincs korreláció kifejezéseket vezetjük be, és segítünk a diákoknak azon elgondolkodni, hogy milyen összefüggések létezhetnek kezelések és hatások között. Ez a tevékenység egyszerű szinten modellezi a kezelések kísérleti értékelésének azon módját, amely az orvosi, mezőgazdasági és egyéb kutatások nagy részének centruma. A korreláció és hozzá kötődő valószínűségi relációk megértése nélkül az újságok tudományos ismeretterjesztő beszámolóinak nagy része érthetetlen. Erről tanúskodik a túlzott reakció a politikusok, a média, és a népesség részéről a marhahús-fogyasztás és a Creutzfeld Jacobs Kór kapcsolatát illetően az utóbbi időben. Bevallottan ez elég nehéz feladat egy 13 éves számára (még a tanároknak is kihívást jelent), de megalapozza a tudományos kutatás megértését, valamint hozzájárul az általános kognitív növekedéshez is.

A GT kivitelezése

Eredetileg a GT-program kivitelezéséhez a korosztály kiválasztását mind a pragmatikus, mind pedig pszichológiai érvek határozták meg. A „gondolkodás-órák” korai kezdésének vágya ellen pszichológiai megfontolások szóltak a minimális korról, amelynél már van értelme elvárni a formális műveletek elősegítésének hatásosságát, továbbá az a tény is, hogy az Egyesült Királyság általános iskoláiban a tanárok nem szakértők, és a GT elvárásait nyomasztónak találhatják. Eredeti kutatásunk időszakában a középfokú oktatás ezen első két éve nem volt túlzásúlvá külső, nemzeti értékelésekkel/vizsgákkal, és így az iskolák valamivel nyugodtabban próbálták meg a bevezetést, mintha a GCSE (bizonyítvány a középfokú általános oktatásról) vizsgák előtti két évben lettek volna. Ezek a megfontolások az Egyesült Királyság 7. és 8. osztályosaira, az Egyesült Államok 6., 7. osztályosaira irányítják az intervenció fókuszát, amely a 11–14 éves korosztályt jelenti. Ez jó összhangban van azzal az életkorral, amikor az agy programozhatónak tűnik a formális műveletek fejlődését elősegítő stimulációkra (Adey és Shayer, 1994, Epstein, 1990).

Összesen 32 tevékenység alkotja a teljes GT-programot. Teljes kurzusként tanítva nagyon széles választékot biztosít, de a világos konklúzió hiánya a tevékenységek végén mind a tanárban, mind a diákokban frusztrációt eredményezhet. Ezért a GT-tevékenységek elvégzését a normál természettudományos órák helyett kényszerű rendszerességgel terveztük.

Látható, hogy a CASE intervenció sem infúzióként, sem megfejlésként nem funkcionál. Eszerint nem eszköztár, amely a gondolkodás fejlesztését szolgálja a tanterv alaptartalmába tökéletesen integrálható formában, de nem is teljesen elkülönülő GT tanrend. A „megfejlés” típusú gondolkodtatási tantervekkel kapcsolatos nehézségek a következők.

a) az iskolavezetésre az amúgy is túlszűfolt órarendben extra idő biztosításának kényes szerepe nehezedik,

b) annak biztosítása, hogy a speciális órákon kifejlődött gondolkodás áthidalása/transzferje a tartalmi területeken adekvát legyen.

Másrészt, amíg az „infúziós” módszerek egy ideált reprezentálnak, addig a tartalom és a gondolkodás egy órán történő fenntartása szakmai nehézsége óriási. Valójában a CASE tanároknak azt ajánljuk, hogy a diákjaiknak egyértelműen jelezzék, hogy „ma valami mást csinálunk, és a hagyományos természettudományhoz holnap térünk vissza”. Amellett, hogy hozzájárul a diákok tudatosságához, miszerint a gondolkodási képességük fejleszthető, a tanárokat is segíti, hogy gondolkodási sémákra összpontosítsanak és hagyják, hogy a tartalmi tudnivalók a természettudományos tanterv hagyományos részében forduljanak elő.

