

Nahalka István

Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben?

Konstruktivizmus és pedagógia

(A kiadást megelőző egyik, a kiadással lényegében megegyező szövegű kézirat)

A kiadott változat bibliográfiai adatai:

Nahalka István 2002. *Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben. Konstruktivizmus és pedagógia.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Megjelenik az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatásával (a támogatott kutatási program nyilvántartási száma: TO 25672)

© Nahalka István, 2002

Tartalom

Előszó.....	
1. Bevezetés	
2. Milyen tudományos módszerrel fogjuk vizsgálni a konstruktivizmust?	
2.1. A tudományok átalakulása a 20. században.....	
2.2. A tudományról.....	
2.3. Mi is az, amit itt sokan felbomlani látnak? Mi is a newtoni világszemlélet?	
2.4. Hogyan próbáltak felülemelkedni a tudományos paradigmák a newtoni látásmódon?	
2.5. Miért oly fontos minden tudomány számára a matematika?	
2.6. Rendszerleírás és valóságos tudományok a 20. század végén	
3. A konstruktivizmus előzményei.....	
3.1. Tudományfilozófiai előfeltételek.....	
3.1.1. Induktív-empirikus látásmód.....	
3.1.2. Az induktív-empirikus látásmód kritikája	
3.1.3. Az induktív-empirikus szemléletmód a pedagógiában.....	
3.1.4. Alternatív tudományelméletek	
3.2. Kognitív pszichológiai előfeltételek	
3.2.1. A kognitív tudományok, a kognitív pszichológia születése	
3.2.2. A korai kognitívizmus személyiségképe, s ami szembeállítható vele	
3.2.3. Mivel születünk?	
4. A tanulásról alkotott elképzelések a pedagógiában.....	
4.1. A szavak és betűk pedagógiája	
4.2. A szemléltetés pedagógiája	
4.3. A cselekvés pedagógiája.....	
5. A konstruktivizmus, mint ismeretelmélet	
5.1. A konstruktivizmus a megismerés folyamatáról.....	
5.2. Az adaptivitás fogalmának jelentősége a pedagógia számára	
5.3. Szociális konstruktivizmus – konstrukcionizmus	
6. A konstruktivista pedagógia alapjai	
6.1. A pedagógiai folyamat képe a konstruktivizmusban	
6.2. A pedagógus átalakuló szerepe.....	
6.3. A konstruktivista didaktika.....	
6.3.1. A tanítás, mint a konstrukciós folyamatokat optimalizáló tanulási környezetek kialakítása.....	
6.3.2. A problémamegoldás a konstruktivista oktatásméletben.....	
6.3.3. A tudásrendszerek struktúrája	
6.3.4. Az előzetes tudás fontossága	
6.3.5. A kontextuselv	
6.3.6. A többféle megközelítés elve	
6.3.7. A differenciálás	
6.3.8. Az értékelési folyamatok a konstruktivista szemlélet keretei között.....	
7. Gyermektudomány.....	
7.1. A gyermektudomány értelmezése, egy gyermekontológia felépítésének lehetőségei	
7.2. Illusztrációk	
7.2.1. Hogyan tanulják meg a gyerekek, hogy a Föld gömbölyű?	
7.2.2. Energia a gyermeki szemléletben	
7.2.3. Hogyan „látják” a gyerekek az elektromosságot?	
7.2.4. Az anyagról alkotott gyermeki elképzelések.....	
7.2.5. A környezet és a gyermek – „gyermekökológia”	
7.2.6. A mozgásszemlélet alakulása a gyerekekben – Arisztotelésztől Newtonig, s tovább	
Irodalom.....	

Előszó

E könyv a konstruktivizmusról, pontosabban a konstruktivista pedagógiáról szól. Lapjain az olvasó egy olyan pedagógiai gondolatrendszer leírását találja, amely a legtöbb, talán *minden* részletében eltér attól, amit ma Magyarországon (is) nevelésnek, oktatásnak tartanak. Néhol ez az eltérés nem jelentős, szinte észrevehetetlen, máshol oly nagy, hogy a gondolatok megemésztésének nehézségei, maga a távolság teszi nem összehasonlíthatóvá ezt az újat azzal, ami van.

Ami van, azzal sok baj van. A kincstári optimizmus, a nevelőknek (legalábbis a médiában) kijáró kötelező tisztelet gyakran eltakarja a bajokat, de úgy vélem, azokat egyre többen látják.

Nehéz persze a diagnózis. Lehet elhamarkodottan, érzelmektől elvakultan kritizálni. Lehet csak felszínesen bírálgatni a hazai oktatást. Lehet valamilyen periférikus problémába belekötni, s túláltalánosítani azt. Sokféle igaztalan eljárást lehet alkalmazni, ezek azonban nem visznek előre, elsősorban azért, mert éppen a neveléssel foglalkozók szimpátiáját nem nyerhetik el. Ma nem létezik tudományosan felépített láttelep a hazai oktatás helyzetéről. Vannak viszont tudományosan átgondolt, kutatott részismeretek. Ezek sorolását még nem szabad komplex elemzésnek tekinteni, a részek nem helyettesítik az átfogó, az egész rendszerre vonatkozó kritikát. De sok mindent megtudhatunk belőlük, előremutató résztevékenységeket indíthatunk el, s egy átfogó elemzés kialakításához is hozzájárulhatnak.

Vannak részelemzéseink arról, hogy milyen a magyar oktatás „tanítási színvonala”. Idézőjelek közé került, mert valójában nincs ilyen szakkifejezés. Csak azt akartuk vele jelezni, hogy az egyes területeken elvégzett – a tanítás eredményességével kapcsolatos – vizsgálatok együttesen mára kirajzolnak egy képet arról, milyen általános, szinte minden területen jelentkező nehézségekkel küzdünk. Csak az érdeklődés felkeltése, s egyáltalán nem a lezárt végelemzés kimondása szándékával foglaljunk össze pontokban ezek közül néhányat:

1. A valamikor híres magyar matematikai és természettudományos nevelés sikerei ma már nem oly meggyőzőek, mint régen. Sőt, jó néhány területen a nemzetközi átlag alatti eredményeket érnek el tanulóink (Beaton és mts. 1996, Nahalka 1999)
2. Az olvasásmegértés és az idegen nyelvek tanulása színvonalának nemzetközi mérési eredményei sem mutatnak hízelgő képet hazánkra nézve (Halász & Lannert 1998).
3. A „magunk számára elvégzett” elemzések is nyugtalanító eredményeket hoztak, ahogy azt a Monitor vizsgálatok (Vári és mts. 1998), illetve a JATE Pedagógia Tanszék kutatásai (Csapó 1998) érzékeltették.
4. Sok-sok vizsgálat, de a hétköznapi tapasztalat is azt mutatja, hogy a magyar iskolákban a tanítás-tanulás még ma is elsősorban a pedagógus által vezérelt, a gyerekek önállóságát csak minimálisan biztosító tevékenység.
5. A tanórákon a pedagógusok döntő többsége a gyerekek csoportját egységes „masszának” tekinti, Magyarországon szinte nincs kultúrája a pedagógiai differenciálásnak.
6. A magyar iskolákban a módszertani kultúra megrekedt kb. 5-6 módszer alkalmazásánál, a modernebb eljárások, mint amilyenek a kollektív elsajátítási technikák, a projekt, a számítógépek alkalmazása szinte alig terjedtek el.
7. A magyar pedagógiai gyakorlatban az értékelés egy avított tanulólélektani ideológiára építve valójában az „idomítást” szolgálja. Annak eszköze, hogy a gyerekek a tudást –

amíg egyáltalán meg kell, hogy tartsák (az érettségiig) – képesek legyenek tökéletesen reprodukálni.

Mindezek természetesen rendkívül bonyolult társadalmi folyamatok eredményei. E folyamatokban maguk a pedagógusok is kiszolgáltatottak, s bár lenne némi autonómiájuk, valójában kénytelenek követni a társadalom változási folyamatai által rájuk kényszerített elveket, célokat, megoldásokat. Ameddig a társadalom jobbra konfliktusmentesen beilleszkedő, a fennálló viszonyokat kritika nélkül elfogadó, engedelmes állampolgárokat, szavazókat, munkaerőt vár el az iskolától, s csak kis számban kritikusabb szemléletű, kreatív embereket, addig az iskola nagyon nehezen tud megszabadulni az e helyzet által létrehozott korlátoktól.

Társadalmunk azonban átalakulóban van. Az oly sokszor emlegetett változás, az új szemléletmódok iránti igény, az átalakulási folyamatok (és hasonló közhelyes megfogalmazások) mögötti tartalom lényege talán éppen abban fogalmazható meg, hogy ha történeti léptékben mérve is, de fokozatosan megváltozik az egyes emberrel, az „átlag állampolgárral” szemben támasztott társadalmi igény. Hiszek benne – ha nem tenném, akkor nem foglalkoznék azzal, amivel ma –, hogy a társadalmi gyakorlat a modern társadalmakban egyre nagyobb arányban igényel a környezetüket jól értő, annak viszonyait megváltoztatni is tudó embereket. Úgy gondolom, hogy ez a „csendes forradalom” alapvetően átalakítja az oktatással szembeni igényeket is.

Szó sincs arról, hogy ezeket az igényeket ne ismernénk. A felvilágosodás óta szépen kidolgozott elméletté vált, hogy valami egészen elvont értelemben mi is lenne a nevelés feladata. A szabad, művelt, kreatív, tevékeny, kritikus, közösségi, öntudatos ember képe szinte minden magát polgárinak valló, de a legtöbb színvonalasabb marxista nevelésfilozófiának is része volt. Csak tudjuk, hogy az elmúlt századokban a társadalmi gyakorlat igényei nem egészen ezek voltak. Jó lenne azt mondani, hogy most már viszont ezek, de ilyen kijelentést még óvatosan sem fogalmazhatunk meg. Csak tendenciát látunk, de ahogy oly sok más területen, itt is gyorsulnak a folyamatok.

A pedagógia tehát szembe kell, hogy nézzen azzal az első pillanatra ijesztő követelménnyel, hogy amit évszázadokon keresztül elviekben megfogalmazott, azt most gyakorlattá kell változtatnia. S ez tényleg ijesztő, mert addig lehet „felelőtlenül” elmélkedni a nevelés eszményeiről, amíg szinte egyáltalán nincs lehetőség azok célokká fogalmazására és realizálására. Most viszont szembe kell néznünk a megvalósítás iszonyú felelősségével és nehézségeivel. Ezek a nehézségek annál is nagyobbak, mert egy olyan tudomány, amely nem éli át nap, mint nap a gyakorlati megmérést, amelynek állításait nem ellenőrzi kíméletlenül a társadalmi folyamatok szinte rögtön a kimondásuk után, az egy idő után „berozsdásodik”. Márpedig a pedagógiával kapcsolatban van ilyen veszély.

Az persze nem igaz, hogy a pedagógia nem fejlődött. Fejlődött, de vajon rendelkezünk-e válaszokkal az előbb leírt kihívásra? Sokan azt reméljük, hogy igen. Vannak a pedagógiában rendkívül biztató kezdeményezések, tartalmas elméletek, amelyek alkalmazása sikerrel kecsegtethet. Hazánk helyzete, a történelmi folyamatok huszadik századi sajátosságai folytán azonban nálunk a neveléstudomány megújulását jelentő elgondolások, az „új pedagógiák” sajnos kevésbé ismertek. Nekünk magyaroknak tehát még hosszabb utat kell bejárnunk. Nem elég, hogy azon kell morfondíroznunk, hogy milyen módon kellene a gyakorlatban érvényesíteni bizonyos jól ismert tételeket, elgondolásokat, előbb még el is kell terjesztenünk ezeket a gondolatokat, adaptálnunk kell a világban született „új pedagógiákat” a saját viszonyainkra.

Nem akarok rébuszokban beszélni, ezért álljon itt egy nem teljes lista arról, hogy mi mindenben vannak válaszai a pedagógiának nemzetközileg a kor kihívásaira. Ez egyben az „elmaradásaink” listája is, magam éppen ezeket a „tételeket” tekintem olyanoknak,

amelyekben az elkövetkező időkben a hazai pedagógus társadalomnak alapvető tudást kell szereznie.

1. A világban az iskolarendszerek formálódása elég határozottan a minden gyerek számára lehetőségeket biztosító, mindenkit a saját lehetőségeinek maximumáig eljuttatni akaró, nem szelektáló iskolatípusok előnyben részesítése felé mozdult el. Idegen szóval a komprehenzív iskola gondolatának térnyeréseként írható le ez a folyamat, szemben a csak kevesek számára magas színvonalú képzést nyújtó, szelektív iskolával. Magyarországon az ezredfordulón gyakorlatilag egyáltalán nem érvényesül ez a tendencia.
2. A világban az általános képzés célrendszereinek megfogalmazása során egyre inkább megfelelő hangsúly kerül azokra a célokra, amelyek általában az állampolgárok életre való felkészülését, a társadalmi gyakorlatban való részvételre való előkészítést szolgálják. Vagyis a mindenki számára biztosított iskolai oktatás nem rendelődik alá a speciális szak-kompetenciák kifejlesztésének, a következő iskolafokozatra való felkészítésnek. Érzékletesebben fogalmazva, s egy példával illusztrálva: mondjuk a fizika oktatása során nem rendelik alá a 99 % oktatását azon 1 % érdekeinek, akik leendő szakmájukban majd aktívan használni fogják fizikai szaktudományos ismereteiket. Mi ma még ezt tesszük, azzal az ideológiával, hogy tulajdonképpen általános műveltséget biztosítunk. Sokaknak erről egészen más a véleményük.
3. A világban jelentős törekvések vannak arra, hogy az iskolai tanulás folyamatát teljes mértékben megújítsák. Ezek a törekvések a tanulás új, bátran forradalminak is nevezhető felfogásán alapulnak. Elsősorban a konstruktivista ismeretelmélet hatására a pedagógiában is megfogalmazott elképzelések gyakorlati realizációjáról van itt szó, s ebben a könyvben ez lesz a témánk. A magyar pedagógiai közvélemény még csak az alapokkal ismerkedik.
4. A számítógép forradalmasítja az oktatást. Ezt sokan tarthatják túlzó kijelentésnek, de a tények nagyon erősen alátámasztják állításunkat. Még az „utca embere” is tudja, hogy hazánkban is voltak, vannak kezdeményezések a számítástechnika iskolába való bevitelére. Addig azonban egyáltalán nem érvényesülhet az új technika jótékony hatása, amíg csak a számítástechnika vagy informatika tantárgy használja, elsősorban arra, hogy a gyerekek megtanuljanak a géppel bántani. Ez nem elvetendő hatás, de valljuk be, a modern technika iskolai alkalmazásának csak egy szelete. Az „igazi” az lesz, amikor már a fizika-, a biológia-, a magyar-, a történelem-, a rajzórán kerül majd elő a gép, s válik a tanulás perspektívája hirtelen szinte felfoghatatlanul szélessé.
5. Az elmúlt két-három évtizedben a pedagógusi tervezés rendkívül hatékony segítői jelentek meg a gyakorlatban (sőt – ne legyünk szemérmesek – a valóságos piacon). Ezek a profi fejlesztő munka keretében kidolgozott oktatási programok, vagy másképpen (csak ez nálunk félreértésre ad okot) a kurrikulumok. Teljesen átalakult a tantervek szemlélete, élesebben elváltak egymástól az oktatáspolitikai dokumentumként, a tartalmi szabályozás eszközeiként felfogott, illetve a napi pedagógiai munkát segítő formák. Az utóbbi tantervtípus kialakulásával az új pedagógiai eljárások elterjesztésének rendkívül hatékony eszközei jöttek létre. Mi szinte egyáltalán nem ismerjük ezt a típust. Nagyon sok tantervet írtunk az elmúlt tíz évben, de ezeknek a döntő hányada pusztán szabályozni akarta, hogy mit tanítsanak az iskolában.
6. A pedagógia szinte teljesen felkészült arra, hogy megfelelő elméleti háttérrel szolgáljon a pedagógiai értékelési folyamatok radikális átalakításához. Erre a radikális átalakításra feltétlenül szükség van, ezt fenti kritikai pontjaink között az

egyikben már jeleztük. A neveléstudomány rendelkezik azokkal az alapelvekkel, amelyek az értékelési folyamatok tanulási folyamatba való integrálását, a negatív hatások kiküszöbölését, az értelmes tanulás előtérbe kerülését, az önértékelés primátusának érvényesítését, az értékelés szakszerűbbé tételét szolgálnák. Ezek azonban jelentős mértékben eltérnek a mai gyakorlatban érvényesülő elvektől (mi is tárgyaljuk majd e kérdést az egyik fejezetben). S különösen nálunk nagy a szakadék a modern elképzelések és a reális gyakorlat között.

Ha a pedagógia gyakorlata ezeken a pontokon – szelekció visszaszorítása, általános képzés primátusa, az új tanuláselképzelések érvényesítése, a számítógép érdemi használata, a tantervek között az oktatási program típus térnyerése, az értékelési folyamatok radikális átalakítása – képes lenne jelentősebb mértékben változni, akkor azt mondhatnánk, hogy a neveléstudomány nagyon sokat tett a fent leírt társadalmi kihívásra való válaszadásban.

Ahogy már jeleztem, ebben a könyvben ennek az átfogó programnak csak egy kis részével szeretnék foglalkozni. Ez nem más, mint a tanulási folyamatok szemlélete és az ennek eredményeként kialakított, kialakítandó gyakorlat. Ezen a téren, s ezt is jeleztem már, az elmúlt két-három évtizedben forradalmi folyamatok zajlottak. Korábbi, bebetonozottnak hitt elképzeléseink a megismerésről, a tanulásról szinte kártyavárként omlottak össze legalábbis azok számára, akik elfogadták a konstruktivizmus nem egyszer rendkívül meglepő, felforgató álláspontját. Itt valami egészen új van, tudományos forradalom, ahogy Thomas Kuhn mondaná. Az emberi értelem csodálatos vonása (bár e tulajdonságot akár ijesztőnek is tarthatnánk), hogy képes gondolkodási rendszerek elemeinek szinte az ellentettjeiből, teljes megfordításukból is koherens, s ami fontosabb: a gyakorlat számára is fontos elméleteket kialakítani. Valami ilyesmi történt a tanulás pedagógiai fogalmával is, s ez különösen izgalmassá teszi a kutakodást.

Bemutatom az itt következő lapokon, hogy a neveléstudomány rendelkezik azzal az ismeretrendszerrel, amely alapján gyökeresen át lehetne már ma is alakítani a tanulócsoporthoz tartozó munkát. Sokak neveléstörténeti tanulmányainak egy megdöbbentő fejezete lehetett – ha felfigyeltek erre –, hogy a huszadik század elején megjelenő reformpedagógiák hogyan forgatták fel fenekestül a tanóra, a tanulócsoporthoz, az iskolai munka egészét. Az egész neveléstudomány nagyon sokat tanult ezekből a kezdeményezésekből. Megtanulta annak tekinteni a gyermeket, ami: önálló, tevékeny, a világot a cselekedetei által megváltoztatva megismerő embernek. Megtanulta, hogy a pedagógiai folyamatban nincsenek kőbe véssett tételek szerint kialakítandó formák, a nevelőmunka tere, módszerei, szervezési körülményei, eszközrendszere lényegesen átalakíthatók. Megtanulta, hogy a pedagógus nem a tanuló közösség mindenható kényura, hanem társ, az öntevékenység elősegítője, a pedagógiai folyamatok szabályozója. Valójában még ma sem látjuk elég tisztán, hogy a reformpedagógiák javasloi, kidolgozói és részben megvalósítói milyen jelentős fordulatot hajtottak végre a nevelés szemléletmódjában. Ennek egyik oka valószínűleg az, hogy a reformpedagógiák szerinti nevelés valójában nem jött létre kellően kifejlett formájában a széles iskolai nevelésben. Számos újító iskola létezett az elmúlt száz évben a világban mindenütt, nálunk is. De a reformpedagógiák által kidolgozott nagyon mély elveket és a nevelés szinte minden területére kiterjedő elképzeléseket maradéktalanul szinte sehol nem sikerült megvalósítani. Az iskolarendszerű, a nagy tömegek számára létesült oktatásban pedig csak nyomokban. Legyünk őszinték magunkhoz: bármennyire is igaz, hogy a mai legmodernebb pedagógiai elképzelések alapvetően a reformpedagógiai elképzelésekre épülnek, ezek az elképzelések nem váltak a pedagógiai gyakorlat szerves részévé.