Mégis marad a tanárokból némi aggodalom a CASE intervencióra fordított, a hagyományos munkákból elvesztegetett idő miatt, amely a természettudományok számára tantervileg kijelölt időtartam 25 százaléka. Az elmúlt években ezt előtérbe helyezték, mivel a vizsgaeredményekre, és az Egyesült Királyság-beli bajnoki táblázatokra nagyobb súlyt vetettek. Szerencsére ma már jó bizonyítékunk van arra, hogy a CASE pozitív hatással van a tanulók tudományos teljesítményére, úgyhogy ezen félelmek általában megszűnnek. Ha léteztek volna azok a nemzeti tesztek, amelyeket ma a 9. (USA 8. év, 14 éves) év végén adunk a gyerekeknek már a kora 80-as években, amikor az intervenciónk kutatása kezdődött, lehet, hogy az egész CASE projekt nem rugaszkodott volna el a földtől. Ez kijózanító visszajelzés a politikai kezdeményezések nevelési vállalkozásokra irányuló rövidlátó hatására.

A CASE tudományos eredményességre gyakorolt hatásának értékelése

A CASE intervenció eredeti kutatási projektjük által determinált hatása a diákok kognitív fejlődésére és a tudományos eredményeire mára már széles körben közzétett. (például Adey és Shayer, 1993, 1994) Mindemellett ezen munka összefoglalása áll itt, mielőtt megvizsgálánk a legújabb bizonyítékokat.

Az 1981–84-es kísérlet

Eredetileg 10 iskolát választottunk az anyag kipróbálásához, melyet a szerzők már két londoni iskolában tanítottak, nagyon széles skáláról reprezentálandó Anglia szociális és földrajzi környezeteit. Az itt leírt eredmények tíz kísérleti osztályból származnak (4 osztály a 7. osztályban kezdte, 11 korcsoport, és hat osztály a 8. osztályban kezdte: „12+” korcsoport) hét olyan iskolából, amelyek két évig folytatták a programot, többé-kevésbé tervezetten. Ezen iskolák mindegyikében egy vagy két osztályt jelöltek ki kísérletinek, és kéthetente egyszer, két évig az előzőekben már bemutatott GT tevékenységeket. Minden iskolában párhuzamos osztályokat jelöltünk ki, amelyek kor és képesség szempontjából párja lettek a kísérletinek. A kontroll-osztályoknak a hagyományos természettudományos tantervet tanították a CASE intervenció idővesztése nélkül.

Minden kísérleti és kontroll osztály egy előtesztet írt, hogy meghúzhassuk az alapvonalat a bekövetkező növekedés méréséhez, és számolhassunk a kezdeti különbségekkel a kísérleti és kontrollcsoportok között. A kétéves intervenció időszak után utóteszttel mérték a kognitív fejlődést, és mérték a természettudományos teljesítményt is minden osztályban. Ez jelentette az intervenció program (és egyben a támogatott kutatás!) végét is, de egy évvel később ismét felkerestük az iskolákat, hogy információt gyűjtsünk a tanulók természet-

tudományos teljesítményéről. További egy év múlva azok az osztályok, amelyek a CASE intervenciót 8. osztályban kezdték, letették a GCSE vizsgát, és minden előzetesen kijelölt kísérleti vagy kontroll tanuló eredményét begyűjtöttük természettudományból, matematikából és angolból. További egy év múlva azok vizsgáztak, akik a programot hetedikesként kezdték, és az ő eredményeiket is begyűjtöttük. Így rendelkezésünkre álltak az adatok, amelyek lehetővé tették a kognitív fejlődés és a tudományos teljesítmények összehasonlítását egy hosszú időszakon át az eredetileg párba állított tanulók között, akik közül egyesek megtapasztalták a CASE intervenciót, mások pedig egyszerűen csak a hagyományos természettudományos kurzusokat követték.

Ahhoz, hogy számításba vehessük az egyéni különbségeket a kezdeti kognitív szintekben, minden adat feldolgozásra került úgy, hogy

a) kiszámoltuk a regressziós együtthatót minden utólagos és előzetes mérésre a kontrollcsoportoknál,

b) ezen regressziós együttható használatával „megjósoltuk” minden kísérleti gyermek számára az utólagos mérés értékét azzal a feltétellel, hogy a kontrollszemélytől nem különbözik,

c) kivontuk a valódi utólagos mérés eredményét a megjósoltból.