Talán ez az egyik oka annak, hogy a pedagógia esetében rendkívül súlyosan vetődnek fel az elmélet és a gyakorlat távolságának problémái. Régi vitakérdés, és nagy gond ez a neveléstudományban és a nevelési gyakorlatban: miért van oly távol egymástól ez a két

szféra. Talán nincs még egy szakma, amelynek ilyen sok képviselője vallaná büszkén, hogy ő nem elméleti, hanem gyakorlati szakember, s ezzel határozottan egy különbségre hívná fel a figyelmet. Talán nincs még egy szakma, amelynek képviselői közül oly sokan állítanák, hogy az elméletek valójában semmi hasznot nem jelentenek a gyakorlat számára. Valljuk be persze, nincs még egy szakma, amelyet szinte minden korban olyan erősen meghatározott volna az adott politikai, hatalmi konstelláció, mint a pedagógiát. Olyan helyzetben, amikor egy tudomány képviselői megrendeléseket kapnak a hatalom képviselőitől, s ilyeneket teljesítenek, az elmélet és a gyakorlat természetesen nagyon távol kerülhetnek egymástól.

Ideje ezt a helyzetet megváltoztatni. Ha szóvirágokat kell mondani, akkor mindenki nagyon jól tudja ismételtetni, hogy a pedagógia elmélete, a neveléstudomány valamint a pedagógiai gyakorlat között jó összhangot kell kialakítani. Könyvünk egyáltalán nem tárgyalja ezt a döntően tudomány- és oktatáspolitikai kérdést. A probléma megoldásához azonban annyiban mégis hozzá szeretnénk járulni, hogy igyekszünk bemutatni: a pedagógiának, az elméletnek igenis vannak jól kezelhető válaszai a gyakorlat által felvetett nehéz kérdésekre. Úgy véljük, hogy ilyen „gyakorlatias” válaszokkal és nem kinyilatkoztatásokkal kell szolgálni az elmélet és gyakorlat közelítésének ügyét a pedagógiában.

Könyvünk pedagógusoknak, leendő pedagógusoknak, a szakma kutatóinak, fejlesztőinek szól. Igyekeztünk nem száraz kutatási beszámolót írni, nem feltételezzük, hogy leendő olvasóink behatóan ismerik a legújabb szakirodalmat a témában (akkor a könyv nagy részét meg sem kellett volna írni). Részben tájékoztatni akarunk, megismertetni egy elég széles olvasóközönséget a témával, részben saját gondolatainkat is le akartuk írni. Itt végre nem kellett korlátoznunk lényegesen magunkat, bátran belebonyolódhattunk bizonyos részletekbe is, ezt nem tehattük meg korábban, rövidebb tanulmányok megírása során. Érvelő, magyarázó módon igyekeztünk megírni a könyvet, néhol ez talán sérti is a tudományos kifejtés kötelező szikárságával kapcsolatos követelményeket, de elsősorban olvasóinkra gondoltunk, akik – legalábbis reméljük – többségükben a tudományos munkához ugyan közel álló, ám annak napi gyakorlatában nem résztvevő tanítók és tanárok.

Nahalka István

1. Bevezetés

Nem könnyű eligazodni a modern szellemi áramlatok között. A konstruktivizmus – könyvünk témája, az ugyanilyen nevű pedagógia „háttérelmélete” – szintén egy ilyen irányzat. Meglehetősen diffúz, sokféle értelmezéssel rendelkező gondolkodási irány, „szellemi közeg”. Rokonságban van a megismerési, alkotási folyamatok minden posztmodern megközelítésével, valójában ennek a még átfogóbb, s következésképpen még kevésbé körülhatárolható elméletrendszernek – a posztmodernizmusnak – a része.

Magunk sem szeretjük, ha egy könyv részben nem megmagyarázott kifejezésekkel (konstruktivizmus, posztmodern), valamint jól hangzó, de meglehetősen nehezen értelmezhető, kicsit homályos megjelölésekkel (szellemi áramlat, háttérelmélet, irányzat, gondolkodási irány, elméletrendszer) kezdődik. Megértjük azt az olvasót, aki ilyenkor leteszi a könyvet, s kijelenti, ismét egy mű, aminek fogalomrendszerével nincs kedvem megbirkózni, mert vagy túl nagy erőfeszítést, vagy még inkább lehetetlen vállalkozást jelent. Nem akarunk abba a hibába esni, hogy a könyv elején az olvasót „fejbe vágjuk” egy sor nagyképű megnevezéssel és kifejezéssel, ezért igyekszünk magyarázatokkal szolgálni. Azt azonban el kell ismernünk mindannyiunknak, hogy az ilyen átfogó fogalmak, mint amilyen a posztmodern és a konstruktivizmus, nem definiálhatók még csak a humán tudományokban megszokott precízséggel sem. A konstruktivizmus meghatározása itt a könyv elején azért sem lehet kimerítő, mert az egész könyv végére jutunk csak el egy valamennyire átfogó képhez e gondolkodási irányzattal kapcsolatban. Amit a bevezetőben meg lehet tenni, az legfeljebb annyi, hogy megadjuk, hogy hol helyezkedik el témánk a tudományok rendszerében.

A posztmodern esetében még nehezebb is a dolgunk, mert itt nem beszélhetünk tudományhoz, tudományokhoz való hozzárendelésről. A posztmodern valóban egy rendkívül szerteágazó, csak nagy pontatlanságokkal meghatározható szellemi irányzat, amelynek van hatása a tudományokra is, de igen nagy mértékben – talán még a tudományra való hatásnál is jelentősebb fokban – a művészetekre, s az emberi élet számos más szférájára is.

A posztmodern – ahogy a szó is mutatja – a „modern” utáni, a „modernet” követő. De vajon mit jelent ez a szó ebben az összefüggésben? A modern világ a második világháborút követő három, négy évtized világa. Még az óriási ellentmondások ellenére is tele van bizakodással, a fejlődés szükségszerűsége tudatával, az ember korlátlan hatalmának dicsőítésével, e hatalom legfőbb eszközeinek, a modern tudománynak és a technikának a mindenek fölé emelésével. Pozitvista kor ez, amely mélységesen hisz abban, hogy a világ megismerhető és akárhogyan átalakítható. Mélységesen hisz abban, hogy léteznek abszolút értékek, amelyek az emberek számára fokozatosan általánosan elfogadottakká válnak, s az oktatásnak is az a feladata, hogy ezeket az értékeket átplántálja az újabb és újabb nemzedékekbe. Mélységesen hisz a racionalitásban, s az igazságban, mint társadalmi, és mint logikai kategóriában.

Mindezekkel a hitekkel, meggyőződésekkel és életérzésekkel fordul szembe a posztmodernizmus. Szélsőségesnek is nevezhető irányzatai megkérdőjeleznek szinte mindent, ami rendet, racionalitást visz az élet különböző szféráiba. Megkérdőjelezi a tudás objektív természetét, a pozitvista megismerés alaptételeit. Tagadják, hogy léteznének általános, megkérdőjelezhetetlen értékek. Vagyis a posztmodern gondolkodásmód – a pedagógiában – megkérdőjelezi az értékátadás hagyományos feladatát.

A posztmodern azonban százezer ágú szellemi mozgalom, inkább egyfajta gondolkodási irány. „Nyugodtabb”, elmélyültebb vonulatai bár sok mindenben azonosak az

„izgága”, akár szélsőségesnek is nevezhető irányzatokkal, így elsősorban nagyon sok hagyományos érték megkérdőjelezésében, azonban közülük egyesek pozitív programot is képesek nyújtani.

Ne beszéljünk azonban rébuszokban! Hogyan jelentkeznek ezek a nagyon nehezen átlátható irányzatok a pedagógiában? A kérdést még tovább szűkítjük, s koncentrálunk a könyv témájára: hogyan jelentkezik mindez a megismerés, a tanulás értelmezésében?

A modern kor viszonyát a megismerés, a tanulás folyamatához mélyen átítatta az a pozitivista meggyőződés, hogy minden megismerhető, az emberiség közös tudása a világról egyre pontosabbá válik, ahogyan a tudományok fejlődnek. Ez a tudás objektív abban az értelemben, hogy hű tükörképe a valóságnak, az ember általa képes egyre pontosabb előrejelzéseket tenni a világ működésével kapcsolatban, s ezt a képességét elsősorban a nyugati tudomány és technika óriási hatalmat biztosító eszközeiben tudta kamatoztatni. A világ olyan, amilyennek látjuk, vagy amilyennek műszereinkkel érzékeljük, a róla alkotott képeink – az egyes emberekben élő képek – azonosak, ha elsajátítjuk az emberiség közös tudáskincsét. Ha hibázunk, ha valamire alkalmatlanná válunk, akkor az azért van, mert nem elég jól sajátítottuk el ezt az objektív tükörképet, baj van az egyéni tükrünk foncsorozásával, valamit nem tanultunk meg jól. De a hiba kijavítható, visszatérhetünk a közös, igaz, objektív világlátáshoz.

Ebben a világszemléletben a pedagógia feladata a tudomány által felhalmozott, objektív tudás átadása, az emberiség nagy gondolkodói, művészei gondolatainak a közvetítése. Az új nemzedékek bebocsáttatnak a nyugati kultúra racionális, megfellebbezhetetlen igazságokból épített templomába, hogy aztán majd ők is tovább építsék azt ugyanebben a szemléletben. A pedagógus birtokolja az igaz tudást, az egyetlen tudományt és az igazi művészetet. Feladata, hogy egyre kifinomultabb pedagógiai technikák segítségével átadjon, közvetítsen, feltöltse a fiatal, tudásra kiéhezett agyakat mindazzal, amit ő tud. A legfontosabb mindezek között az örök, vagy a társadalom által megingathatatlannak tételezett értékek átadása.

A posztmodern világ nem ilyen. Abban nincsenek megfellebbezhetetlen igazságok és értékek. *Minden tudásunk, amivel egyénileg rendelkezünk, bennünk felépült, általunk konstruált tudás.* Nem kívülről jön. Nem adható és ezért nem vehető át. Az emberek társas kapcsolataik keretei között építik fel magukban saját világukat. Amit tudunk, az nem azonos a világgal, még csak nem is a tükörképe, hanem *a mi személyes interpretációnk, modellünk.* „Szerintünk így működik a világ”. Az egyes világlátások nem hasonlíthatók össze, s különösen nem mérhetők hozzá az objektív valósághoz. De lehet a segítségükkel kommunikálni, mert a velem beszélő emberről, az ő gondolatairól, s azok értelmezési lehetőségeiről is vannak elképzeléseim, van erről tudásom. Vagyis amikor valakivel beszélek, valójában elsősorban magammal kommunikálok.

A tudás nem igaz vagy hamis, hanem a társadalmi élet keretei között számomra hasznosnak, alkalmazandónak, vagy kidobandónak minősül. Sok tudás létezhet ugyanarról a dologról, közöttük harc lehet, győz a túlélésre alkalmasabb, a tudások között a szelekció folyamata teremt némi rendet. A tudomány is egy modell, objektív formájában nem, csak jól kommunikálható egyéni interpretációkban, a tudósok tudományában létezik. Ismeretei nem objektívek, nem tekinthetők igaznak vagy hamisnak, ellenben a társadalom hatalmi viszonyai között, alkalmazásuk során *adaptívnek vagy kevésbé adaptívnek bizonyulnak.*

A posztmodern gondolkodás tehát fenekestül felforgat mindent, amit a megismeréssel kapcsolatban korábban oly megnyugtatónak találtunk. A posztmodern egy kényelmetlen világlátás. Mindenki egy önálló és különálló világot, realitást birtokol, vagyis különböző világlátások jelennek meg a pszichiáter terápiás szobájában, a történelmi folyamatok egyéni feldolgozásával, konstrukciójával kapcsolatban, a művészeti alkotások értelmezése a közönségben születik meg, s még a fizikai folyamatok egyéni értelmezéseivel is számolnunk

kell. Világos, hogy az oly biztonságos „egyetlen világkép – egyetlen tanulnivaló szituáció” felbomlása a pedagógiában, az előttünk ülő tanulóknál meglévő megsokszorozott valóság felforgatja a pedagógiát is, kérdéssé teszi minden korábbi megfontolás és minden korábbi módszer alkalmazását.

A posztmodern gondolkodás a vele megismerkedők közül sokak számára ellenszenves. Sokak számára nem elfogadható az értékek ilyen mértékű rombolása, a zűrzavar, amit ezek a nyugtalanító gondolatok keltenek. A posztmodern még ezen felül nem is egy egységes irányzat – ahogy már többször is jeleztük. Így még nehezebb az azonosulás, hiszen nem tudjuk pontosan, hogy mivel azonosulhatunk. Éppen ezért óriási jelentősége lehet annak, ha találunk a posztmodern csapkodó hullámai között valamilyen nyugodtabb szigetet, ahol következetesen végiggondolhatjuk amit kell, ahol nem kell azonnal feladnunk minden értékünket, ahol fokozatosan ismerkedve az új gondolatokkal megismerhetjük a posztmodern gondolkodás egy darabját (elégg fontos darabját), de legalább reményünk van arra, hogy ebben a szédítő forgatagban némi renddel és következetességgel találkozhatunk.

Ezt az érzést próbálja kelteni ez a könyv. Bár a posztmodern kultúra egy nagyon fontos szeletével, az *ismeretekhez, a tudás kérdéséhez való viszony*tal, s annak egyik markáns elméletével, a *konstruktivizmussal* fogunk foglalkozni, de olyan bevezetést adunk, s később úgy tárgyaljuk a témát, hogy világos legyen: meglévő gondolkodásunk keretei közül hogyan törhetünk ki. Ez a könyv tehát tudomásul veszi, hogy olvasói nem a posztmodern alapos ismerői és különösen nem elkötelezettjei. Nem a posztmodernről szól általában, hanem „csak” a konstruktivizmusról, s a hozzá kapcsolódó tudományos eredményekről.

Ennek a könyvnek volt/van egy óriási szerkesztési nehézsége: a témája egyben a módszere is. Úgy kell kifejtünk a konstruktivizmus alapgondolatait és következményeit, hogy valójában már a kifejtés során alkalmazzunk kell magát az elméletet. A következő fejezetekben ismeretelméleti kérdéseket tárgyalunk, a tudományos megismerés folyamatát elemezzük, különböző tudományok, mint a kognitív pszichológia, a tudományfilozófia különböző elképzelés-rendszereiről kell beszélnünk, vagyis végig tudással, a tudás természetével és keletkezésével kell foglalkoznunk. Megtagadnánk saját magunkat, ha ezt nem konstruktivista módon tennénk. Ez a szellemi irányzat – hasonlóan minden más ismeretelmélethez – a saját történetét és saját gondolkodási rendszerét is csakis a saját elméleti keretei között tudja tárgyalni. Ez az oka annak, hogy mielőtt bármibe is belefognánk, röviden vázolnunk kell, mi is ez az új szellemi irányzat, ez az új ismeretelméleti gondolkodásmód.

A konstruktivizmus eredendően egy *ismeretelmélet*, vagyis arról szól, hogy mi a tudás és hogyan keletkezik. A konstruktivizmus minden korábbi elképzeléssel szemben állva *a tudás aktív, belső, személyes felépítésében hisz*. Nevét is innen kapta, hiszen az alaptétel szerint tudásunk nem valamilyen külső forrásból érkezik, nem valamilyen közvetítő mechanizmus segítségével áramlik belénk, s nem halmozódik fel (nem kumulálódik) bennünk, hanem *a tudásunkat magunk konstruáljuk*.

Ebben a tudáskonstruálásban alapvető szerepet játszik *a már meglévő tudás*. Az előzetes tudás egy rendszer az agyunkban, minden kognitív funkciónk, vagyis minden információ-feldolgozó folyamatunk kivitelezője. Kapcsolatba kerülve a külvilággal értelmezi annak jelenségeit, előrejelzi a bekövetkező változásokat, „megjósolja” saját beavatkozásaink következményeit, s mindezek segítségével irányítja cselekvéseinket. Ez a tudásrendszer nem a külvilág hű mása, nem tükörkép, hanem élő, fejlődő rendszer, amely különböző sikerességgel látja el egyes részfeladatait, s e sikeresség vagy sikertelenség értékelésével változtat önmagán. Ez a *tanulás* folyamata. Ugyanúgy zajlik le az egyéneknél, de nagyon különböző eredményekhez vezethet.

Konstrukcióink világa *egyéni*, mások konstrukcióival úgy nem összehasonlítható, hogy eldönthetnénk melyik a jobb, melyik az igazabb. A tanulás emellett *szociális folyamat*,

társas érintkezések játszanak döntő szerepet abban, hogy magunkban megkonstruáljuk a világ modelljét, s a társas folyamatok jelentősen befolyásolják, hogyan értékeljük saját tudásunkat. A tudás adaptivitásának része, talán döntő része a társas folyamatok során való beválás. Ha a tudásom egy szelete alkalmas arra, hogy számomra kielégítő, tartalmas kapcsolatban lehessek szűkebb és tágabb társadalmi környezetemmel, ha segítségével jól tudom kezelni társadalmi helyzetemet, szerepeimet, funkcióimat, akkor az a tudásszelet hasznos, megtartom, tovább gazdagítom. S ebben nem az igaz vagy hamis megjelölések játsszák a szerepet. Éppen ezért az igaz és hamis fogalmait a konstruktivizmus nem építi be saját rendszerébe (legfeljebb úgy, hogy azt tekintem relatíve igaznak, hogy egy konstruált, csak bennem létező gondolkodási rendszeren belül egy állítás, egy tényállás ugyancsak konstruált logikai szabályok szerint következnek-e nálánál alapvetőbbnek gondolt állításokból, tényállásokból).

A tudáskonstruálás kiindulópontja nem a tapasztalat, hanem a belső tudásrendszer. Ebben is élesen ellentmond a konstruktivizmus a legtöbb megelőző ismeretelméletnek. Az a megdönthetetlennek hitt állítás, hogy a világot a tapasztalataink bázisáról kiindulva, s a tapasztalatokhoz megerősítésért, bizonyítékokért vagy cáfolatokért állandóan visszatérve ismerjük meg, a konstruktivizmus gondolkodási rendszerében nem érvényes. *Már a tapasztalataink is konstruáltak*, létrejöttükben meghatározó szerepet játszik a megismerő rendszerben zajló információfeldolgozás, ahogyan agyunk fogadja a kívülről érkező jelzéseket. A tapasztalatok fogalmakban, képzetekben, általunk felismerhető képekben jelennek meg, vagyis csupa olyan elemből állnak, amelyek tudásrendszerünk elemei. A tapasztalati világ az objektív valóság felől érkező ingerek egyfajta „fordítása”, interpretálása már, s nem a szintizta valóság minden értelmezéstől megfosztott jele. Éppen ebből kiindulva állítja a konstruktivizmus, hogy *megismerő folyamataink nem írhatók le egyszerűen az indukció feltételezésével*. Amit szokásosan absztrakciónak, általánosításnak szoktunk nevezni, az a mélyebb vizsgálatban sokkal bonyolultabbnak, a meglévő, a folyamatokat uraló tudásrendszer által meghatározottnak bizonyul.