Ez az eredmény a többlet nyereségi pont (r. g. pont). Bármely diákcsoport r. g. pontja annak mértéke, hogy fejlődésük vagy tanulásuk mennyiben különbözött a kezdetben kijelölt kontrollcsoportétól. Az analízis ezen módszere számol a különböző iskolákban létező eltérő iskolai teljesítménymérésekkel, mivel minden kísérleti diákot a saját iskolájából jövő kontrolldiák által felállított normával hasonlítjuk össze. Neki azonos tapasztalatai voltak, kivéve a GT kitétel. E módszernek szigorú adatfeldolgozási követelményei vannak, de a rendelkezésre álló adatok leghatékonyabb felhasználását adja.

Az összehasonlítás kényelmessé tételéhez minden eredményről r. g. mutató formájában számolunk be. Figyeljük meg, hogy az r. g. mutató a kontrollal való összehasonlításra épül, így az r. g. mutató definíciója alapján minden kontrollra számítva nulla. 4 csoport eredményeit tárgyaljuk: az intervenciót hetedikesként elkezdő fiúk, a nyolcadikusként kezdő fiúk, és a megfelelő lánycsoportok. Az 1. táblázat minden csoportra összefoglalja a diákok számát, az átlagos r. g. mutatót, a standard deviációt, a szignifikanciaszintet (ahol szignifikáns), és a hatékonyságot a standard deviáció egységében az azonnali, a kognitív fejlődést mérő utótesztre, a késleltetett természettudományos teljesítményre, valamint az intervenciót követő három évvel későbbi GCSE eredményekre. Figyelmet kell fordítanunk ezen eredmények néhány jellegzetességére, amelyek közül néhány nyilvánvaló, de néhány nem világos magukból a számadatokból.

– Az azonnali hatás meglehetősen mérsékelt, de

a) az újabb, közvetlen hatások a kognitív fejlődésre nagyobbak (lásd később) a kognitív fejlődésen elvégzett hatásvizsgálatból az sokkal nagyobb,

b) erős korreláció van az egyes tanulóknál a kétéves intervenció program kognitív nyeresége és a későbbi, a GCSE eredményekben mutatkozó nyereség között.

– A mérsékelt azonnali hatások ellenére létezik egy hosszú távú, és nyilvánvalóan növekvő hatása az intervenciónak a tanulók tudományos teljesítményére. Elvileg ez az, amit várhatunk egy intervenció programtól, amelyik a tanulók általános gondolkodási képességeit emeli. Az emelt kognitív szintek hatása – az intervenció végét követően – az, hogy fejleszti a tanuló azon képességét, hogy profitáljon a hagyományos osztálytermi oktatásból. Az ilyen fejlődés valószínűleg kumulatív, mivel a jobban megértett konceptuális tanulás egészségesebb teret biztosít a tanulásnak, stb.

– Úgy tűnik, hogy van egy kor–nem interakciós hatás, ami szerint az intervenció hatásosabb fiatalabb lányoknál, és idősebb fiúknál. Habár ez a nézet remekül illeszkedik a formális műveletek fejlődési lehetősége kognitívabbak modelljéhez, amely egyezik azzal, hogy általában ebben a korban korábbi az érés a lányoknál, mint a fiúknál, mégis

óvatosnak kell lennünk, mielőtt ilyen konklúzióra jutunk. Egyrészt a 11+ korcsoport valójában sokkal tehetségesebb volt, mint a 12+ korcsoport, mindkét csoport az intervenciót ugyanazon kognitív fejlettségi szinten kezdte. Másrészt a legfrissebb adatok nem mutatnak semmit a nemi hatásról.

A gyarapodás megoszlása bármely csoportban gyakran kétpólusú. (Itt nem mutatjuk be, de megtalálható. Adey and Shayer, 1994) Ezek szerint egyes tanulók nagyon sokat fejlődtek, két standard deviáció körüli mértékűt, míg mások alig többet, mint a kontroll személyek. Nem tudjuk, hogy ez miért van, de lehetséges, hogy a GT módszerek különböző tanulási stílusokhoz való illeszkedésével kapcsolatos.