A tudományok tételei, elméletei, összefüggései, fogalomrendszerei is konstrukciók. A tudományok nem az igazságok gyűjteményei, hanem hellyel-közzel logikusan felépülő fogalmi rendszerek, modellek. Látszólag ugyanarra a valóságszférára eltérő fogalmi rendszereket, eltérő modelleket alkothat a tudomány, ezeket paradigmáknak nevezzük. A paradigmák tehát konstrukciók, egymással szintén nem összehasonlíthatók közvetlenül, nem vagyunk képesek eldönteni, hogy két látszólag ugyanarról a valóságról szóló tudományos paradigma közül melyik az igaz. Így aztán *a konstruktivizmus – következetesen – nem állítja magáról, hogy a megismerési folyamatok egyetlen hiteles, igaz modellje*. Kérdései belső kérdések: logikus-e a rendszer, nincsenek-e benne ellentmondások, képes-e értelmezni a tapasztalati világunk jelenségeit, egyáltalán hogyan szervezi meg ezt a tapasztalati világot (hiszen láttuk, hogy a tapasztalatok mezője nem független magától a megismerő rendszertől, így nem lehet független e rendszer értelmező „apparátusaitól” sem). Könyvünk témájának részletesebb kifejtését éppen a tudományokra vonatkozó jó néhány előzetes megjegyzéssel kell kezdenünk majd, hiszen világossá kell tennünk, hogy a konstruktivizmus, mint paradigma, mint a megismerés egy modellje milyen tapasztalati világgal kapcsolatos, s mi a viszonya más paradigmákhoz.

A konstruktivizmus – ahogy ezekből a rendkívül szikáran, itt még magyarázatok, érvelések és példák nélkül fogalmazott alaptételekből is látszik – radikális fordulatot jelent az ismeretelméletek fejlődésében. Azt állítjuk – s egész könyvünk ennek alátámasztása akar lenni –, hogy a megismerési folyamatok konzekvens, ismereteink szerint ellentmondásmentes, a tapasztalati világban megjelenő folyamatokat magyarázni és előre jelezni képes, s ami a legfontosabb: a gyakorlat számára adaptív paradigma. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a konstruktivizmus rendkívül hasznos lehet a szellemi élet számos területén (pszichológia, pszichiátria, a tudományokhoz való viszony, a kommunikáció folyamatainak magyarázata,

művészetek, szociológia, antropológia, stb.), de valójában a legizgalmasabb hatása a pedagógiában a nevelés folyamatainak megértésében, tervezésében, kivitelezésében és értékelésében lehet. Nyilván ez lesz a fő célunk: *bemutatni, hogy a pedagógiában milyen gondolkodásmód és gyakorlat alakítható ki konstruktivista alapokon, s jó-e ez a társadalomnak*. Látni fogjuk, hogy a konstruktivista gondolatokra épített pedagógia rendkívül izgalmas válaszokat képes adni az oktatásban jelentkező kihívásokra. Hatékony elmélet ez, vagyis adaptív a társadalmi gyakorlatban. Érdekes vele foglalkozni már csak ezért is, de azért is, mert szellemi élvezet, rendkívül izgalmas utazás a konstruktivizmus megismerése, és ha valakinek módja van rá, a továbbfejlesztése.

2. Milyen tudományos módszerrel fogjuk vizsgálni a konstruktivizmust?

2. 1. A tudományok átalakulása a 20. században

Az itt következő elképzelések közvetlenül kapcsolódnak egy az utóbbi időben sok publikációban napvilágot látott gondolathoz, ahhoz, hogy VÉGET ÉRT A NEWTON VILÁG. Ilya Prigogine és Isabell Stengers (Prigogine & Stengers 1995/1986) *Az új szövetség, a tudomány metamorfózisa* című könyve megjelenése után különösen izgalmassá vált a kérdés, hogy valóban beszélhetünk-e a newtoni világszemlélet elavulásáról, felbomlásáról. Az itt említett írás, s még nagyon sok más mű is egyértelműen azt állítja, hogy *a 20. század a tudományosság egészében a newtoni mechanikus világszemlélet jelentős meghaladását hozta*. A merev, determinisztikus, a világot mechanikai gép módjára leírni kívánó szemlélet helyett megszületett a dinamikus, alternatívákban létező, a világot étellel betöltő világlátás. Ez a fejlemény *Newtonnak*, az újkor nagy tudományos forradalmárának gondolatait beszorította abba a kis sarokba, ahová való, vagyis a rendkívül egyszerű, mindenféle érdekességet nélkülöző, fizikai rendszerek leírásának feladatát bízta csak rá. De még itt is megtépázza eredeti babérjait, mert a relativitáselmélet és a kvantummechanika valójában már rég kihúzott mindenféle talajt még a teljesen dehumanizált newtoni természetmagyarázat lába alól is.

E fejezetben egy alternatív értelmezési lehetőséget kívánunk felmutatni. Ezt azért tesszük, mert világossá szeretnénk tenni, hogy magunk hogyan gondolkodunk tudományról, a tudományos megismerésről. Szükségünk lesz erre a konstruktivizmus, mint tudományos elmélet elhelyezése, értelmezése érdekében.

Úgy véljük, hogy mindenféle kvantummechanika, relativitáselmélet, káoszelmélet, dinamikus rendszerek elmélete, posztmodernizmus, hermeneutika, konstruktivizmus, és testvéreik tényleg lélegzetelállító menetelése ellenére *a tudományos folyamatok mélyén mégis, jól kitapinthatóan a newtoni logika érvényesül*. Természetesen minden azon múlik, hogy mit értünk newtoni logika, newtoni világszemlélet alatt. Itt olyan javaslatot teszünk, amely modellje, egyfajta interpretációja ennek a logikának, világszemléletnek, triviálisan illik arra, amit newton mondott és tett, de ki fog derülni, hogy a magukat egyébként komolyan vevő tudományok sem gondolnak és tesznek mást.

Az elemzés rendszerelméleti eszközöket használ, és ismeretelméleti alapjait tekintve mélyen konstruktivista szemléletű – ezért is kellett a bevezetőben előrebocsátanunk e megismerési modell alaptételeit. A tudományt tehát nem az objektív valóság objektív, ellenőrizhető tükröképének tekintjük, hanem *emberi konstrukciók, modellek rendszerének*. Sehol nem támasztunk a tudománnyal szemben olyan követelményt, hogy tételei igazak legyenek, pusztán az adaptivitás – elismerjük: többnyire homályos – fogalmával operálunk, vagyis azzal mérjük egy tudomány „jóságát”, hogy maga a tudomány mennyire képes fennmaradni, a gyakorlatban helytállni.

Az itt következő oldalakon előbb felállítunk egy viszonylag egyszerű modellt arra, hogy mit tekintünk tudománynak, mi a tudományok tárgya, mit céloznak a tudományok. Ez szükséges ahhoz, hogy egyáltalán erről az emberi tevékenységrendszeréről bármit is mondjunk. Ezután kísérletet teszünk a newton-paradigma leírására (már most megnyugtadjuk a kedves olvasót, hogy egyetlen képlet sem lesz a leírásban). Majd megkísérreljük annak igazolását, hogy ez a paradigma valójában mindig, minden tudományra érvényes volt, érvényes ma is, s feltehetőleg a jövőben is érvényes lesz.

2.2. A tudományról

Vajon mi egy tudomány tárgya? Ez az a pont, amelyen sokan abbahagyják egy-egy szakkönyv olvasását, mert ennél unalmasabb kérdést nehéz elképzelni. Ha azonban a kérdést teljesen általánosan, bármilyen tudományra és a tudományok tárgyának jellegével kapcsolatban tesszük fel, akkor talán izgalmasabbá válik, mert rendszerszemléletű megközelítésben meglepő következtetésekre bukkanhatunk.

Mint már jeleztük, a témát annak a rendkívül széleskörű kinyilatkoztatás-folyamnak az elemzésével kezdjük, amely a newtoni mechanikus világszemlélet állítólagos felbomlását kíséri. A világ „működésének” *Newton* által adott, „ártatlan” leírása máig húzódo viharokat kavart elsősorban a társadalomtudományokban, amelyek közül nem egy megkísérelte adaptálni a newtoni gondolkodásmódot (pszichológia, szociológia), s létrehozta azokat a paradigmákat, amelyek társadalmi eredetű jelenségeket atomok, erőterek elemzésének mintájára kívántak magyarázni.

Mi van ennek a gondolkodásmódnak a hátterében? Az említett társadalomtudományok meglehetősen komplex rendszereket vizsgálnak (az ember, az emberi csoportok, a társadalom). E komplex rendszereket természetesen le lehet írni bizonyos paraméterekkel, a leírás csupán attól függ, hogy (legyünk az „egyszerűség kedvéért” materialisták) a valóságban létező, komplex rendszerek naiv elméleteiből, közvetlen társadalmi észleléséből kiindulva, a kialakult tapasztalati képeket felhasználva milyen modellt alkot meg a tudomány, vagyis a bonyolult rendszert hogyan egyszerűsíti. A newtoni paradigma lényegében csak ennyit mond:

Ha vizsgálunk egy rendszert, pontosabban egy modellt, amelynek elemei valamilyen állapotokban lehetnek, s ezen állapotokat valamilyen paraméterekkel jellemezhetjük, továbbá ha ismerjük, hogy milyen feltételek között lehetnek ezek a rendszerelemek, s ismerjük az állapotváltozás körülményektől való függésének elemi törvényeit, akkor a rendszer egy adott időpontban, vagy adott időintervallumban adott állapot-leírása függvényében meg tudjuk mondani, hogy a rendszer milyen állapotban lesz egy későbbi időpontban.

Ezt a szikár leírást azonban meg kell magyaráznunk. Mit is jelentenek a kifejezések, miért állítjuk a tudományokról, hogy egy ilyen modellel kezelhetőkké válnak?

Mindenek előtt azt kell rögzítenünk, hogy a mostani tárgyalás szempontjából mit értünk tudomány alatt. Ez nagyon nehéz kérdés, hiszen már azt is nehéz megmondani, hogy „helyileg” hol találjuk a tudományt. A könyvekben van, jelesül a kézikönyvekben? A tudósok közötti kommunikációban? A tudósok fejében? Vagy mindezekben valahogy együtt? Esetleg a tudományt egy folyamatnak kellene tekintenünk, amely a társadalomban zajlik? Talán furcsa lesz a „definíció”: *tudománynak tekintjük mindazokat a konstrukciókat, amelyek tudományos kérdésekkel kapcsolatban a tudósoknak mondott emberek fejében léteznek, mindazokkal az általában tudományosnak mondott szövegekkel együtt, amelyeket ők értelmezni képesek.*

Meglehet, ez a „definíció” igencsak homályos. Először is, mintha a fogalmat önmagával definiálnánk, hiszen „tudományos kérdések”-ről, „tudósoknak mondott emberek”-ről, illetve „tudományosnak mondott szövegek”-ről van benne szó. Nem tekintjük mégsem önmagával definiálásnak ezt az eljárást, mert úgy gondoljuk, hogy valóban társadalmi közmegegyezés kérdése, hogy kiket tartanak egy adott korban tudósnak (s persze nem biztos, hogy van társadalmi közmegegyezés), meg az is, hogy milyen szövegeket tekintenek

tudományosnak. Így valóban relativizálódik a meghatározás, de számunkra úgy tűnik, nem tehetünk mást.

A fenti definíciót tarthatjuk túlságosan személyes jellegűnek, nem szól a meghatározás valamilyen általánosabb társadalmi objektívációról, az egyes tudósok fejében lévő konstrukciókkal azonosítja a tudományt. Mintha „személyes tudományok” lennének, s a társadalomnak nem lenne tudománya. Valaki ahhoz a következtetéshez is eljuthat, hogy akkor már inkább a szövegeket, az enciklopédiákat, a kézikönyveket kellene tudománynak tekintenünk, hiszen azok legalább a szerzőiktől különváló, társadalmi objektívációk, valamilyen megragadható dolgokat jelentenek. Igen ám, de *a szövegek, vagyis a papírra, kőtáblára, számítógépes lemezekre rakott jelek önmagukban semmilyen információt nem hordoznak*, értelmük csak akkor lesz, amikor kiolvassák őket, amikor kölcsönhatásba kerülnek azokkal az értelmezési rendszerekkel, amelyeket valóban a tudósok hordoznak a fejükben. A tudósok persze csak az értelmezési kereteket birtokolják, mert minden tudományos tény fejben tartására a legkisebb tudományág esetében sincs lehetőség.

A tudományok általános leírását kutatva a fenti „definíció” alapján azt kell vizsgálnunk, hogy a tudósokban kialakuló értelmezési keretek, tudományos kognitív struktúrák mik is tulajdonképpen. Egy lehetséges válasz erre a kérdésre, hogy ezek a struktúrák gondolati modellek. Ez alatt azt értjük, hogy egy tudomány, vagy annak egy részdiszciplínája (pontosabban annak minden egyes kutatója) kialakít, megkonstruál magában egy halmazt, amelyet majd *rendszernek* fog tekinteni. Azt állítjuk tehát, hogy *a tudományok rendszerekkel foglalkoznak*.

Először is sietünk leszögezni, hogy a tudományokról alkotható rendszeralapú, rendszerelméleti modellnek nincs semmiféle korlátozó hatása egy-egy tudomány tartalmával kapcsolatban, vagyis semmi elembertelenítő hatása nem lehet. Az itt leírt értelmezés szerint a tudományok, pontosabban az egyes tudományokban megfogalmazott paradigmák valójában rendszerleírások, amelyeknek még matematikai axiómarendszerek is szerves részét alkothatják. Ez különösen humán területeken dolgozó kollégáink számára lehet taszító, idegen. Sokan azt tartják, hogy a formalizált gondolkodásmód magát a gondolkodást öli meg. A humán tudományoknak szabadaknak kell lenniük, nem szabad őket egy adott gondolkodásmód falanszterébe kényszeríteni, az emberi jelenségekkel foglalkozó tudományoknak elementáris szükséglete a több oldalról való megközelítés.

Itt – úgy érezzük – el kell oszlatnunk néhány lehetséges félreértést. A több oldalról való megközelítést természetesen a tudományos paradigmákat rendszerleírásoknak tekintő elképzelés egyáltalán nem zárja ki. Ugyanarra a problémára több, egymást logikailag kizáró leírás készíthető, párhuzamos világokat tudunk konstruálni magunkban. S ezek a világok varázslatosak lehetnek. A másik, hogy a formalizált gondolkodás egyáltalán nem öli ki az invenciót. Az adott gondolati keretek között zajló problémamegoldás rendkívül izgalmas lehet, erre a legjobb példa éppen a matematika. Ki merné állítani, hogy a matematikában – azért mert ott szigorú axiómarendszerek keretében zajlik a folyamat – nincs gondolkodás.

Építsük fel modellünket! Minden rendszer „leírásért kiált”. *Minden tudományos eredmény valamilyen rendszerleírás része* – előbbi fogalomalkotásunknak megfelelően. Mit is jelent egy ilyen rendszerleírás? Szokásosan ezt a rendszer elemei, valamint a közöttük lévő kapcsolatok megadásaként értelmezik (Bertalanffy 1991/1967). Foglazzunk itt kicsit részletesebben!

Egy rendszer elemeinek megadása egyrészt az elemek felsorolását, vagy valamilyen más, egyértelmű módon való azonosításukat jelenti, másrészt azonban – s ez alapvető jelentőségű – a rendszerelemek lehetséges állapotainak a megadását is. A matematika nyelvét használva: egy rendszer elemeinek megadása egyrészt az elemek halmazának pontos megadását jelenti, másrészt minden elemhez egy halmaz hozzárendelését, amely halmazt egy adott elem esetén ezen elem *állapothalmazának* nevezzük, elemeit pedig az adott

rendszerem *állapotainak*. Ha pl. egy kutatás során valaki azt akarja megtudni, hogy az általa feltételezett, a történelem tanulása során fontos képességek milyen rendszere, milyen konstellációja optimális egy adott oktatási cél elérése érdekében, akkor az általa vizsgált rendszer a személyiség, ennek elemei elsősorban képességek. E képességeket konkrétan fel is sorolja a kutató, megadja, hogyan „mérhető” a színvonaluk, vagyis ezen elemek állapothalmazát is megadja.

Mindezen ismeretek birtokában lehet az adott tudomány vagy tudományterület feladata a *rendszer elemei állapotának idő függvényében való megadása*, vagyis egy olyan pontos leírás, amelyből arról tájékozódhatunk, hogy a jövő bármely pillanatában mi lesz az egyes rendszerelemek állapota. Ez a tökéletes, kimerítő leírás azonban a legtöbb esetben nem lehetséges, és talán nem is szükséges. Azt jelentené, hogy minden lehetséges, előforduló konstellációhoz meg kellene adnunk a rendszer (elemei) jövőjét, s ez a valamirevaló rendszerek esetében végtelen sok ilyen időfüggvény megadását jelentené. A tudományos program tehát nem ez a tökéletes rendszerleírás.

A vállalható program a *rendszer elemei jövőbeli állapotainak leírása annak függvényében, hogy mi volt és mi ebben a pillanatban a rendszer elemeinek állapota, és milyen a rendszer környezetének állapota*. Ez utóbbi tényezőről egyelőre nem szóltunk. A komplex rendszerek általában komplex kölcsönhatásokban állnak a környezetükkel. A rendszer elemeinek állapotát nem csak saját korábbi állapotaik, nem csak a rendszer többi elemének korábbi állapotai, hanem a *környezet* állapotai is meghatározzák. Ismét próbáljunk segítséget kérni a matematikától! Egy rendszerem állapota egy függvény, amelynek az időn kívül argumentumai a következők: (1) az összes rendszerem – köztük a vizsgált elem – korábbi állapotait az idő függvényében megadó függvények, (2) a környezet korábbi állapotait az idő függvényében megadó függvény, (3) a környezet alakulását a jövőben az idő, valamint a rendszerelemek állapotai függvényében megadó függvény. Ez a függvény rendkívül összetett lehet, s matematikailag az operációk halmazába tartozik, hiszen a függvény képzése során a leképezés alaphalmazát függvények határozzák meg (a középiskolában megtanult függvények esetén a legtöbb esetben az alaphalmaz a valós számok valamely részhalmaza). Különösen a harmadik argumentum érdekes számunkra. Hogy megértsük a jelentését, elemezzük kicsit részletesebben a környezet hatását!

Egy rendszer környezete természetesen alapvető szerepet játszhat a rendszerelemek jövőbeli állapotának meghatározásában. A tudományos leírás, ha a rendszerelemek jövőbeli állapotát akarja megadni, figyelembe kell, hogy vegye a környezet alakulását. Elvileg milyen formákban lehet adott a környezet állapota a rendszerleírás számára?

1. Az első, és legegyszerűbb eset, hogy a környezet „szinte nincs”, pontosabban az állapotfüggvényekben nem szerepelnek környezettel kapcsolatos argumentumok. Ez a jól ismert *zárt rendszer*, a leírás ilyen esetekben általában könnyebb. A természettudományok általában zárt rendszerekkel dolgoznak, vagy ha olyan rendszert vizsgálnak, ami nem ilyen, akkor értelmes módon kiterjesztik addig az elemzés határait, hogy zárt rendszerhez jussanak (pl. egy töltött részecske elektromágneses térben való mozgásának leírása olyan interpretációban, ahol a rendszert a részecske és az elektromágneses tér alkotják).
2. A környezet hatása lehet *állandó*. Ekkor *nyitott a rendszer*, ahogyan az összes ez után következő esetben is, de a környezet állapota mindig ugyanaz. A rendszerleírás elvileg nem kizárt, akár azt is tehetjük, hogy a rendszerhez hozzávesszük a környezetet egyik elemként, s ekkor már zárt rendszerrel van dolgunk, vagyis ez az eset lényegében megegyezik az előzővel, ha a rendszer kiegészítését elvégezzük. A földi bioszféra esetében pl. – rövid időszakban, kb. éves vagy tízéves időszakokban vizsgálódva – a planetáris környezet (sugárzások, köztük legfontosabbként a Nap sugárzása) állandónak tekinthető. Ha itt a vizsgálódást finomítjuk, akkor nem

állandó, hanem periodikusan változó környezetről kell beszélnünk, de ez már a következő típus.

3. *A környezet hatása az idő előre adott függvénye*, vagyis nem függ magának a rendszernek az állapotaitól. A rendszerleírás elvileg ekkor is elvégezhető, a rendszerelemek állapotfüggvényeinek meghatározása, illetve a jövőbeli állapotok számítása során nincs elvi akadálya a környezetre vonatkozó információk felhasználásának. Természettudományos példák esetén nagyon gyakran állíthatók fel olyan modellek, amelyek differenciál-egyenletrendszerek megoldását igénylik. A rendszer természetesen ezekben az esetekben is bővíthető a környezettel, s ezzel elérjük, hogy már zárt rendszert vizsgálhatunk, vagyis ez az eset is visszavezethető az 1. pontban leírtakra.
4. *A környezet állapotát leíró függvény egy időfüggő argumentumot is, de olyan argumentumokat is tartalmazhat, amelyek a rendszer elemeinek állapotait írják le.* Kölcsönhatásban van a rendszer a környezetével, hat arra, megváltoztatja annak állapotait, s természetesen – hiszen ettől „környezet” – annak változásai visszahatnak a rendszerre magára. Ez a viszony azonban előre megadható, nem függ előre meghatározhatatlan paraméterektől, a környezet előre nem ismert tulajdonságaitól, *a környezet passzív módon hat.* Had adjunk itt egy pszichológiai példát: az értelmi fejlődés Piaget-féle modellje ilyen elmélet, mert nagyon fontos szerepet játszanak benne a passzívnak feltételezett környezet összetevői, pl. a cselekvés tárgyai, amelyek a cselekvés közben átalakulnak, s átalakulásaik hatást jelentenek a fejlődő értelem számára. A rendszer leírható, matematikailag „csak” arról van szó, hogy az állapotfüggvények leírásában maguk ezek az állapotfüggvények is megjelennek az argumentumokban, vagyis a leendő állapotok kiszámítása függvényegyenletek megoldását igényli. A kiegészítés természetesen most is elvégezhető, a környezetet mint egy speciális rendszerelemet figyelembe véve most már zárt rendszer elemzéseként végezhetjük a számításokat.
5. A lehető legbonyolultabb eset az, amelynél *a környezet hatása nem vehető figyelembe egzakt módon.* Pontosabban ez az az eset, amelyben a környezet állapota általunk ismeretlen paraméterektől, változóktól is függ, a környezet aktív szerepet játszik. Mivel a rendszerelemek jövőbeli állapotait leíró függvényekben a környezet állapotai is szerepelnek, a modell keretében azonban ezek időben való alakulását, s így a környezet állapotfüggvényét képtelenek vagyunk meghatározni, ezért a leírás ebben az állapotban nem lehetséges. Nagyon fontos ez az eset, mert a társadalmi rendszerek vizsgálatában, s így a pedagógiai vizsgálatokban is gyakran találkozunk vele. De nem kell ilyen messzire mennünk. A meteorológiai előrejelzések nehézségeit részben (s ez fontos, hogy csak részben) azzal lehet magyarázni, hogy a környezet paraméterei, változói nem adhatók meg a számításokhoz szükséges pontossáig, vagy bizonyos hatások váratlanul merülnek fel. Ha egy természeti jelenség magyarázatában a tudósok bizonytalanok, akkor gyakran lehet ennek oka az, hogy a jelenségben szereplő rendszer a tudósok által nem ismert környezeti feltételeknek van kitéve, bármely, az előző négy pont valamelyikének megfelelő modellt kialakítva a rendszerről pontatlan képet kapunk, mert ennek az 5. pontnak megfelelő valójában a helyzet. Mi a tudomány teendője, ha ilyen helyzettel találkozunk? Természetesen az, hogy megkísérli előállítani az előző négy pont valamelyikének megfelelő helyzetet. A szituációt egy ismerethiány határozza meg, nem ismerjük a környezet alakulásának törvényszerűségeit. Kell keresni egy olyan modellt, amelyben értelmes feltételezésekkel élhetünk ezzel kapcsolatban, s empirikus kutatással alátámasztjuk ezeknek az értelmes feltételezéseknek az adaptivitását. Vagyis ismét ugyanazt tesszük, mint amit az előző három pontban

leírtunk, kiegészítjük a rendszert a környezetével, s igyekszünk erre már egy zárt rendszerre vonatkozó modellt formálni. Lehetséges, hogy ezzel nem lényegesen tudjuk növelni a leírás pontosságát. Ekkor tovább kell lépnünk, tovább kell tágítani a rendszert, s mindezt addig kell tennünk, amíg egy zárt rendszert nem kapunk.

Az itt leírt lehetőségek logikailag kimerítik a környezettel való lehetséges kapcsolatok leírását, tehát elvileg minden tudományos modellre érvényesek. Hangsúlyozzuk, hogy itt minden esetben *tudományos modellekről* van szó, s nem közvetlenül a valóságról. A valóságban nincsenek zárt rendszerek (talán csak az Univerzum egésze az, de erről komoly természetfilozófiai viták szólnak). *A modellek viszont bennünk kialakuló konstrukciók, minden a rendszerleírással kapcsolatos megfogalmazás ezekre a konstrukciókra érvényes.* A kialakított modellek adaptivitása viszont adott helyzetekben megvizsgálható, a társadalom erről az adaptivitásról hoz valamilyen döntést.

A fentiek alkalmazása során megismerjük a rendszer dinamikáját, ismerjük, hogyan változnak a rendszerelemek bizonyos általános értelemben vett „erőterek” hatására. Egy nem túl bonyolult mechanikai (fizikai) rendszer esetében ez az eljárás sikeres lehet, pl. egy ponttöltés mozgása egy homogén elektromos mezőben jól végigkövethető folyamat, a leírás eredményt produkál (megoldhatók az egyenletek), s az így a modellben kapott eredmények jól jeleznek előre valóságos történéseket. Elvileg egyáltalán nem lehetetlen, hogy egy társadalomtudomány sikeres modellt alkosson egy bonyolult társadalmi, emberi jelenséggel kapcsolatban, megállapítsa a rendszerelemek lehetséges állapotait, leírja ezen állapotok dinamikáját, vagyis hogy hogyan alakulnak különböző környezeti hatásokra, s ebben a modellben előrejelzéseket tegyen.

Hogy ez az eljárás a társadalomtudományokban sokak szerint nem járt sikerrel, annak nem az az oka, hogy a társadalomtudományok valamilyen soha meg nem magyarázott, rejtélyes okból következően lényegesen, elvileg különböznek a természettudományoktól, vagy hogy ilyen, „dehumanizált” eljárások nem lennének alkalmazhatók alapvetően humán jelenségekre. De legyünk egy kicsit elővigyázatosak! Vajon valóban állítható, hogy az eljárás sikertelen volt? Tényleg le kell vonnunk a következtetést, hogy a newtoni paradigma alkalmazhatatlan a társadalomtudományokban, a humán diszciplínákban?

Itt azt állítottuk, hogy minden tudomány rendszereket vizsgál. Ez a kijelentés egyáltalán nem magától értetődő, aminthogy az sem triviális, hogy minden egyes diszciplína adott rendszerek jövőbeli állapotait akarja megjósolni. Ellenpélda lehet a *történelemtudomány*, amely kifejezetten távol tartja magát a jövőbeli állapotok leírásától, hiszen kifejezetten a múlttal foglalkozik. Ellenpélda lehet az *irodalomtudomány*, amely esetében joggal tehető fel a kérdés: milyen rendszert vizsgál, mik annak az elemei, s mi a dinamikájuk? Úgy tűnhet, hogy az irodalomtudomány nem is rendszereket vizsgál, hanem valami mást.

Úgy véljük azonban, hogy mindez pusztán értelmezés kérdése. Lehet – sőt, ezt javasoljuk –, hogy *a társadalommal foglalkozó tudományokat egységes egészként kellene kezelni.* Olyan *szupertudományként* értelmezzük az emberrel, a társadalommal foglalkozó diszciplínák egységét, amely szupertudomány a társadalommal, mint rendszerrel, vagy sokszor az egyénnel, az emberrel, mint rendszerrel foglalkozik, s az egyes „résztudományok” a rendszerleírás különböző részfeladatait teljesítik. A történelemtudomány pl. azonosítja azokat az állapotokat, amelyekben társadalmak, emberi csoportok lehetnek, továbbá igyekszik feltárni azokat a törvényszerűségeket, amelyek szerint ezek az állapotok egymásba átalakulnak (lehet persze, hogy egyes történészek most, ebben a pillanatban végképp eldöntötték, hogy nem fognak egyetérteni a szerzővel, hiszen ezt a tudományszemléletet nem minden történelemtudományi paradigmarendszer vallja magáénak). Az irodalomtudomány az

emberi konstrukciókat, ezek irodalmi szövegekkel való kölcsönhatásának dinamikáját tárgyalja, még ha ez a hétköznapi szemlélettől nagyon elrugaszkodott értelmezésnek látszik is.

Miért kell vajon a társadalomtudományokat egyetlen szupertudományba összefoglalni ezen értelmezés kedvéért? Viszonylag egyszerű az ok. Nagyjából a biológiai egyed szintjéig az anyag *hierarchikusan* épül föl, ami azt jelenti, hogy egy adott szinten lévő rendszerelem csak egyetlen rendszernek eleme, s nem tartozhat több rendszerhez. Egy kvark csak egy nukleonnak lehet a része, egy nukleon csak egy atomnak, ... egy sejt csak egyetlen szervnek lehet a része, egy szív csak egyetlen emberhez tartozhat. Itt azonban ez a hierarchikus felépítés megtörik, s egy egyed (különösen a társadalmi formációkat alkotó ember) *egyszerre több rendszernek is része lehet* (család, társadalmi csoport, nem, foglalkozási csoport, párt, nemzet, emberfajta, stb.).

A rendszer (a társadalom) oly bonyolult, hogy szervezetiileg, intézményesen és történetileg elkülönülő tudományok vizsgálják a részeit, elemeit, kapcsolatukat, a benne zajló folyamatokat. Ettől azonban a társadalom tanulmányozása még egységes, mert *egységes az a tárgy, amit ezek a tudományok vizsgálnak*. A társadalomtudományok egyik problémája éppen az, hogy gyakran megkísérlik az embert egyetlen típusú rendszer elemeként tételezni, vagyis egy túlegyszerűsített modellt alkotnak róla, illetve a társadalomról (pl. a társadalmat családok összességeként értelmezik), s egy ilyen modell deduktív vizsgálatából jönnek az eredményeik, amelyek azonban sokszor nem adaptívak a valóságos működés szempontjából, mert a modell túl egyszerű.

Az eddigi leírásból levonható a következtetés, hogy érdemes azokat a rendszereket elemezni, amelyek a tudományokban a valóságos létezők modelljeiként (a konstruktivista krédó szerint a róluk alkotott tapasztalati világunk modelljeiként) működnek. Ez az elemzés vezet majd el oda, hogy bizonyos értelemben megvédjük a newtoni gondolkodásmódot, paradigmát, s kimutassuk, hogy annak központi gondolata valójában minden tudomány eljárásainak alapját jelenti. Ez most nyilván sokak számára nagyon meglepő állítás.

2.3. Mi is az, amit itt sokan felbomlani látnak? Mi is a newtoni világszemlélet?

Mivel foglalkozik a newtoni mechanika? Rendszerekről alkotott modellekkel, amelyek azonban egy-két egyszerűsítő feltétellel „könnyen” leírhatók. Vagyis a newtoni természettudomány azt teszi, hogy megkonstruál bizonyos modelleket a következő jellegzetességekkel:

(1) ezek a modellek néhány (a legtöbbször csak kettő) rendszert tartalmaznak, (2) a vizsgált rendszerek rendszere zárt, vagy olyan peremfeltételekkel, környezeti paraméterekkel leírható környezetben van, ami megfelel a rendszerkörnyezetek elemzésével kapcsolatos fenti pontjaink közül az első négy valamelyikének, (3) ezek a rendszerek néhány paraméterrel leírhatók.

A newtoni fizika azt teszi, hogy feltételezésekkel él a rendszerelemek változási törvényeivel kapcsolatban, vagyis vannak elképzelései arról, hogy ha így és így alakul a többi elem állapota, s ha így és így alakulnak a környezeti paraméterek, akkor milyen módon alakul a kiszemelt rendszer elem állapota az időben, s ebből globális, az egész rendszerre vonatkozó következtetéseket von le (milyen állapotban lesz az egész rendszer egy későbbi időpillanatban).

Ez a program azonban rendkívül korlátozottan végrehajtható. A rendszerelemek befolyásolják egymást, ebből következően az egyik elem módosítja a folyamat közben a másik állapotát, ami viszont módosítja az előbbi elem állapotát, vagyis visszacsatolások működnek. Rendkívül izgalmas, hogy a newtoni egyenletek segítségével a háromtest probléma a szokásos értelemben (egzakt, tehát analitikus függvényekre vezető módon) megoldhatatlan, a tökéletes matematikai leírás igényével fellépő módszer csődöt mond. A háromtest probléma azt jelenti, hogy keressük három tömegpont mozgásának leírását úgy, hogy feltételezzük, ezek a tömegpontok közben folyamatosan hatnak egymásra. Mondjuk három csillagról van szó, amelyek között gravitációs vonzás működik. Az persze igaz, hogy a háromtest probléma esetén is viszonylag egyszerű számítógépes program írható, amely megadja egy későbbi időpontban a három tömegpont állapotát (helyét és sebességét), a pontosság csak tárkapacitás és számítási idő függvénye. Ahogy azonban növeljük a rendszerelemek számát, úgy elképzelhetetlen mértékben növekszik a szükséges számítógépes erőforrás iránti igény, s úgy tűnik ez semmivel sem kiküszöbölhető.

A mechanika tudománya valójában olyan problémák megoldásával foglalkozik, amelyekben testek (rendszerelemek) mozognak előre megadott környezeti feltételek között. Ez tehát a newtoni paradigma lényege, ilyen típusú rendszerelemzések végezhetők azzal a paradigmával, amely oly nagy hatást gyakorolt a tudományok alakulására. Nézzük meg közelebbről, hogy az egyes tudományok működése mennyire felel meg ennek a paradigmának!

2.4. Hogyan próbáltak felülemelkedni a tudományos paradigmák a newtoni látásmódon?

Már maga a fizika létrehozta azokat a részdiszciplínákat, amelyek *látszólag* „felülemelkedtek” az eredeti programon. Egy szobában lévő levegő 10^{26} nagyságrendben tartalmaz gázrészecskéket, elvileg természetesen felírhatók rájuk a megfelelő egyenletek, azonban az ilyen leírás teljességgel reménytelen, s még a haszna is megkérdőjelezhető. Ezt a rendszert a gázrészecskék – mint rendszerelemek – rendszereként leírni „fizikailag” nem lehet. Ebben a helyzetben a fizika tudománya a fentebb már leírt „trükköt” alkalmazza, s ez minden tudomány számára tanulságos: „feljebb lép egy szinttel”, a nagyszámú elemből felépülő rendszert egységes egészként kezeli, s azt vizsgálja, hogyan lép kölcsönhatásba más ilyen egységekkel. Vagyis egy befoglaló nagy rendszeren belül a vizsgálat korábbi tárgyai rendszerelemek lesznek, állapotaikat már nem a bennük lévő részecskék állapotai alapján határozzuk meg, hanem globális paraméterekkel, a nyomással, a hőmérséklettel, az anyagi összetétellel, a térfogattal, az entrópiával, mindenféle potenciálokkal. Ezzel „helyreáll a newtoni rend”, hiszen mi történik: vizsgálunk egy rendszert, amely viszonylag kevés elemből áll, maga a rendszer zárt, az elemek néhány paraméterrel leírhatók, s még a „tökéletes” leírás is lehetséges, mert az egymásra hatások is számba vehetők. A termodinamika feladata (legalábbis az egyensúlyi, reverzibilis termodinamikáé), hogy a kiinduló állapotok függvényében adja meg a zárt rendszer egyensúlyi állapotát.

Ennek a „határátlépésnek” azért még vannak érdekes következményei: egyrészt kiderül, hogy az ilyen rendszerek kitüntetik az idő egyik irányát, ezzel a folyamatoknak (egyelőre csak a zárt rendszerekben zajló folyamatoknak) irányuk lesz, ezzel ez a leírás adaptívabb, mert jobb jóslatokra képes a valóságos rendszerek működésével kapcsolatban. Ez azt is jelenti, hogy ugyan helyreállt a newtoni rend, de a kialakított modell rendelkezik olyan tulajdonságokkal, amikkel az eredeti mechanikai modell nem rendelkezett.

A másik érdekesség a valószínűség belépése. Arról van szó, hogy a leírás során csak valószínűségi kijelentések tehetők, amelyek azonban éppen elég jók ahhoz, hogy a zárt

rendszerek végállapotaira vonatkozóan (egyensúlyi állapotokra vonatkozóan) meglepően pontos kijelentéseket tegyünk. Ez a valószínűségi jelleg azonban nem a rendszer indetermináltságát jelenti, nem azt, ami az igazi indetermináltság lenne, hogy t_i egy zárt rendszer esetén egy t_0 időpontbeli állapot után egy t időpontban elképzelhető lenne a rendszer legalább kétféle, egymástól különböző állapota is. Egyébként, mivel zárt rendszerek valóságosan nincsenek, tehát az igen nagy kérdésekben – amilyen a determinizmus kérdése is – a teljes rendszerben, vagyis az Univerzumban kell gondolkodnunk, ezért a zárt rendszer determináltságáról nincs értelme beszélni, csak az egész Univerzumérol. Ha úgy gondolkodunk, hogy van értelme az Univerzum adott időpontbeli állapotáról beszélni, akkor feltehetjük a kérdést, hogy vajon az Univerzum determinált vagy sem. Magunk úgy gondoljuk, hogy a determinisztikus paradigma az adaptívabb ilyen gondolati körülmények között.

Látható tehát, hogy a termodinamika első ránézésre megingatta az eredeti newtoni elemzést, vagyis a világot részecskék halmazaként felfogó, s e részecskék dinamikáját leírni kívánó rendszerelemzést. De ha belegondolunk, láthatjuk, hogy a newtoni gondolkodásmód alapjait jelentő három pont, illetve a vállalt feladat lényege érvényesül továbbra is. „Csupán” arról van szó, hogy egy másik modellt alkottunk, ebben a modellben találtunk olyan összefüggéseket is, amelyek az előzőben nem szerepeltek, de valójában nem léptük át a három pontban leírt határokat (kevés elem, zárt rendszer, az elemek kevés paraméterrel leírhatók), és nem akartunk mást tenni, mint ami az eredeti cél volt, vagyis meg akartuk adni a rendszer egy későbbi állapotát.