	Csoport	Létszám	Átlagos nyereségi mutató	Standard deviáció	Szignifikancia	A hatás
Kurzus utáni kognitív teszt 1987. július	11+fiú	29	-0,21	0,95	–	–
	11+lány	27	0,08	1,10	–	–
	12+fiú	65	0,70	1,00	0,001	0 , 7 5
	12+lány	52	0,03	0,98	–	–
Egy évvel későbbi term. tudományos teljesítmény	11+fiú	337	2,72	15,45	–	–
	11+lány	31	7,02	12,76	0,025	0 , 6 0
	12+fiú	41	10,46	16,60	0,005	0 , 7 2
	12+lány	36	4,18	14,41	–	–
GCSE eredmények, 1989.						
Természet-tudomány	12+fiú	48	1,03	1,34	0,005	0 , 9 6
	12+lány	45	0,19	1,38	–	–
Mate-matika	12+fiú	56	0,55	1,23	0,005	0 , 5 0
	12+lány	54	0,14	1,27	–	–
Angol	12+fiú	56	0,38	1,27	0,05	0 , 3 2
	12+lány	57	0,41	0,96	0,01	0 , 4 4
GCSE eredmények, 1990.						
Természet-tudomány	12+fiú	35	-0,23	1,46	–	–
	12+lány	29	0,67	1,36	0,025	0 , 6 7
Mate-matika	12+fiú	33	-0,21	1,59	–	–
	12+lány	29	0,94	1,26	0,005	0 , 7 2
Angol	12+fiú	36	0,26	1,65	–	–
	12+lány	27	0,74	1,32	0,025	0 , 6 9

1. táblázat

Az 1984. szeptemberi előzetes kognitív teszten alapuló, a kétéves CASE intervenció végeztével, az egymás után következő tesztekre számított többlet nyereségi mutatók (r.g. mutató)

Az újabb eredmények

Az előző fejezetben bemutatott eredmények az eredeti kutatásból valók, amelyben az adott kísérleti osztályokra gyakorolt hatás mérését tudtuk megvalósítani jól párba állított, azonos iskolából származó osztályokkal, ugyanazon tanárokkal. A hátrányokról: csak kis létszámmal dolgoztunk, mivel minden iskolából csak egy vagy két osztályban tudunk adatokat gyűjteni, mi magunk még dolgoztunk az intervencióra felkészítő tanári tréningeken, a tanárok maguk, izoláltan dolgoztak iskolájukban a projekten.

Az 1991. májusi GCSE eredmények alapján, a hosszú távú eredmények publikálását követően nagy érdeklődés mutatkozott az iskolák részéről az anyagok, és a módszerek iránt, amelyek lehetővé teszik szmukra az eredmények reprodukálását. Azóta kétéves tanár-továbbképzési kurzusokat vezetünk a módszerek bemutatására. Habár ma is sok új adatot gyűjtünk, lényeges különbség e között, és az eredeti kísérlet között az, hogy ma már van módszerünk, amely véleményünk szerint működik. Egy osztálytól sem tagadjuk meg erkölcsi-

leg azt a kísérleti kontroll hiánya miatt. Az új adatok feldolgozásának egy módja, hogy összehasonlíttuk a CASE iskolákat az 1970-es években Anglia és Wales iskoláiban végzett CSMS (Concepts in Secondary Mathematics and Science = Természettudományi és matematikai fogalmak középfokon) felmérések (Shayer, *Küchemenn, Wylam*, 1976; Shayer és Wylam, 1978) alapján kidolgozott nemzeti normákkal. A nemzeti adatok kontrollt biztosítanak olyan tekintetben, hogy mi az elvárt, átlagos eredmény, amelyhez a CASE tanulókat hasonlíthatjuk. A CASE tréning programban résztvevő iskolák első csapatából adatokat gyűjthetünk a kognitív fejlődésről elő- és utótesztek alapján 8 iskola 63 osztályában. Ezen osztályok közül néhányan hetedikben, mások nyolcadikban kezdték az intervenciót, egy iskola mindkét évfolyamon elkezdte. Az iskolák r.g. mutatóinak átlaga hatásmagyságban összehasonlítva a nemzeti normákkal, összefoglalva a 2. táblázatban található.

Ténylegesen megvizsgáltuk az elért hatás nagyságát a 63 osztály mindegyikében, egy osztályban szignifikánsan negatív hatás jelentkezett, feltehetően az előteszt adminisztrációjánál történt hiba miatt. Négy másikban nem szignifikáns negatív hatás, három osztályban 0,3 δ -nál kisebb pozitív hatás jelentkezett. A fennmaradó 58 osztály mindegyikében a gyerekek kognitív fejlődésének mértékére a CASF intervenció szignifikánsan pozitív hatását mutattuk ki. Mint előzetesen bemutatuk az intervenció időszakban szerzett kognitív gyarapodás kapcsolatban áll a későbbi tudományos nyereségekkel.

Újabb (1996 áprilisában) a CASE iskolák tudományos eredményeiről is gyűjtöttünk adatokat, hogy összehasonlítsuk a CASE iskolákat a nem CASE iskolákkal a KS3 NCT (Key Stage 3 National Curriculum Test = 9. osztály végi Nemzeti Tantervi Teszt) alapján. Az Egyesült Királyságban a kormány egy nemzetileg irányított teszt sorozatot vezetett be különböző tantárgyakból minden „Key Stage” végén, ami a 2., 6., és 9. osztály végét, sora a 7, 11, és 14 éveket jelenti. A GT-t 7. és 8. osztályban használó iskolákban a 9. osztály végén a KS3 NCT megfelelő felmérést biztosít az eredményekről egy évvel az intervenció befejezése után. A 3a, 3b, és 3c ábrákon minden pont egy iskolát reprezentál. Az x tengely az iskola tanulóinak átlagpontszáma a hetedik osztály elején a kognitív fejlettségi szint mérésén a nemzeti átlag százalékarányában kifejezve. Ez az iskola felvételi képesség mérője, amely néhány olyan faktort tükröz, mint például az iskolai környezet szocio-gazdasági feltételei vagy, hogy a környék kiemelt iskolája-e, kiválaszthatja-e a legtehetségesebb tanulókat. Úgy alakult, hogy szinte minden iskola, amelyről adatunk van a felvételi képességek szerint a második félben van Az y tengely a KS3 NCT-en elért siker fokmérője. Ezeket a teszteket a Nemzeti Tantervi szintekhez méretezik, amely 1-től 10-ig (újabbban 1-től 8-ig) skálára eshet. A KS3-on 6-os és ennél jobb eredményeket elérő gyerekek százalékát veszik gyakran az iskola sikermérőjének. Hogy a grafikon szerkezete lineáris legyen, minden eredményt logitá transzformáltunk: $\ln(\% / 100\%)$. Ezért van, hogy a tengely mértéke nem egyenletes távolságú.

Minden ábrán meghúztuk a regressziós egyenest a kontroll (nem CASE) iskolákra alapozva. Nem meglepő, hogy a KS3 teszten elért siker szorosan kapcsolódik a gyerekek felvételi képességeihez. Nem meglepő, mivel az iskolai teszteknek részben az általános képességeket is vissza kell tükrözniük. Ott, ahol a tanítási módszerek és elvárások nem különlegesen, elkerülhetetlen, hogy közvetlen kapcsolat legyen az iskola átlagos felvételi szintje és átlagos vizsgaeredménye között. Ami szembeötlő, hogy az összes eddigi adatunk alapján a CASE iskolák bőven a kontroll regressziós vonal felett helyezkednek el. Ez igaz még Angolból is, habár a pontok sokkal szétszórtabbak, mivel a becslés sokkal megbízhatatlabb. A hatás kb. +30 százalékpontnak feleltethető meg az iskolai átlagteljesítményekben. Világos, hogy a CASE intervenció szisztematikusan nagyobb tudományos értéket biztosított az adott kognitív szinttel rendelkező diákoknak, mint a nem CASE iskolák, és az is, hogy a hatás általában érvényesül a tanulók eredményeire, messze túlmutatva azon a természettudományos kontextuson, amelyben a kognitív intervenció programot megfogalmaztuk. Ez az állítás kiváltképp az angol eredményeken kimutatott távoli transzferhatá-

son alapul. Ez nem magyarázható egy bizonyos kontextusban megfogalmazott direkt gondolkodási tréninggel, hanem kitűnnek az általános fejlesztési mechanizmusok, amelyek tudatosan vagy nem-tudatosan alkalmazhatók a diákok tanulási folyamataiban.