A különböző erőkterek vizsgálata, illetve a különböző tulajdonságokkal (töltéssel, tömeggel, mágneses tulajdonságokkal) rendelkező tömegpontok erőkterekben való mozgásának leírása szintén az eredeti paradigmának megfelelően alakul. A vizsgált rendszer válik nyitottá, azonban nem hat vissza a környezeti paraméterek alakulására, pl. az elektromos töltéssel rendelkező részecske mozgását egy valamilyen előre megadott változásokat produkáló elektromágneses mezőben vizsgáljuk. A nyitott rendszerekhez tehát a fizika is eljut, azonban minden esetben viszonylag egyszerű zárttá tenni a rendszert: csak a környezetet kell felvenni a rendszerelemek közé. Még jelentősebb lesz a nyílt rendszerek vizsgálata a kémiai problémák esetén, s meghatározóvá válik a nyitottság a biológiai, emberi, társadalmi rendszerek elemzése során.

A rendszerek rendszerének zártságára vonatkozó feltételezés első megközelítésben kezelhetetlen az olyan rendszerek tudományai számára, amelyeknek a lényegéhez tartozik a nyitottság. (Ezt érzékeltettük a fenti felsorolásban a környezet hatásaira vonatkozó 5. pontunkkal). Minden élő rendszer ilyen, de természetesen már a kémia is ismer olyan rendszereket, amelyekben a nyitottság szerepe fontos. *Zárt élő rendszerek nincsenek.* Egyensúlytól távoli állapotok jönnek létre, a változás lesz a folyamatok lényege, a változások során egy vizsgált rendszer entrópiája (a rendszer rendezetlensége) szemben a zárt rendszerekkel nem nő, hanem éppen, hogy csökken. Pontosabban hosszú időn keresztül érvényesülhet egy állandó entrópia, de ez nagyon távol van a maximumtól. A rendszer dinamikus egyensúlyban lehet, főbb paraméterei (fajok, génkészletek, populáció-létszámok, stb.) legfeljebb állandó szórású ingadozást mutatnak. A rendszer energiát használ fel, pontosabban nem az energia mennyiségének van meghatározó szerepe, hanem az energia áramlásának. A dinamikus egyensúlyban lévő rendszeren energia áramlik keresztül, ez az áramlás biztosítja a rendszerek struktúráinak fenntartását, reprodukálását. „Magas szervezetségű energia” áramlik be a rendszerbe, s disszipált, szétszórta, „értéktelen” energia formájában hagyja el a rendszert. Ezt a paradigmát használja a disszipatív rendszerek tudomány. Az egyszerűbbik esetben tehát nyílt, energia szétszóródását eredményező, de dinamikus egyensúlyban lévő rendszerekről van szó (a rendszer állapota a nagy állapotleírók szempontjából a vizsgált időszakban állandónak tekinthető, vagy állandó szórású ingadozást

produkál). Az ilyen rendszerekre az jellemző, hogy leírásuk során elegendő figyelembe venni a határfeltételeket valamilyen előre ismert időfüggvényként (az élő rendszerek nem változtathatják meg a napsugárzást, annak mennyisége, eloszlása csak a rendszer számára nem befolyásolható paraméterektől függ, s jól előre jelezhető).

A rendszer valamely elemének (pl. egy populációnak, egy nemzetnek) az elemzése azonban már nem lehetséges önmagában, s ez igen lényegesnek látszik. Egy elem gazdag kölcsönhatásban áll a környezetével, aminek paraméterei befolyásolják a vizsgált rendszer állapotait az időben, de maga a rendszer is hatást fejt ki a környezetére, s ezzel változtatja az őt változtató rendszerek paramétereit. Tehát egy részrendszer jövőbeli állapota a jelenlegi ismeretében csak akkor adható meg, ha tudom, hogy az egész rendszerben milyenek a folyamatok, vagyis ha az egész rendszerről van egy leírásom. Természetesen mind a biológia, mind az ökológia, mind a társadalomtudományok vizsgálhatnak olyan rendszereket, amelyek jó közelítéssel mentesek az ilyen folyamatoktól. Pl. egy elzártabb ökológiai egység, egy nem meghatározó külkereskedelmet folytató állam, egy alapvetően kiszolgáltatott helyzetben lévő, autokratikus „erőtérben” élő ember (pl. egy iskolai tanuló). De a fejlődési folyamatok inkább olyan rendszerek kialakulása felé hatnak, amelyekben a kölcsönös függőség egyre fontosabbá válik, s már elégtelen az ilyen típusú leírás. Ilyen pl. az ökológiai rendszerek egymásra hatása, s egyesülésük a bioszféra nagyrendszerében, szélsőséges formában a Gaia hipotézis. Ilyen a világgazdasági rendszerek formálódása, a gazdaság teljes internacionalizálódása, kölcsönös világpolitikai függőségek kialakulása. Ilyen az állampolgár „felszabadítása”, vagyis az önkényuralmi, autokratikus társadalmi berendezkedések visszaszorulása, az állampolgári cselekvés, s az emberek közötti horizontális kapcsolatok egyre fontosabbá válása. Ilyen a gyermek bevonása saját tanításának folyamataiba, a kiszolgáltatott viszony feloldása a nevelési folyamatokban, stb. Minden ilyen esetben a megfelelő tudománynak (szociológia, közgazdaságtan, pszichológia, pedagógia, ökológia, stb.) át kell térnie a nagyobb rendszerek vizsgálatára, mert már képtelen egy kiragadott részrendszert leírni, a részrendszer már nem csak elszenvedti egy egyébként nyitott rendszeren belül a környezet változásait, már nem pusztán alkalmazkodik ezekhez a változásokhoz, hanem aktívan részt vesz e változásokban, meghatározó tényezővé válik.

A tudomány mintegy menekül azoknak a rendszereknek a vizsgálatától, amelyek komplex kapcsolatokat alakítanak ki környezetükkel, ezeket – ahogy a környezet figyelembe vételével kapcsolatos fenti pontjainkban leírtuk – önmagukban már képtelen vizsgálni, nem tud jó paradigmát, modellt felállítani elemzésük számára, mert ez lehetetlen. Sok esetben följebb lép egy szinttel, itt olyan rendszert talál, amelynek környezete előre megadható módon változik az időben (világgazdaság, a társadalom egésze, vagy az emberi faj, egy nevelési rendszer egésze, stb.). Itt már tudunk paradigmát adni, hiszen kezelhetőkké válnak a folyamatok, nem kell kilépni a rendszerből ahhoz, hogy a környezeti feltételek alakulását egy későbbi időpontban megadhassuk.

Mennyire kerültünk távol a newtoni paradigmától? Nem annyira, mint azt egy egyszerűsítő, romantikus gondolkodásmód keretei között egyébként gondolnánk. Először is, az utóbb említett tudományok már nyílt rendszereket vizsgálnak, ezt fentebb részletesen bemutattuk, de olyan tágabb rendszer leírásának részeként, amely már zárt, vagy egy előre megadott, tőle nem függő határfeltételek által befolyásolt, esetleg tőle előre leírható módon függő környezetben van. Vagyis *a leírás nem egy a környezetével dinamikus kapcsolatban lévő rendszerre vonatkozik*. Nem kevés számú elemből álló rendszereket vizsgálnak, de a vizsgálhatóság érdekében kénytelenek olyan modelleket kialakítani, amelyekben *a leírandó részrendszerek száma mégiscsak alacsony*, pl. ha a szociológia vagy a szociálpszichológia kiscsoportot vizsgál. Drámai a növekedés az elemek leírására használható paraméterek számát illetően, de a tudományok ezt a problémát is *egyszerűsítéssel* oldják meg, olyan modelleket alkotnak, amelyekben a rendszerösszetevők – bár nagyon összetett „dolgozat” modelleznek,

mégis – kevés paraméterrel jellemezhetők (pl. egy ország gazdaságának elemzésében a globális gazdasági mutatók, társadalmi csoportok, rétegek vizsgálata során néhány szociológiai változó, egy tanuló vizsgálatában néhány személyiségjellemző, stb.).

Vagyis elég furcsa eredményt kaptunk: *egy-egy humán- vagy társadalomtudomány vizsgálhat előre megadott környezeti feltételek között „mozgó”, relatíve kicsi, kevés számú paraméterrel jellemzett elemekkel rendelkező rendszereket*, lényegében ezt teszi a pszichológia, a pedagógia, a szociológia, s ehhez nyújt leírási lehetőségeket, modelleket a történelem, s tulajdonképpen minden más társadalomtudomány.

Vagyis úgy tűnik, hogy mégsem a newtoni paradigmával van baj!!! Pontosan azt teszi minden tudomány, amit a newtoni mechanika. Rendszereket alkot, rendszerelemeket és azok lehetséges állapotait azonosítja. Határfeltételeket vizsgál, és nyílt ugyan a rendszer, de a körülmények egy előre megadható függvény szerint változnak az időben, ezért a környezet egy további rendszerelemként vonható be az elemzésbe, vagyis így már zárt rendszert vizsgálhatunk. Leírja, hogy az egyes elemek állapotai hogyan változnak egy adott „erőtérben” (vagyis adott környezetek lokálisan milyen módon befolyásolják egy rendszerelem állapotát). Ezután igyekszik globális leírást adni, vagyis megadja, hogy ha adott a rendszer egészének egy állapota (az elemek egy állapota egy időpontban vagy egy időintervallumon), akkor milyen állapotban lesz a rendszer (milyen állapotokban lesznek az elemei) egy későbbi időpontban. Ez pedig nem más, mint lényegében *a newtoni paradigma*.

Miért érezzük sokszor mégis úgy, hogy a társadalomtudományok nem működhetnek a newtoni elgondolások szerint? Először is talán azért, mert a társadalmi rendszerek „nagyon nyitottak”, vagyis általában igaz, hogy nem számolhatunk a társadalmi rendszerek előre megadható függvény szerinti környezetével, a vizsgált rendszer lényegesen megváltoztatja környezeté paramétereit, s a visszahatás nem kiszámítható. Ebben a helyzetben a tudomány előtt két választási lehetőség van. Az egyik, hogy nem vesz tudomást a kölcsönhatások bonyolultságáról, szándékosan olyan modellt hoz létre, amelyben *a kölcsönhatások egyszerűek, leírhatóvá tehetőek*. Általában a belső folyamatokra összpontosítás, a rövidebb időtartamú folyamatok vizsgálata a motivációi az ilyen eljárásnak. A másik megoldás az *egy szinttel feljebb lépés*, a befoglaló nagyobb rendszer keresése. Ennek a környezete már nem függ rejtett paraméterektől, alkothatunk olyan modellt, amelyben ez a tágabb rendszer már zárt. Következésképpen végiggondolva ezt az egyes társadalomtudományi kérdésekben, nagyon sok esetben kell elmennünk egészen a teljes emberiség vagy akár a földi bioszféra szintjére. Különösen a modern jelenségek vizsgálatában, amelyek esetében a teljes földi interdependencia (kölcsönös függőség) válik meghatározóvá, s már csak emberiségben vagy még tágabban, bioszférában lehet gondolkodni.

A másik ok, ami miatt „nem szeretjük” a newtoni gondolkodásmódot a társadalomtudományokban az, hogy a részrendszerek, az elemek leírása a legtöbbször elégtelennek bizonyul. Egy elektron még nagyon jól jellemezhető tízes nagyságrendű paraméterrel. Egy emberhez rendelhető paraméterek számát ki merné megjósolni? Ahogy már jeleztük, a megoldás ismét az egyszerűsítés. Olyan modelleket alkotunk, amelyek mégis csak kevés paramétert használnak.

Jól látható, hogy e „kifogások” (a rendszer nyitottságából, valamint a rendszerelemek bonyolultságából következő hatások) tulajdonképpen nem kérdőjelezik meg a newtoni paradigma alkalmazhatóságát a társadalomtudományokban. Arra figyelmeztetnek azonban, hogy egyrészt a valódi társadalomtudományi vizsgálatok tárgya „igen magasan” található, a teljes emberi társadalom, vagy a bioszféra, másrészt a leírások esetenként nem vesznek figyelembe elég paramétert, elégtelenek, a belőlük kapott ismeretek nem kellően adaptívak.

Nagy kérdés, hogy vajon van-e más út a társadalomtudományok előtt? A fenti leírásban használtunk néhány, önkényesnek tekinthető előfeltevést. Ilyen volt az, hogy a tudományok rendszereket vizsgálnak, hogy a tudományok egy-egy rendszer későbbi állapotát

igyekeznek megadni. Ha ezeken és még további előfeltételezéseken sikerülne túllépni, akkor elvileg más jellegű tudomány is megalkotható lenne. Jelenleg nem látunk erre törekvést sem és még csak reményt keltő kezdeményeket sem. Nem külön út a leírás, a hermeneutika, mert a szupertudományként felfogott társadalomtudomány leíró eszköze csupán. Ha valaki gondolati konstrukciókat kíván vizsgálni, s nem hajlandó pozitivista módon a valóság hű tükörképeként kezelni a tudományos tárgyakat, akkor valójában azzal foglalkozik, hogy kiépítse azokat a modelleket, amelyek valóban gondolati konstrukciók, s nem a valóság tükörképei, de hát ezt mondtuk mi is feljebb. Ez egyben azt is jelenti (itt aztán valószínűleg minden bölcsészt megbotránkoztatunk), hogy minden tudományban alapvető szerepet játszik az axiomatika és valójában a tudományok mondanivalójának kifejtésében a matematikának döntő szerepet kell játszania. Miért mondjuk ezt?

2.5. Miért oly fontos minden tudomány számára a matematika?

Fentebb láttuk, hogy a tudományok rendszereket vizsgálnak, ennek során azonosítják a rendszerelemeket, s azok állapotthalmazait. Maguk ezek az állapotthalmazok (egy-egy rendszerelem lehetséges állapotainak összessége) sajátos struktúrával rendelkeznek, s nagyon sokszor e struktúrát a matematika is tárgyalja. Elvileg minden eset ilyen, csak nem biztos, hogy a matematikának aktuálisan létezik olyan kutatott, ismert ága, amely éppen a tárgyalt állapotthalmazt jellemző struktúrával foglalkozik. Egy tömegpont állapotát a newtoni mechanikában pl. a tömegével, a térbeli helyzetével és a sebességével lehet megadni. Itt egy skalárról (egyszerűen egy számról, ez a tömeg) és két darab három-három koordinátával jellemezhető, vagyis számhármassal leírható vektorról (a helyzetvektor és a sebességvektor) van szó. A számok halmazáról, valamint a vektorok halmazáról a matematikának van mondanivalója, ezekkel kapcsolatban úgynevezett matematikai struktúrákat épít fel. Teszi ezt anélkül, hogy bármiféle konkrét módon hivatkozna arra, hogy milyen szerepet játszanak ezek a struktúrák más tudományok paradigmáiban, rendszerleírásaiban (pl. a newtoni pontmechanikában).

Elvileg bármely tudomány saját rendszerleírásában szereplő állapotthalmazokkal ez lehetne a helyzet. Annak, hogy ez mégsem így történik minden esetben (sőt, az esetek többségében nem ez történik), az az oka, hogy az adott tudomány adott paradigmája a kifejtés következetessége és alapossága tekintetében nem jutott még el erre a szintre.

Ki kell még emelnünk azt a lényegesnek látszó, szóhasználatlalt kapcsolatos összefüggést, hogy a „struktúra” szót a rendszerleírások során kétféle értelemben használjuk. Egyrészt van a rendszernek magának struktúrája. Ez nem más, mint válasz arra a kérdésre, hogy milyen kapcsolatok vannak a rendszerelemek között, s ez hogyan határozza meg azok állapotait. Ez a *rendszer struktúrája*. Ugyanakkor *egy-egy állapotthalmaznak is van struktúrája*, amit viszont matematikai struktúrák segítségével írunk le. A matematikai struktúrák egy vagy több halmaz elemeiből, valamint az ezeken az elemeken értelmezett relációkból álló gondolkodási rendszerek. A matematikai struktúráknak axiómarendszerek van, ami azt jelenti, hogy definíció nélkül posztulálunk néhány alapfogalmat, valamint ezen alapfogalmak segítségével bizonyos összefüggéseket adunk meg bizonyítások nélkül, ez utóbbiakat axiómáknak hívjuk. Vagyis ha a tudományok működésének kellően adaptív leírása az, hogy az egyes diszciplínák, illetve azok egyes paradigmái rendszereket vizsgálnak, a rendszerek elemeihez rendelhető állapotthalmazokat pedig axiomatikusan definiáljuk, akkor jól látható, hogy nem nélkülöz minden értelmet az a kijelentésünk, hogy minden tudomány minden paradigmájában alapvető szerepet játszhat a matematika. Tegyük még ehhez hozzá, hogy ha a rendszer elemeinek állapotthalmazait matematikai axiómarendszerek segítségével definiáljuk, akkor a rendszer dinamikájának leírása is matematikai eljárásokra épül, hiszen a

rendszerlemek kölcsönhatásai, valamint a környezet hatása következtében kialakuló állapotok is matematikai objektumok, elsősorban függvények, azokon belül is operátorok megadását igénylik.

2.6. Rendszerleírás és valóságos tudományok a 20. század végén

Mennyire teljesítik vajon a 20. század végi tudományok mindazt, amit a fentiekben leírtunk a matematika rendszerleírásokban való alkalmazásaival kapcsolatban? Csak nagyon kevésbé. A matematika minden ága axiomatizált természetesen, de a matematika nem a „világ dolgainak” rendszerleírásával foglalkozik. Inkább azokat a matematikai struktúrákat szállítja a tudományok számára, amelyeket azok jól fel tudnak használni. A fizika bizonyos területei, s még talán egy-két tudomány bizonyos részterületei tekinthetők a rendszerleírás szempontjából konzekvenseknek, ezekben az állapothalmazok axiomatikus leírása is szerepel, illetve a kölcsönhatásokat leíró függvények is matematikailag egységes és következetes rendszerben léteznek. Ezekben a gondolkodási rendszerekben deduktív következtetéseket lehet megfogalmazni, mintegy levezethetők bizonyos történések, összefüggések, folyamatok. A kutatás ezekben az esetekben a rendszerleírás kiegészítését, kidolgozását, a részletek megtalálását jelenti. Thomas Kuhn (1984/1962) ezt nevezi *normál tudománynak*. Pontosabban ezt is normál tudománynak kell neveznünk. Mást is, hiszen számos olyan diszciplína és paradigma van, amelyek nincsenek ilyen jól kiépítve, azonban ott is vannak olyan alaptétel-rendszerek, nem teljes rendszerleírások, amelyekből kiindulva, ha nem is logikai dedukcióval, de intuícióval, valószínű következtetésekkkel lehet további állításokhoz jutni.

Az ilyen gyengén strukturált paradigmák vannak döntő többségben a tudományok rendszerében. Ezek esetében nem mindig világos, hogy a paradigma milyen rendszerlemeket vizsgál. Nem mindig világosak az állapothalmazok, s ha létezik is valamilyen közelítő leírásuk, akkor sem létezik a legtöbb esetben matematikai struktúra hozzárendelés. A kölcsönhatások megadása általában nem teljes, tehát a rendszer dinamikájának leírása csak nagyon közelítő, bizonytalanságokkal terhelt. Vagyis ki kell mondanunk, hogy *a tudományok döntő többsége esetében nem beszélhetünk korrekt rendszerleírásokról*. Korrekt akkor egy rendszerleírás, ha a fent részletesen kifejtett módon adott a leírás minden eleme (rendszerlemek, állapothalmazaik, a környezet leírása, a rendszerlemek állapotfüggvényei).