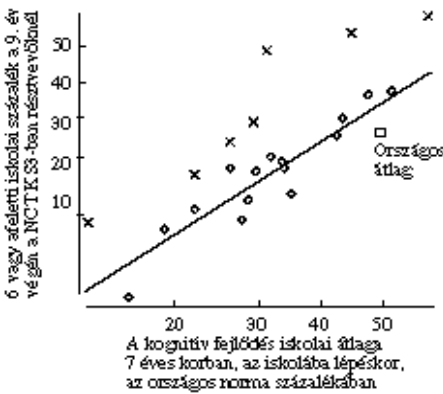
Ezek jó okot szolgáltatnak a feltételezéshez, hogy megnövelt hatás lett volna elvárható. Eltérően az eredeti kísérletektől a kivitelezés során, az iskola minden természettudomány szakos tanára részt vesz a TS tanításában. Így a természettudományos munkaközösség kultúrájának részévé válik, és így sok lehetőség nyílik a tanároknak egymás kölcsönös támogatásra. Mindemellett a megvalósításban jobban tudunk koncentrálni a tanárto-vábbképzés professzionális fejlesztési módszereinek kifejlesztésére.

Iskola	Kezdő év	A hatás mértéke
1	11+	0,67
1	12+	0,76
2	11+	0,69
3	11+	1,12
4	11+	1,12
5	12+	0,80
6	11+	1,00
7	12+	0,29
8	12+	1,26

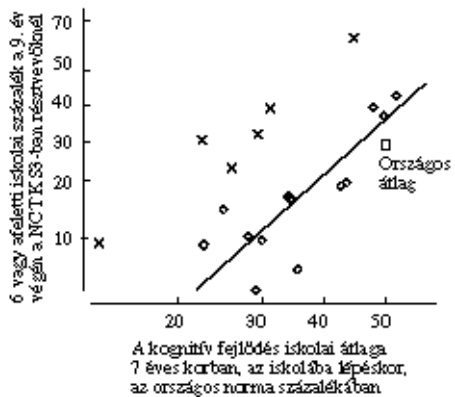
2. táblázat

A kognitív fejlődés többlet nyereségi mutatója 8 iskolában, amelyek részt vettek a CASE tréningben 1991–93-ban

3/a) Természettudomány



3/b) Matematika



3. ábra

Összefüggés a kognitív szintek között az iskolába lépéskor és a kilencedik év végén teljesített NCT KS3 teszt alkalmazásával.

x-szel jelöltük a CASE-ben résztvevő és o-val a CASE-ben részt nem vevő iskolákat.

Konklúzió és diszkusszió

Nem hiszem, hogy a GT az egyetlen módja annak, hogy a gyerekek általános kognitív képességét befolyásoljuk. Sok más program van, amelyek ugyanolyan érdekes tevékenységeket ajánlanak, és amelyek úgy tűnik, képesek hosszú távú transzferhatások kifejlesztésére. Akkor hát miért van olyan kevés gondolkodási program, amely a hatásáról olyan

bizonyítékokat tud felmutatni, mint amilyeneket itt összefoglaltunk? Íme néhány lehetséges ok.

Idő

Az általános hatások értékelésének természete az, hogy hosszú távú vizsgálatra van szükség. Olyan értékelési vizsgálatok, mint például a miénk, amelyek 15 évig tartanak, nagyon nehezen biztosíthatóak személyzettel és anyagi forrásokkal. Ha valaki csak a végzős hallgatókra számít a kutatásban, vagy kutató ösztöndíjhoz kötött, amelyek soha nem hosszabbak három évnél, különösen nehéz bizonyítékot adnia a hosszú távú általános hatásokra, még akkor is, ha azok léteznek.

Modellek

A tanulásról és a fejlődésről széles körű modellre van szükség, amely biztosítja a következetes alapot a tevékenységek és a becslések tervezéséhez. A kognitív fejlődés Piaget-i modellje a kölcsönhatásról és az egyensúlyról egy népszerűtlen fázison ment át nemrég, maga a szerző is megtapasztalta, hogy tudományos vezetők szerint a Piaget-ra alapozott munkák szükségszerűen csakis rossz elképzelések lehetnek. Emellett Piaget modellje nekünk azt biztosította, amely következetes, széles körű és amelyre szükségünk volt. Persze ezek alternatív magyarázatok a CASE hatásaira, de ha valakinek nincs elméletileg levezetett hipotézise, akkor lehetetlen, hogy le tudja tesztelni az alternatívákat, hogy a hatást továbbfejlessze.