A helyzet hasonlít ahhoz, ahogyan a gyermek geometriai ismereteit kezeljük. Azt szoktuk mondani, hogy a gyermek rendelkezik egy nagyon bő alapfogalom-rendszerrel és egy nagyon bő axiómarendszerrel a geometriai viszonyok értelmezésével kapcsolatban, ami vizsgálatok segítségével kimutatható, de a gyerekben nem tudatosodik. Vannak bizonyos fogalmai, amelyek nagyon mélyen elhelyezkedő, tapasztalatok segítségével megerősített, nehezen verbalizálható ismereteken nyugszanak, ezek tekinthetők alapfogalmaknak, s vannak ezek között bizonyos összefüggések, amikről a gyerek „tudja, hogy úgy vannak”, de nehezen tudná azokat megmagyarázni. Az alapfogalmak rendszere és a gyermeki axiómák rendszere nem elégíti ki azokat a követelményeket, amelyeket az ilyen rendszerekkel kapcsolatban, a matematikában szokás felállítani. Pl. az alapösszefüggések, az axiómák nem függetlenek egymástól, s bizony még ellentmondások is lehetnek ezekben a rendszerekben. A gyerek azonban ezeket használja a mindennapi életben, s a tanulása során is. A matematika tanára épít is rá, csak legfőleg nem ismeri elég mélyen ezeket a rendszereket, s főleg nem ismeri gyerekenként.

Nagyjából ez a helyzet a tudományokkal is. Minden tudományos modell tartalmaz alapfogalmakat és azok között bizonyos összefüggéseket. Az ugyanarra a jelenségkörre vonatkozó ilyen rendszerek pont az *alapfogalmaikban, alapfeltételezéseikben és az elemek*

állapothalmazaira vonatkozó axiómarendszereikben különböznek egymástól. Az azonban lehet, hogy a tudomány, illetve egy-egy paradigma *nem tudatosítja magában ezeket az elemeket*, s ekkor válnak a tudományos viták a süketek párbeszédévé. Figyeljük meg: a matematikusok nem vitatkoznak azon, hogy egy-egy axiómarendszerben egy kimondott állítás tétel vagy sem. Megpróbálják bebizonyítani. Ha sikerül, és sokszori ellenőrzés sem talál hibát a bizonyításban, akkor nincs vitának helye. (Időről időre azért egy-egy bizonyításról kiderül, hogy hibás volt, de ez rendkívül ritka alkalom, s korrigálható, ettől még maga a rendszer nem dől romba, főleg azért, mert önmagába zárt.)

Vita a nem matematikai tudományokban két kérdésben lehetséges: (1) vitatkozni lehet arról, hogy egy-egy tétel állítása jogos-e, s ezen azért lehet vitatkozni, mert nem tiszta az alapfogalmak és axiómák rendszere, nincs világos deduktív út a bizonyításra; (2) vagy azon lehet vitatkozni, hogy egy-egy paradigma mennyire adaptív, mi köze a valósághoz, vagyis, hogy mennyire választott adaptív modellt az adott tudományterület. Ez utóbbi esetben is sokszor zavaros a vita tárgya, nem világos paradigmák feszülnek egymásnak, sokszor akarnak paradigmák között logikai alapon, vagy kritikus kísérletek alapján dönteni, s ezek a próbálkozások eleve sikertelenségre vannak ítélve.

Vagyis felfogásunk szerint *minden tudományterület minden elkülöníthető paradigmájának van egy rendszerleírása, ezen belül elemleírások, állapothalmaz leírások, utóbbiban alapfogalmak és axiómarendszerek*. Ez a legtöbb tudomány esetében kimondatlan, nincs leírva, a tudományterületen a gondolkodási folyamatok viszonylag bizonytalan talajon zajlanak.

Alapvető jelentőségűvé válik ebben a helyzetben *a tudósok közötti kommunikáció*. Amikor két matematikus beszélget, akkor mindkettőjük fejében az adott témához kapcsolódóan van egy alapfogalom- és axiómarendszer, ennek felhasználásával értelmezik a másik által elmondottakat. Azzal az egyébként jogosulatlan, vagy pontosabban ellenőrizhetetlen feltételezéssel élnek, hogy valójában mindkettőjük fejében azonos rendszerek vannak, vagy legalábbis igen jó megfelelés létesíthető az elemek között, s az a fontos, hogy mindezen kommunikációs folyamatok eredményeként létrejövő cselekvéseik adaptív eredményeket hoznak. Pl. együtt javaslatokat tesznek egy mérnöknek, aki ezen az alapon hasznos, működőképes eszközöket tud készíteni. Az egyik matematikus olyan közléseket ad a másinak, amik alkalmasak arra, hogy ez a másik matematikus dekódolva az üzenetet, vagyis előállítva saját interpretációját alakítsa saját, témával kapcsolatos konstrukcióit, s ettől tudása még adaptívabbá váljék. Minden más tudományos kommunikációban is ez történik, csak maga az alaprendszer nem kellően tiszta a fejekben, sok-sok öntudatlan folyamat, nem kellően explicit fogalom befolyásolja az előbb leírt konstrukciós folyamatokat. A gyakorlati cselekvés aztán megmutatja, hogy nem ugyanahhoz a következtetéshez jut el az egyik tudós, mint a másik, pedig lehet, hogy a kommunikáció során nem merült fel probléma.

Vegyük a pedagógia példáját. Mit kell kezdeni vajon egy olyan gyerekkel, aki egy adott tanulási témában teljességgel sikertelen? A kérdés különböző paradigmák keretében közelíthető meg. Lehet kialakítani a gyermekről, tanulásáról egy behaviorisztikus modellt, amelyben a tanulás a tapasztalatok és a megerősítések hatására bekövetkező folyamat. Pontosán ezeket a feltételeket (tapasztalatokat és megerősítéseket) kell biztosítani, s akkor sikeres lesz a pedagógiai tevékenység (látjuk, hogy a pedagógia itt pontosan a newtoni paradigmának megfelelően működik). Kiegészíthető az eljárás olyan elemekkel, amelyek biztosítják a folyamat optimális lefolyásának feltételeit: legyen motivált a tanuló, legyen releváns a tapasztalat az adott probléma szempontjából, stb. Állapotleírás, feltételek vizsgálata (illetve a gyakorlatban megteremtése), egy jövőbeli állapot megadása; tényleg minden a newtoni paradigmának megfelelően alakul. Ha valakik nem teszik világossá, hogy itt milyen modellt alkottunk a tanulóval, hanem a tapasztalatok, a motiváció, a cselekvés, stb.

fontosságáról beszélnek, akkor könnyen az a látszat keletkezhet, hogy tulajdonképpen van valamilyen mély elképzelés a tanulás folyamatáról, amiben minden ilyen elem nagyon fontos szerepet játszik, s a gyakorlat számára éppen ezeknek a feltételeknek a formálását kell javasolni.

S ekkor jön egy újabb paradigma, amely *más modellt alkot meg*, benne a fogalmak mást jelentenek, mint az előzőben, más következtetésekre jut, másképpen írja le a környezetet, valójában egyáltalán nem összehasonlítható az előzővel. Ez a paradigma lehet a *konstruktív tanulásmodell*, ami a probléma okát abban látja (tehát e szerint írja le az állapotokat), hogy a tanuló megelőző ismeretei, létező kognitív struktúrái gátolják az új tananyag megtanulását, mert azzal logikai ellentmondásban állnak. Ez az állapotleírás olyan fogalmakat használ, amelyek a másik modellben meg sem találhatók. De a jelenségek lényegéről is egészen más képe van, ugyanis a belső kognitív struktúrákat nem tartja a tapasztalatok segítségével megváltoztathatónak, más dinamikát képzel el rendszerelemei változásával kapcsolatban. S még az eredményről, a végállapotról is egészen más az elképzelése, a belső kognitív struktúra módosulásaként tételezi, s nem egy újabb ismeret elsajátításaként, beépüléseként.

Képzeljük el, hogy a kétféle paradigmát képviselő pedagógus beszélget egymással, azonban egyikőjüknek a fejében sem tiszta, hogy ő tulajdonképpen mit is képvisel. Vagyis nem tiszta az, hogy az ő rendszerében mik az elemek, az állapothalmazaik, az állapothalmazokat leíró struktúrában az alapfogalmak, s azokra milyen axiómák épülnek. Valami „homályos” gondolat-konglomerátum, valamilyen érzések, bizonyos, inkább fenomenologikusnak tekinthető elvek vannak a fejükben, s ezen az alapon próbálnak meg dönteni abban a kérdésben, hogy mit kellene tenni ennek a problémának a megoldása érdekében. Mindketten úgy modellezik a helyzetet, hogy valójában egyformán gondolkodnak a pedagógia nagy kérdéseit illetően (tegyük fel, hogy ez a helyzet, tehát, hogy tényleg ezt gondolják), vagyis a másik minden közlését követő interpretáció kialakítása után elhelyezik a „másik mondandóját” a saját rendszerükben. Jól láthatóan ebből kibogozhatatlan gubancok keletkeznek. Itt valami lehetetlenre vállalkozik a két pedagógus. Ez olyan, mintha két matematikus úgy vitatkozna egy tételről, hogy az egyik fejében az euklideszi, a másik fejében a Bolyai-Lobacsevszkij féle geometria működik a tétel megítélése során. Ezen a matematikusok jót nevetnek, ilyen matematikai vita nem lehetséges. Mi, a társadalom kérdéseivel foglalkozók naponta veszünk részt ilyen vitákban. Vagy tegyük fel, hogy két fizikus közül az egyik – csak a játék kedvéért – arisztotelészi elképzelések szerint elemezné a testek mozgását, a másik viszont a newtoni dinamika eredményei szerint. Nem azon vitatkoznának, hogy hogyan kellene „közösen” megítélniük egy adott mechanikai probléma megoldását, mert tudják, hogy erre nem lennének képesek. Azon vitatkoznának, hogy adott helyzetben melyik paradigma az adaptívabb. Ha pl. egy mérnöki problémáról van szó, akkor hamar megállapodnának abban, hogy a newtoni fizika alkalmazásával nem dől össze a híd, az arisztotelészi módszereket alkalmazva viszont igen. Ettől még a newtoni mozgástan nem válik „igazzá”, csak az adott szituációban adaptívabb. A fizikusok számára ez a gondolkodásmód természetes, ők nem állnak le azon vitatkozni, hogy egy állítás igaz vagy sem, ha egyszer különböző paradigmák keretében keresik a választ. Mi, társadalommal foglalkozók ezt gyakran megtesszük. Ahelyett, hogy arról vitatkoznánk, mi is a vitában szereplő, az állítások mögött megbújó paradigmák, mint rendszerleírások struktúrája, milyen állítás vezethető le az egyik paradigmában és mi a másodikonban, s a kettő közül melyik az adaptívabb, melyik mellé tesszük le inkább a voksunkat.

Itt beleütköztünk a tudományelmélet egyik nagy problémájába, a tudományos paradigmák összemérhetőségének kérdésébe. A probléma lényege az, hogy az ugyanarra a „valóságszeletre” vonatkozó különböző tudományos paradigmák között lehet-e logikailag különbséget tenni, vagyis lehet-e azt mondani, hogy az egyik alkalmasabb a világ jelenségeinek leírására, mint a másik. Első megközelítésben a válasz az, hogy igen, meg kell

nézni a valóságot, s meg kell vizsgálni a paradigma keretében értelmezhető jelenségek halmazát, s ha egy paradigma „értelmezési tartománya” (az általa valósághűen magyarázható jelenségek halmaza) tartalmazza egy másik paradigma „értelmezési tartományát”, akkor az előző paradigma hatékonyabbnak, jobbnak, adaptívabbnak tekinthető. Ebben az értelemben a speciális relativitáselmélet jobb paradigma, mint a newtoni mechanika, mert az előbbi magyarázni tudja ugyanazokat a jelenségeket, mint az utóbbi, s azokon felül még másokat is. A kognitív pszichológia feltétlenül fölébe helyezhető a behaviorizmusnak, mert előbbi mindent meg tud magyarázni, amit az utóbbi, s néhány olyan jelenséget is értelmezni képes, amit a behaviorizmus nem.

A dolog azonban nem ilyen egyszerű. Mi az, hogy jelenség? Nem az objektív valóság „jelenségentitásait” soroljuk be, minősítjük egy adott paradigma által megmagyarázhatónak, hanem *a jelenségről kialakult tapasztalatot*. Igen ám, de a jelenségről kialakított tapasztalat egyszerre függvénye az objektív valóságban lejátszódó jelenségnek és a használt paradigmának. Vagyis kimondható, hogy *nem ugyanazt a jelenséget magyarázza az egyik és a másik paradigma*, vagyis érvényességi halmazaik között nem tudunk elképzelni tartalmazási viszonyokat. Kicsit másképpen: a paradigmák abban különböznek egymástól, hogy a teljes modelljük más, tehát ha úgy tetszik más tudományok. A newtoni mechanikában egészen mást jelent a távolság, az időtartam, a tér, a kölcsönhatás, mint a relativitáselméletben. A kognitív pszichológiára építő konstruktív pedagógiában egészen mást jelent a tudás, a kognitív struktúra, a képesség, stb., mint a jobbára behaviorisztikus elképzelésekre építő hagyományos pedagógiákban, vagy a piaget-i tanokra épülő reformpedagógiákban.

Ahogy gyakran fogalmaznak: amikor létrejön egy új paradigma a tudományban, akkor a vizsgálat tárgya, a tapasztalati világ változik meg. Mást látunk az új elmélet előtt a világban és mást látunk utána. Az, hogy egy gyerek hibát vétett (jelenség) a behaviorisztikus alapokon felépülő pedagógiákban hibás percepciót, fegyelmezetlenséget, nem kellő motiváltságot jelent, a reformpedagógiákban a felfedezéshez vezető út egy állomását, s nagyon türelmesnek kell lenni a kezelésével, a konstruktív pedagógiában viszont a gyermek gondolkodási folyamatainak egy logikus következményét, a belső kognitív rendszer állapotának jelzését, ami kijelöl bizonyos tanítási feladatokat. Tehát már a jelenség is más, pontosabban más az objektív jelenség által létrehozott tapasztalat, mert igazából nem csak az objektív jelenség határozza meg, hanem a felfogó rendszer is. Valaki mondhatná azt, hogy ettől még az objektív jelenség, vagyis a gyerek hibázásának jelensége ugyanaz marad, azonban ez sem igaz, hiszen a különböző pedagógiák mást és mást tekintenek hibának, magának a hibának az értelmezése más és más ezekben a pedagógiákban (a konstruktív pedagógiában pl. nem is létezik ez a fogalom). Vagyis lehetséges, hogy ugyanaz a megnevezés nem is ugyanarra a valóságelemre vonatkozik.

A tapasztalat már egy szűrőn való áthaladás eredménye, ez a szűrő paradigmfüggő, *az objektív valósághoz „tisztá formájában” nincs hozzáférésünk*. Úgy tűnik, igaza van Kuhnnak (vagy hogy hűek legyünk önmagunkhoz: adaptívnek tűnik Kuhn felfogása), hogy az egymást váltó paradigmák inkommenzurábilisek, vagyis összemérhetetlenek. A hétköznapi tudományos gyakorlatban azonban mégis állandóan összemérjük őket. Ez azon alapszik, hogy miközben ketten kommunikálnak egymással egy adott tudományos témában, eközben azt a paradigmát használják, hogy tulajdonképpen ugyanarról beszélnek, s összemérik kettejük vitatott tudományos kérdésben vallott felfogását. Ez a gondolkodásmód nagyon sok esetben adaptív, mert az ilyen viták sokasága előbbre viszi a tudományt, segíti a tudományos nézetek szelekcióját, ami nem az igazságon, hanem a tudományos közösségek döntésein múlik (ismét Kuhn). Vannak viszont olyan tudományos viták, amelyekben az „ugyanarról a jelenségvilágról beszélünk” gondolkodásmód nem adaptív, s hátráltatja az előrehaladást. Ilyen pl. az iskolamodellek közötti választással kapcsolatos vita, jelesen a szelektív és a komprehenzív iskola-elképzelések között zajló vita. Itt is úgy lehet, ahogyan valószínűleg

általánosan, hogy a két fél nem ugyanazt a gondolkodási rendszert használja, s a jelenségekkel kapcsolatos tapasztalataik teljesen különbözőek, s ez látszik is a vitán, az egymás mellett való „elbeszélésen”, az egymást meg nem érteni akarásában. Ebben az esetben tehát az „ugyanarról beszélünk” paradigmája nem adaptív, mert nem vezet sehová.

2.7. Tudomány és áltudomány

Azért érdemes szólni a címben említett problémáról, mert a pedagógia számára közvetlenül is érdekes kérdés, hiszen szeretnénk tanulóinkat megvédeni mindattól, ami ellentmond a modern tudományos gondolkodásnak, ami sarlatánság, közönséges csalás, áltudományos teória és tudományellenesség. A történelem során sokan hittek abban, hogy megtalálták a tudomány és „nem tudomány” közötti határvonalat. Mára a kérdés a tudományelmélet egyik legizgalmasabb problémájává vált, s talán kijelenthetjük: *egyelőre nincs a kezünkben biztos megoldás*. E helyen nem adunk történeti áttekintést a kérdésről – a tudományelméleti alapokat egyébként is csak a következő fejezetben tárgyaljuk – hanem csak alkalmazni szeretnénk a fentebb kifejtett tudományképet erre a problémára is.

Modellünk szerint minden olyan gondolati konstrukciót tudománynak kell tekinteni, amely rendelkezik a fent leírt jellegzetességekkel. Modellezi a világot, rendszereket vizsgál, ezeket a rendszereket következetesen leírja, jellemzi (elemek, állapothalmazok, környezet, a környezet állapotai, az állapothalmazokat leíró matematikai struktúrák, állapotfüggvények). Ennek a „definíciónak” van legalább két kínos következménye. Az egyiket fentebb már tárgyaltuk: rendkívül szigorú a meghatározás, a ma létező tudományok közül alig van olyan, amely teljesen megfelel ezeknek az elvárásoknak. A másik kínos következmény, hogy nem világos, hogyan választja el ez a meghatározás a tudományokat, amiket mindenki nyilvánvalóan azoknak tart, a „nem tudományoktól”, vagyis az áltudományoktól, a sarlatánságtól, a csalástól, a misztikus világlátásoktól.

Egy áltudományosnak tartott tétel is lehet része egy – jóllehet nem kellően formalizált – gondolkodási rendszernek. Sőt, miért ne képzelhetnénk el, hogy valaki készít egy olyan rendszerleírást, amelynek része egy ma a többség által áltudományosnak tekintett állítás, s ez a leírás lehet ellentmondásmentes is akár. Ebben az esetben nem szabad megtagadni az állítástól, de ami fontosabb: magától ettől a gondolkodási rendszertől a *tudományosság* jelzőjét. Fogadjuk el, hogy tudományos. Leír egy világot. Talán úgy látszik, hogy ez a világ nem az a világ, amiben mi élünk, de ettől még miért ne létezhetne ilyen világ is. A tudomány története nem más, mint ilyen világok folyamatos kitalálása, konstrukciója. A társadalom mindig eldöntötte, hogy fontos szerepet szán-e egy ilyen konstrukciónak, vagy sem. S honnan tudjuk, hogy az általunk tudományosnak nevezett eszmerendszer látja jól? Semmi okunk nincs rá, hogy megtagadjuk az áltudományosnak, tudománytalannak tekintett gondolkodási rendszertől a tudományosság jelzőjét, amennyiben egyébként rendszere logikailag korrekt, kiépített.

Jól láthatóan ez a „definíció” mást tekint tudományosnak, mint amit szokásosan annak tekintünk. Valahogyan a valósággal való egyezés, az empirikus ellenőrzés, a megcáfolhatóság mozzanata hiányzik belőle. Jó lenne számúzni a tudományosság világából azokat a tételeket és gondolkodási rendszereket, amelyek nem egyeznek meg a tapasztalatainkkal, amelyeknél az empiriára való hivatkozás gyanús, amelyeknél alig van bizonyító adat, s azok hitelessége is megkérdőjelezhető. Jó lenne számúzni mindazt, ami csalásnak tűnik, amit hókuszpókusznak tartunk, ami misztikus. Ezek azonban mind-mind megítélések, előítéletek, beskatulyázások, amikről kiderülhet később, hogy jogosulatlanok voltak, vagy pontosabban: később lehet, hogy egészen másképpen fogjuk látni a helyzetet. Eldöntheti persze a társadalom, a tudósok közössége, valamilyen intézmény, hogy mit tart tudományosnak és mit nem, s ez még

működhet is társadalmilag, de nagyon jól érezhető, hogy ez nem megnyugtató megoldás. Milyen alapon döntenek el? Saját akkori gondolkodásmódjukból kiindulva? A saját paradigmáikat használva és abszolutizálva? Vagy netán jól felfogott hatalmi, anyagi érdekekből, fizetésért?

Aki azt hinné, hogy a fenti fejtegetés a sarlatánok védelme, azt a következőkkel nyugtathatjuk meg: (1) Rendkívül szigorú definíciót adtunk a megítélhető, jól eldönthető tudományosságra vonatkozóan, ennek a legtöbb mai, tudományosnak tartott diszciplína sem felel meg. (2) Minden gondolkodási rendszerről eldönti a társadalom, hogy szüksége van-e rá, vagyis ha nem az „igaz – nem igaz” dimenzióban vizsgálódunk, akkor könnyen rátalálhatunk arra, hogy egy gondolkodási rendszer adaptív vagy sem, vagyis biztosítja-e a társadalmi gyakorlat a továbbélését, vagy sem.

Itt természetesen ismét van egy-két kínos dolog. Az egyik rögtön az, hogy jó néhány ma tudománytalannak, sarlatánságnak, áltudománynak tartott gondolkodási rendszer adaptívna bizonyul. A horoszkópokat készítőik el tudják adni, a kézzel írt gyógyítók közül nem egynek kiterjedt a „pacientúrája”. Ugyanakkor más, tudománynak tartott gondolkodási rendszerek háttérbe szorulnak. Az adaptivitás bizony ilyen. Nem választja ki automatikusan a nekünk (pont nekünk) most (éppen most) tetszőt. A túlélés farkastörvénye érvényesül, az a gondolati rendszer maradhat meg, amelyet a társadalom adaptívna ítélt, amely biztosít valamilyen „szolgáltatást” a társadalom számára, végső soron: amely a saját továbbéléséhez a legjobb kondíciókkal rendelkezik.

S hogy mindezt hogyan vigyük be az osztályterembe? Később kifejtjük részletesebben is, most csak jelezzük: nem kell bevinni, ott van. Tanítványainknak széleskörű ismereteik vannak a kérdésben, következtetéseik ugyan nem mindenben egyeznek a mienkkel, de ha ennek ellenkezője lenne a helyzet, akkor nem lenne szükség iskolára. Nekünk segítenünk kell abban – s a módszerek legyenek következő fejezetek tárgyai -, hogy a tanulók megismerkedhessenek többféle elképzeléssel, legyen lehetőségük rá, hogy kritikusan megvizsgálhassák, számukra melyik az elfogadható, melyik illeszkedik legjobban nagy kognitív rendszereik elemei közé, s melyiktől várhatják életükben a legtöbb segítséget. Ebben figyelni fognak társaikra, s különösen figyelni fognak ránk, pedagógusokra. Ha egyébként olyan a légkör, hogy a pedagógus véleménye nem értékeltetik automatikusan az egyetlen hiteles véleménynek, ha a gyerekek is elfogadják, hogy minden tudással maguknak kell megbirkózniuk, s a saját világukat maguknak kell megkonstruálniuk, akkor nem csak, hogy lehet, hanem „kötelező” is a tanulók elé tárnunk saját véleményünket. Ahogyan ez nagyon sok esetben így van az értékek formálódása területén: a tudományokhoz (és áltudományokhoz) való viszony aktív, belső felépítése a tanulóknál, két esetben lehet alapvetően problematikus. Egyrészt akkor, ha nem biztosítunk lehetőséget arra, hogy a konstrukciós folyamatok beindulhassanak, s eredményhez vezessenek, vagyis ha elkerüljük messzire a témát, illetve akkor, ha megfellebbezhetetlen, kötelezően akceptálandó felfogásként közöljük, esetleg finomabb módszerekkel plántáljuk át a tanulóba a saját véleményünket.

3. A konstruktivizmus előzményei

Az itt következő fejezetben annak a történeti folyamatnak egy részét igyekszünk bemutatni, amelyben a konstruktivizmus megszületett. Egymástól csak relatíve elkülönülő hatásrendszereket, elsősorban tudományos fejlődési vonulatokat vizsgálunk, így a tudományfilozófia, a kognitív pszichológia hatását, s ezekkel egybefoglalva az ismeretelméletek, a természettudományok 20. századi fejlődési folyamatait.

3.1. Tudományfilozófiai előfeltételek

A történet (a konstruktivizmus kialakulásának története) természetesen régi időkbe nyúlik vissza, azonban számunkra izgalmasabbak a hozzánk közelebbi állomásai. Ezek közül az egyik legfontosabb a *tudományelmélet változásainak története*. Az a történet, amelyben a 20. században, annak is elsősorban a második felében *radikálisan átalakult a tudományfilozófia szemléletmódja*. Már amennyiben lehet beszélni a tudományfilozófia szemléletmódjáról. Hiszen – ahogy az előző fejezetben ezt igyekeztünk bemutatni – a tudományok, miközben modelleket, azaz rendszereket vizsgálnak, többféle modellt is felépíthetnek ugyanazzal a jelenségvilággal kapcsolatban. Ezek párhuzamos paradigmák, s ahogy differenciálódnak egyre inkább egy *másfajta tapasztalati világot* írnak le, többé már nem összehasonlíthatók. A 20. század második felében a tudományfilozófia teljes megújítására született modellek is különbözők, egyedi alkotások, s nem pusztán egymás továbbfejlesztései. Ezért van az, hogy minden tudománytörténet erősen kötődik konkrét tudósok konkrét tanításaihoz. A tudományban is személyesek a konstrukciók, ami szociális mozzanat benne – s ez nagyon fontos – az a diskurzus, a napjainkra hihetetlenül professzionalizálódott tudományos kommunikáció.

A tudományfilozófiában a 20. század – ahogy már jeleztük – jelentős változásokat hozott. A hosszú időn keresztül uralkodónak tekinthető induktív-empirikus szemlélettel szemben egyre élesebben fogalmazódott meg a tudományok elmélet-irányítottságát hirdető felfogás – annak is természetesen többféle változata.

3.1.1. Induktív-empirikus látásmód

Az induktív-empirikus szemléletmód azt jelenti, hogy *a tudományt a tapasztalatokon, az empirián alapulónak képzeljük*. Minden tudás kiindulópontja ebben a felfogásban a tőlünk függetlenül létező, objektív valóság, amely a megismerő rendszerrel kölcsönhatásba kerülve mintegy *lenyomatot* képez azon, s így alakulnak ki elemi ismereteink. A tudomány szisztematikusan gyűjti ezeket az alapismereteket, az egyszerű tényeket, adatokat. Ebben a munkában a megfigyelésekkel és a kísérletekkel kapcsolatban határozott szabályokat alkot, beveti egyre korszerűbb eszközeit, ha kell közvetítő, a vizsgálatra csak utaló jelenségek megfigyelése alapján szerez rejtettebb empirikus ismereteket (műszerek használata).

A megfigyelések azonban a tudományos munkának csak a kiinduló, kezdő mozzanatai az induktív-empirikus tudományképben. A feltárt tényeket *rendszerezni* kell, meg kell találni az először csak elszigetelt jelenségek, adatok, tények közötti, rejtett *kapcsolatokat*. Ezekkel kapcsolatban *hipotéziseket* lehet alkotni. Észrevehetünk, megsejthetünk valamilyen összefüggést a megfigyeléseink eredményei között, de a korrekt tudományos munkában még többször, és többféle oldalról megközelítve kell bemutatni azokat az empirikus tényeket,

amelyek igazolják feltételezéseinket. Teljes bizonyosságot ugyan nem szerezhethünk (legalábbis az induktív-empirikus tudománykép legtöbb híve így tartja), de az empirikus vizsgálódások számának növelésével, a mind ötletesebb kísérleti ellenőrzésekkel és megfigyelésekkel egyre nagyobb biztonsággal jelenthetjük ki, hogy *hipotézisünkben igaz állítás fogalmazódott meg*.

Az összefüggések, a kapcsolódások ilyen felfedezése általában *új tudományos fogalmak* megalkotásához vezet. A jelenségek, a természeti és társadalmi objektumok a közöttük talált kapcsolatok alapján osztályokba sorolhatók, ezek az osztályok valójában már a tudományos fogalmakat jelentik, s jön a hálás feladat, valamilyen nevet, megjelölést is ki kell találni az így a világ objektív megismerése szempontjából előrelépést jelentő, a világ objektív struktúráját számunkra a korábbiaknál jobban feltáró fogalom számára. A fogalmak segítségével, illetve még mindig az eredeti empirikus vizsgálati eredmények alapján általában mélyebb, a jelenségek széles körére érvényes *törvényszerűségeket* tudunk megfogalmazni. Természetesen itt is szerepet játszik a hipotézis, minden gondolat a törvények megfogalmazásával kapcsolatban először csak hipotézis, egyelőre gyengén alátámasztott, s csak a részletes, alapos empirikus vizsgálat segítségével válik a későbbiekben általánosan igaznak tartott *tudományos törvénné*.

Végül az *egyes törvényszerűségek elméletekké állhatnak össze*, amelyeknek pályafutása teljesen azonos az egyes törvényszerűségekével. Először csak hipotézisek, valószínű igazságok, s csak a hosszas, néha évtizedekig tartó empirikus ellenőrzés során válnak *igazsággá*. E folyamatban előfordulhat, hogy egy hipotézisünket nem igazolják a későbbi empirikus vizsgálatok. Ebben az esetben – így az induktív-empirikus krédó – el kell vetnünk a hipotézist, s másikat kell keresni. Számtalan leírása létezik a tudományok működése ciklikus voltának, amennyiben a megismerés ciklusa az empirikus tények megismerésénél kezdődik, e tények magyarázatára születnek elképzelések (hipotetikus összefüggések, vagy elméletek), s ezek igazolása vagy cáfolata érdekében visszatérünk az empiriához.

Amint a leírásból is kiolvasható, az induktív-empirikus modell abszolút irányító szerepet szán a *tapasztalatoknak*, hiszen egyrészt a megismerés kiindulópontjai éppen a tapasztalatok, másrészt a folyamat közbülső állomásain is döntő jelentőséggel bírnak, hiszen minden összetettebb tudás (összefüggés, törvényszerűség, elmélet) ellenőrzésének egyetlen és legmegbízhatóbb eszköze éppen az *empirikus igazolás*. Sokszorosan ellenőrzött, megbízható tételekből áll a tudomány e szerint, a tudományos tudás lehet *igaz* és *hamis*, annak megfelelően, hogy az empirikus igazolás alátámasztja vagy sem. Az igazolási folyamat végén azonban, amennyiben az sikeres volt, a tudományos tételt a valóság hú reprezentációjának, objektíve igaznak kell tekintenünk.

Ennek a tudományelméletnek a logikája *induktív*. Induktívnek akkor tartunk egy következtetést, ha egyedi megállapításokból általánosabban, a jelenségek, a tárgyak egy egész osztályára érvényes kijelentést fogalmazunk meg. Világos, hogy a fent leírt folyamatban a felfedezett ismeretek egyre összetettebbekké, egyre általánosabbakká és egyre elvontabbakká válnak. Az *általánosítás* és az *elvonatkoztatás* két olyan gondolkodási művelet, amelyek az empirikus-induktív felfogásban a tudomány legfontosabb gondolkodási eszközei.

Az induktív logika leírására a tudományfilozófia történetében számtalan próbálkozás született. *John Stuart Mill* a múlt században egyenesen követelménnyé teszi, hogy minden kutató úgy vizsgálja kutatása tárgyát, hogy semmiféle előfeltételezés, semmiféle előzetesen kialakított hipotézis ne zavarja meg, vagyis minden elméleti gondolatot száműzzön a fejéből. Az elemi tapasztalatokat szelektálni, osztályozni, rendezni kell, ehhez összehasonlításokra van szükség. *Mill* megalkotja a tudományos kutatás kánonját, amelyben az induktív logikájú kutatás precíz lépéseinek leírása kap helyet.

Az induktív logika matematikai megítélése szinte a kezdetektől világos, s ez nem valami hízogő rá nézve: az induktív logika szerint véges számú eset sajátosságait terjesztjük ki egy jóval nagyobb halmazra, nem egy esetben végtelen sok esetre. Ez pedig *matematikailag teljesen jogosulatlan*. A véges sok esetben igaznak bizonyult állításhoz bármikor találhatunk olyan további esetet, amelyre nem érvényes a kijelentésünk, ennek semmi akadálya nem lehet, ha ismeretünk pusztán csak a megvizsgált, véges sok esetről van. Sokszor leírt, jól ismert példa a fehér és fekete hattyúk példája: abból, hogy eddig csak fehér hattyúkat láttunk, semmiképpen nem következik, hogy minden hattyú fekete.

Jól ismert a matematika tanárok számára is ez a probléma. A gyerekek számtalan esetben akarják alátámasztani azzal egy matematikai állítás igazságát, hogy néhány esetben bemutatják, hogy valóban teljesül. Pl. egy algebrai azonosságot a kisebb gyerekek igazoltnak látnak akkor, ha sikerült egy, esetleg három-négy konkrét behelyettesítés segítségével láttatni, hogy a konkrét esetekben valóban igaz az állítás. A matematika tanárok már nagyon korán törekszenek arra, hogy ezt a módszert a tanulók egyáltalán ne használják. (Az egy egészen más szakdidaktikai kérdés, hogy a tanulóknak meg kell érteniük, mit jelent egy azonosság, s látniuk kell, hogy ha a lehetséges értékek akármelyikét helyettesítjük be a képletekbe, akkor mindig teljesülnie kell az egyenlőségnek, s ehhez a megértéshez talán jó eszköz lehet, ha egy-két esetben mintegy kipróbáljuk, hogy valóban teljesül-e az azonosság. Szintén egy másik probléma, hogy a gyerekeknek egy átfogóbb, absztraktabb konstrukcióval kell rendelkezniük az azonosság természetével, a bizonyítás jellegével, értelmével kapcsolatban ahhoz, hogy jó hatékonysággal elkerülhessük az itt leírt problémát.)

A hétköznapiakban is számtalanszor használjuk az érvelés induktív logikáját. Hányszor érvelünk a következő módon: „Igenis igazam van, mert a múltkor is pl. azt csináltad, hogy ...”. Vagyis számtalanszor használunk példákat állításaink igazolására. Úgy tűnik, az emberi gondolkodásnak mintha szerves része lenne az induktív következtetés.

A probléma megoldását a 20. század első felében a *logikai pozitivisták* keresték rendkívül intenzíven, azonban kísérleteik sorra kudarcot vallottak. Előbb egy *következetes tudományos nyelv* kidolgozása jelentett reményt. Ebben a nyelvben a tudományos megfigyeléseket kellett volna úgy megfogalmazni (megfigyelési nyelv), amely nem hagy kétséget a lehetséges induktív általánosítások és absztrakciók iránt. Hogy egy kijelentés empirikusan igazolható legyen, ahhoz azonban olyan szűk értelműnek kell lennie, hogy az empirikus igazolás minden paraméterét, az időt, a helyet, más körülményeket és a verifikáló személy kilétét is tartalmaznia kell. Ilyen állításokból azonban nem alakíthatók ki univerzális tudományos tételek. Az empirikus bizonyítások alapján teljes biztonsággal megfogalmazható állítások nagyon keveset mondanak, mert szűken csak az adott körülményekre vonatkoznak (ezen és ezen a helyen, ekkor és ekkor, ilyen és ilyen körülmények között xy azt tapasztalta, hogy ...). A logikai pozitivisták más, ehhez hasonló, a nyelv „rendszerabályozására” tett kísérletei sem vezettek eredményre (Laki 1998).

Ugyanígy sikertelen maradt minden olyan elképzelés, amely a *tudományos tételek valószínűségével* és e valószínűség empirikus igazoló eljárások (verifikáció) útján való növekedésével operált. Ezen elképzelések szerint a tudományos kijelentések ugyan nem igazolhatók teljes mértékben, de a tételeket alátámasztó empirikus eredmények egyre növelik annak valószínűségét, hogy az adott tétel igaz. Ez még akkor is így van – állították a valószínűségi iskola képviselői –, ha az igazság teljes bizonyítottságát jelentő 1 valószínűséget nem lehet elérni, csak tetszőlegesen megközelíteni.

Karl Popper az indukciós logika egyik legélesebb kritikusa világos ellenvetéseket tesz a tudományos tételek valószínűségének empirikus igazolások során történő növekedésével szemben (Popper 1997 346-357. o.). Egy tudományos tétel bizonyos objektumokról illetve azokkal kapcsolatos jelenségekről állít valamit, s igazsága azt jelentené, hogy minden a tudományos tételben körülírt esetben a tétel állítása bekövetkezik. A „minden tétel” tehát

valamilyen abszolút állítást jelent, még abban az esetben is, ha egyébként valószínűségi természetű, hiszen ilyen esetben a bekövetkező események valószínűségével kapcsolatban állít valami határozottat. Ha az empirikus ellenőrzések során csak egyszer is nem olyan esemény következik be, amit a tétel leír, akkor a tételt megcáfoltnak tekinthetjük, valószínűségéről nincs értelme beszélni, vagy nullának kell tekintenünk (hiszen nem igaz az, hogy minden esetben érvényesül). Ha nem következik be ilyen cáfoló eset, akkor sem lehetünk benne biztosak, hogy további kísérleteink során is ez lenne a helyzet.

Ahogy Popper megjegyzi, nem szabad összekevernünk egy tétel bizonyosságának ismeretelméleti értelmét (a tétel igaz voltát) a belé vetett, pszichikai bizonyossággal, a benne való bizodalomunkkal. Utóbbi nem ismeretelméleti kategória, s a következetes tudományos kutatás nem tud vele mit kezdeni. A valószínűségi értelmezés ugyanakkor inkább e pszichikai bizonyossághoz kapcsolódik, s többek között Popper ezért is használhatatlannak tartja a tudományelmélet rendszeres kifejtésében.