Általánosság

A közelmúltig a nevelési kutatásokat erősen befolyásolja az az elképzelés, hogy minden kongníciónak helyzethez kötött. Eszerint lehetetlen az intelligenciáról általánosságban beszélni, nem így az intelligens viselkedésről, amely bizonyos egyéni megnyilatkozás egy bizonyos szituációban. Ebben a „Zeitgeist”-ben kevés az indíttatás arra, hogy módokat keressünk a gyerekek intellektuális képességének növelésére. A „helyzethez kötött kongníciónak nézet jórészt néhány jó kutatás elferdített interpretációján és helytelen felhasználásán alapul. Hiszem, hogy az itt bemutatott adatok segítenek helyreállítani a hitüket azon eszmében, hogy léteznek általános faktorok, amelyek befolyásolják az intellektuális teljesítményt, és ezen faktorok neveléssel befolyásolhatók.

Kvantitatív módszerek

Specifikusabban: az emberek közötti interakciók minőségére vagy a természeti konstrukciók kutatására az 50-es és 60-as években túl kevés figyelmet fordítottak. A nem megfelelő, elhamarkodott behaviourista kutatásokban, ezek következményeként a kvantitatív módszerekbe vetett hit megrendült. De az inga nem lendült túl mesze a másik irányba, és kijózanító tapasztalat végignézni például az Amerikai Nevelési Kutatási Társaság éves ülésének programját, amelybe kvantitatív tanulmányok mégis beférköztek. Sokkal többet kell tudnunk a gondolkozási programok minőségéről, de az is szükséges, hogy megbízható méréseket lássunk a tanulásra kifejtett hatásokról. Javaslatom tehát az, hogy legyen minél több hosszú távú, kvantitatív és elméletileg megalapozott kutatási program, jelzi azt, hogy lehetséges növelni az általános, tudományos teljesítményt a tanítási módszerekre és anyagokra vonatkozó néhány sajátos módosítással.

Irodalom

ADEY, P. S.: *It all depends on context, doesn't it?* Searching for general, educable dragons. *Studies in Science education*, 1977. 29., 45–92. old.

- ADEY, P. S.–SHAYER, M.: *An exploration of long-term far-transfer effects following an extended intervention programme in the high school science curriculum*. Cognition and Instruction, 1993. 11., 1–29. old.
- ADEY, P. S.–SHAYER, M.: *Really raising standards. Cognitive intervention and academic achievements*. Routledge, London, 1994.
- ADEY, P. S.–SHAYER, M.–YATES, C.: *Thinking Science: U. S. edition*. Philadelphia Research for Better Schools, 1992.
- ADEY, P. S.–SHAYER, M.–YATES, C.: *Naturwissenschaftlich denken*. Aachen, Aachener Beiträge zur Pädagogik, 1993.
- ADEY, P. S.–SHAYER, M.–YATES, C.: *Thinking Science: The curriculum materials of the CASE project*. (2nd edition) Thomas Nelson and Sons, London, 1995.
- BROWN, A. L.: *Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms*. In: R. KLUWE–F. WERMERT (eds.): *Metacognition, motivation and understanding*. Lawrence Erlbaum, London, 1987.
- EPSTEIN, H. T.: *Stages in human mental growth*. Journal of Educational Psychology, 1990. 82., 876–880. old.
- INHELDER, B.–PIAGET, J.: *The growth of logical thinking*. Routledge, London, 1958.
- PERKINS, D. N.–SALOMAN, G.: *Are cognitive skills context bound?* Educational Researcher, 1989. 18., 16–25. old.
- RESNICK, L. B.: *Education and learning to think*. National Academy Press, Washington D. C., 1987.
- SHEYER, M.–KÜCHEMANN, D. F.–WYLAM, H.: *The distribution of Piagetian stages of thinking in British middle and secondary school children*. British Journal of Educational Psychology, 1976. 46. 164–173. old.
- SHAYER, M.–WYLAM, H.: *The distribution of Piagetian stages of thinking in British middle and secondary school children*. British Journal of Educational Psychology, 1978. 48. 62–70. old.