Az utóbbi mozzanattal érdemes külön is foglalkoznunk. Popper nagy súlyt fektetett a megismerés pszichológiai és ismeretelméleti-logikai kérdéseinek megkülönböztetésére. A tudományelméletet, a tudományos folyamatok tudományos magyarázatát csakis a megismerés-logikai problémák érdekelhetik, hiszen ott merülnek fel olyan kérdések, mint hogy mikor tekintünk igaznak egy állítást, milyen kell, hogy legyen az igazolás folyamata, hogyan lehet az igazságot ellenőrizni? Ahogy Popper mondja:

Ahhoz azonban, hogy egy állítást ilyen módon logikailag vizsgálni lehessen, már léteznie kell. Valakinek meg kellett fogalmaznia, és át kellett adnia a logikai vizsgálat számára. (i.m. 36. o.)

Az állítás kimondása, megfogalmazása azonban nem ismeretelméleti kérdés, az ismeretelméleti vizsgálatokhoz az állításnak már rendelkezésre kell állnia. Az állítás keletkezésének vizsgálata a megismerés pszichológiai elemzése során lehetséges. Kérdés, hogy ebben a pszichológia által vizsgálható jelenségben, a tudományos tételek első megfogalmazódásában, vagy csak megsejtésében van-e szerepe az *indukciónak*. Erre a kérdésre nagyon sokan igennel válaszolnak, de két dolgot azonnal meg kell jegyeznünk: (1) Ha a felfedezést, a megsejtést, az első megfogalmazást tartjuk indukciónak, akkor nem a megismerési-logikai indukció fogalomról van szó, hanem valami egészen másról. (2) Mindenki számára valószínűleg elég nyilvánvaló, hogy az intuíció, a megsejtés, ahogyan a kutatók rájönnek valamilyen tételre (vagy ahogy a gyerekek felfedeznek az iskolában valamilyen összefüggést), nem a semmiből „jön”, nem állíthatjuk, hogy nincsenek akár rendkívüli módon implicit, nem verbalizálható, de mégiscsak *a pszichikumban előzetesen már létező előfeltételei*. A „pszichológiai indukció” ekképpen pontosan egy nagyon izgalmas kérdés, s valószínűleg nem sok köze van az indukcióhoz, mint egyszerűbb gondolati tartalmakból valamilyen összetettebb ismeret minden egyéb feltétel nélküli előállításának. A kérdésre természetesen még hosszasan visszatérünk, hiszen itt a konstruktivizmus számára is egy hallatlanul fontos kérdéstről van szó.

3.1.2. Az induktív-empirikus látásmód kritikája

A 20. század közepétől egyre erősebbé válik a kritika a tudományos ismeretrendszerek formálódásával kapcsolatos induktív-empirikus látásmóddal szemben. Mint láttuk, *Karl Popper* tudományos felfedezések logikájáról szóló könyve már 1935-ben megjelenik, s ebben megfogalmazódnak a lehető legélesebb kritika tételei a megismerés logikájának indukcionista koncepcióival szemben. *Popper* munkái is szélesebb körben csak évtizedekkel később válnak

ismertté, illetve az '50-es, '60-as, sőt a '70-es években jelennek meg olyan nagy jelentőségű művek, mint *Lakatos Imre* és *Alan Musgrave* tanulmánykötete (Lakatos & Musgrave 1970), vagy *Thomas Kuhn* híres könyve a „Tudományos forradalmak szerkezete” (1984/1962). Ezek a munkák és mellettük még számos más szerző művei *forradalmi folyamatokat* indítottak el a tudományelméletek terén, a tudományfilozófiában. *Alapvetően megkérdőjeleződik a tudományok fejlődésének az empirikus ismeretek halmozódására építő, valamint az induktív logikát megalapozni kívánó felfogása.* Új kép formálódik a tudományokról, s ez az új kép a pozitívizmus mély válságából, s fő mondanivalójának kritikájából bontakozik ki.

Különösen a *tudománytörténeti elemzések* kérdőjelezik meg egyre erőteljesebben, hogy megfelelő leírás lenne a tudományok fejlődésére az empirikus-induktív alapfolyamatok feltételezése. A természettudományok, s elsősorban a fizika fejlődéstörténetét kutatók mutatnak rá arra az összefüggésre, hogy a tudományok történetében *az elméletek sokkal fontosabb, a tudományos kutatásokat meghatározó szerepet játszottak, s nem pusztán a tudományos folyamatok végeredményeiként kezelendők.*

Az alaposabb történeti elemzések rávilágítanak pl., hogy az a naiv kép, miszerint Galilei a négyzetes úttörvényt, s a különböző testek szabadesésben való gyorsulásának azonosságát bizonyos kísérletek eredményeiből vonta le, nevezetesen, hogy a Pisai ferde toronyból ejtett golyók esési idejének mérése alapján vonta volna le következtetéseit, nagy valószínűséggel mese, kitaláció. Ahogy *Simonyi Károly* nagyszerű könyvében (1978) megjegyzi: erősen kétséges, hogy Galilei járt-e egyáltalán a toronyban. Nemrég felfedezett írások, levelek alapján azonban tudjuk, hogy *Galileit* az a kérdés izgatta, hogy ha a testek nem állandó sebességgel esnek a Föld felé, akkor vajon milyen törvényszerűség jellemezheti ezt a mozgást. Feltételezte, hogy ez a lehető legegyszerűbb összefüggés, vagyis, hogy a sebesség egyenesen arányos az eltelt idővel, a sebesség lineárisan növekszik. Ez az elméleti kép volt az alapja *Galilei* zseniális további számításainak, s ha lehet, még zseniálisabb kísérleteinek, amelyek segítségével igazolta azokat a már konkrét testekre és konkrét mozgásaikra vonatkozó következtetéseket, amelyek elméleti számításaiból származtak. Így kísérletezett *Galilei* lejtőkön guruló golyókkal, ingákkal, s hasonló, a mai iskolák alapfelszereléséhez tartozó eszközökkel, *de már az után, hogy megalkotott magában egy képet a mozgásokról, azok lehetséges leírásáról.*

A tudománytörténet 20. századi eseményei is számtalan esetben váltak az induktív-empirikus tudományfejlődési modell kritikájának példáivá. Érdekes, ma már úgy látjuk, hogy a kvantumfizika születése, s még inkább a relativitáselmélet megalkotása rendkívül jól illusztrálja azt, hogy miért nem lehet a tudományos fejlődés az empíriából induló és induktív logikájú folyamat. Vajon miért csak a század utolsó harmadára válik oly széles körben vitatottá az induktív-empirikus felfogás, amikor *Max Planck* kvantumhipotézise (hogy az elektromágneses sugárzásban az energia nem folytonosan, hanem adagokban terjed) már 1900-ban megjelent, s *Albert Einstein* is 1905-ben publikálta speciális relativitáselméletét? A magyarázat nagy valószínűséggel az, hogy a lényegében uralkodónak tekinthető induktív-empirikus tudományszemléletet nem kérdőjelezheti meg egy-két ellenpélda, sőt, *a jelenségek ellenpéldaként való értelmezése sem nyilvánvaló.* A mai napig vannak olyan egyetemi fizika tankönyvek forgalomban (kérem az olvasót, hogy e helyen tekintsen el a hivatkozásoktól, állításom könnyen ellenőrizhető), amelyekben a kvantummechanika születése és a relativitáselmélet megalkotása is, mint a kísérleti alapú fizika nagyszerű teljesítményei jelennek meg, s amelyek szerint az elméleti általánosítások számos, a korábbi fizikai látásmódnak ellentmondó empirikus tapasztalatra építve jöttek létre. Pedig ezen elméletek és még sok további, modern tudományos eredmény megszületésének körülményeit elemezve sokkal meggyőzőbb lehet sokak számára az a magyarázat, amely szerint itt *súlyos elméleti kérdésekről van szó, az új elméleti rendszereket nem lehet levezetni semmilyen fizikai mérés*

eredményeiből. Ezekben az esetekben igenis komolyan mérlegelendő, hogy a tudományfejlődést nem a tapasztalat, hanem az elméleti gondolatok irányítják.

Az elméletmentes tapasztalat vak, és nem lehet alapja semmilyen általánosításnak. Már a tapasztalataink megfogalmazása is lehetetlen valamilyen nyelvi eszközök, tehát előzetesen rendelkezésünkre álló fogalmak, kategóriák nélkül. Márpedig a fogalmak mögött elméletek, világlátások állnak. Könnyű kimondani, hogy az empirikus tapasztalatszerzés eredményeit osztályozzuk, keressünk közöttük összefüggéseket. De hát az osztályozáshoz osztályozási kategóriák kellene, az összefüggések megtalálásához birtokolnunk kell az összefüggések tartalmát. Miért éppen azt vizsgáljuk, amit vizsgálunk? Miért pontosan azokat a mennyiségeket mérjük, amiket mérünk? Miért éppen azokat a módszereket alkalmazzuk, amelyek szerepelnek a terveinkben? Minden kutatási terv előzetes elképzeléseket tartalmaz, még akkor is, ha ezek sokszor kimondatlanok.

A tudománytörténet számos eseménye alátámasztja azt az állítást, hogy a felfedezések először mindig elméleti előfeltevések, és megszületésüket csak nagyon kevésbé befolyásolják – ha egyáltalán befolyásolják – empirikus eredmények. A kísérletek, megfigyelések, mérések eredményei nagyon gyakran rendkívül eltérő módokon reprezentálhatók (magunk is adunk erre példát a későbbiekben a Piaget kísérletek eltérő paradigmák szerinti értékelhetőségével kapcsolatban). Az egyik leghíresebb példa azonban a speciális relativitáselmélet megszületése.

A múlt század vége felé Michelson és Morley végeztek el egy kísérletet, amellyel azt akarták megvizsgálni, hogy vajon mekkora a Föld sebessége a feltételezett, a világűr egészét kitöltő anyaghoz, az éterhez viszonyítva. Az éter az elektromágneses sugárzás terjedésének hordozó közegeként feltételezett anyag volt, szerepe hasonló volt az elektrodinamika elméletében, mint amit a levegő játszik a hang terjedésének magyarázatában. A feltételezések szerint – mert hogy az éterrel kapcsolatban semmi, de semmi empirikus tapasztalattal nem rendelkeztek a fizikusok – az elektromágneses hullámok valójában az éter rezgései, s ahogyan a hang a levegőben, a levegőhöz viszonyítva terjed kb. 340 m/s sebességgel, úgy az elektromágneses hullámok, köztük a fény is az éterhez viszonyítva haladnak különösen nagy, kb. 300 000 km/s sebességgel. Ha ez így lenne, akkor megmérhetnénk a Földnek az éterhez viszonyított sebességét, ehhez csak különböző irányokban haladó fény sebességét kell megmérni a Föld felszínén, s ebből meghatározhatnánk, mikor milyen irányban, és mekkora sebességgel „szeli át a Föld az éterocéánt”.

A tudományos részletek most kevésbé érdekesek számunkra, a fontos csak annyi, hogy a kísérlet teljességgel eredménytelen volt, az empirikus eredmények részletes elemzése azt mutatta, hogy bármilyen irányban, a Föld felszínének bármely helyén mérjük is a fénysebességet, az mindenhol ugyanannyi.

A probléma világos volt: hogyan lehetséges az, hogy az éterszél ellenében is és az éterszél irányában is ugyanannyi a fénysebesség? Ez ellentmond a józan megfontolásoknak, s a klasszikus fizikai látásmódnak. Természetesen születtek nem túlságosan hihető magyarázatok, pl. amelyek szerint a Föld „magával ragadja az étert”, s valójában e furcsa anyag körülötte lévő részeihez viszonyítva mozdulatlan, ezért lehet a fénysebesség mindig ugyanannyi. Született azonban két komolyabban vehető megoldás, gyökeresen különböző elméleti alapokat szolgáltatva. Az egyik Hendrik Antoon Lorentz, a másik Albert Einstein megoldása volt. Lorentz azt feltételezte, hogy az éterszélnek mechanikai hatása is van, s a vele szemben mozgó tárgyak éterszél irányába eső hosszúságát megváltoztatja, a tárgyat ebben az irányban egy kissé összenyomja. Ezzel a feltételezéssel tökéletesen megmagyarázható a Michelson – Morley kísérlet sikertelensége.

Einstein magyarázata gyökeresen más. Szerinte tudomásul kell vennünk, hogy a fény minden koordináta-rendszerben (pontosabban a tehetetlenségi rendszerekben, tehát amelyekben a magukra hagyott testek egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek)

ugyanakkora sebességgel mozog, s ez egy alapvető természeti törvény. Mindegy tehát – *Einstein* klasszikussá vált illusztrációját használva –, hogy egy vasúti töltéssel párhuzamosan mozgó fénysugár sebességét a töltés mellett, vagy a száguldó vonatban állva mérem meg, mindig ugyanannyit fogok kapni. Ez ellentmond a józan észnek, hiszen klasszikus szemléletünk szerint, ha a vonat szembe halad a fénnel, akkor nagyobb, ha a fény irányába halad, akkor kisebb sebességet kell mérnie a vonaton állónak, mint a töltés melletti embernek. Ez a mozzanat is rendkívül beszédes abból a szempontból, hogy a relativitáselmélet mennyire nem a tapasztalatokon alapuló teória. Ha *Einstein* a tapasztalataira hallgatott volna, s azokból akarta volna levezetni a speciális relativitás elméletét, akkor a Michelson – Morley kísérlet sikertelenségét figyelmen kívül hagyta volna, és soha nem jött volna rá a speciális relativitáselmélet alap gondolataira. Az „őrült gondolat”, a fénysebesség állandóságának tétele, mint elméleti előfeltételezés azonban megfogalmazódott *Einstein* agyában, s innentől már felépíthető volt a zseniális elmélet. „Igazi” kísérleti alátámasztásokat csak később találtak az elmélethez, ezeket már maga *Einstein* is megjósolta, s elképzelései fényesen beváltak.

A példa tehát beszédes, de eredetileg azért vetettük fel, mert illusztrációként akartuk használni arra, hogy ugyanarra a kísérleti eredményre általában több elméleti konstrukció is felépíthető. Ez kétségesse teszi, hogy egyáltalán létezhet bármiféle induktív logika a tudományelméletekben. Hiszen ha létezne, akkor annak nem szabadna két, vagy akár több eltérő eredményt szolgáltatnia.

A tudománytörténet számos példáját ismeri annak, hogy *a világ egy jelenség halmaza magyarázatára szolgáló elméletek helyett idővel újabbak jelentkeznek*, amelyek nem békíthetők ki a korábbival. Kísérleti eredményekről – amelyek a korábbi elméletben természetesek voltak – derül ki, hogy pontatlanok, s a pontosabb műszerekkel meghatározott adatok már nem elégítik ki a hosszú időn keresztül megdönthetetlennek hitt teóriát. Érdekes módon azonban ennek a jelenségnek az ellenkezője is előfordul, de ez sem éppen az induktív-empirikus tudománykép alátámasztása. *Kopernikusz* úgy alakította ki a heliocentrikus világképet, vagyis, hogy a Föld a többi bolygóval a Nap körül kering, hogy rendszere kevésbé felelt meg az évszázadok alatt összegyűjtött csillagászati adatoknak, mint *Ptolemaiosz* geocentrikus elmélete a későbbi finomításaival. Ha az elméletek valóban a megfigyelési adatokból, tényekből keletkeznének, akkor lehet, hogy még ma is azt gondolnánk, hogy a Világmindenség középpontjában a Föld áll.

Világos példáink vannak arra is a tudománytörténetből, hogy ténylegesen *az érzéki tapasztalatok teljes hiányában fogalmaznak meg tudósok elméleteket*. A görögök atomelmélete talán erre a legjobb példa, de két korábbi példánk is jó erre: az éter feltételezése az egyik, s *Kopernikusz* heliocentrikus világképe a másik, de ilyen még az általános relativitáselmélet megformálása is, stb.

E ponton megálljt parancsolunk magunknak a tudománytörténeti példák sorolásában, hiszen nem tudományelméleti művet akarunk írni, ilyen kontárkodást nem is szívesen vállalnánk. Az volt pusztán a célunk, hogy érzékeltessük, *számos olyan jelensége van a tudománytörténetnek, amely ellentmondani látszik az induktív-empirikus szemléletnek*. Ezek az ellentmondások sokakat arra késztettek, hogy *alternatív tudományfejlődési modelleket* dolgozzanak ki. Mielőtt azonban ezeket ismertetnénk, érdemes megvizsgálnunk, hogy vajon mi a helyzet a 20. század végén az oktatásban ebből a szempontból. Vajon a gyerekek az iskolában milyen tudományképpel találkoznak, s amikor kikerülnek az oktatás keretei közül, hogyan tekintenek a társadalmi élet e nagyon fontos jelenségeire.

3.1.3. Az induktív-empirikus szemléletmód a pedagógiában

Az induktív-empirikus megismerési felfogás jelentkezése a pedagógiában három jelenségegyüttessel is kapcsolatos. Egyrészt jelentkezett és még ma is jelentkezik, mint *a pedagógiai kutatások ismeretelméleti, tudományelméleti háttere*. Vagyis teljesen természetes módon a pedagógiai jelenségek tudományos vizsgálatának értelmezésében is óriási hatása volt a tudomány történetében a tapasztalatokból való kiindulást előtérbe állító, a kutatás induktív logikáját valló elképzeléseknek. A pedagógiai kutatások pozitivista megközelítéseiről van szó, amelyek előnyben részesítik a mindenféle elméleti előfeltételezésektől mentes adatgyűjtést, a pedagógiai valóság lehetőleg kvantitatív vizsgálatát, a pedagógiai elméletek induktív általánosítások alapján való felállítását. Így kutat valaki, ha pl. az osztálytermi folyamatok aprólékos megfigyelése, a feljegyzett interakciók osztályozása, s kategóriák felállítása alapján akar levonni elméleti következtetéseket.

Az induktív-empirikus szemléletmód jelentkezik a pedagógiában, a tekintetben is, hogy az „erre érzékeny tantárgyak” elsősorban *ezt a szemléletmódot közvetítik a tanítás során*. Vannak olyan tantárgyak, s itt mindenekelőtt a természettudományi jellegűekről van szó, amelyek tantervei közvetlen ismereteket tartalmaznak a tudományos kutatások természetével összefüggésben, de közvetett módon is kapcsolódhatnak logikai, ismeretelméleti, tudományfilozófiai kérdésekhez. Ha kijelentéseinket az ezredforduló közeli időkre és Magyarországra korlátozzuk, akkor azt mondhatjuk, hogy ezekben a tantervekben – eltekintve néhány rendkívül szórványos kivételtől – meg sem kérdőjeleződik az induktív-empirikus ismeretelméleti és tudományelméleti felfogás. Állításunkat néhány, a Nemzeti Alaptanterv (NAT) 1996-ban elfogadott szövegéből (Oktatási Minisztérium 1996) vett idézettel illusztráljuk (és nem bizonyítjuk, mert magunk nem hisszük, hogy néhány jellemző példa felsorolásával igazolhatnánk akár csak azt a tételt is, hogy a NAT ismeretelméleti alapállása az induktív-empirikus szemléletmóddal azonos).

Megismerés módszereinek elsajátítása: megfigyelés leírás, összehasonlítás, csoportosítás, mérés, folyamatok nyomon követésének képessége. (NAT, Ember és természet, Természetismeret, fejlesztési követelmények.)

Fedezzen fel ok-okozati kapcsolatokat a változások megfigyelése során. (NAT, Ember és természet, Fizika, fejlesztési követelmények.)

Értse meg, hogy a megismerés folyamat, közelítés a valóság felé. (NAT, Ember és természet, általános követelmények.)

Tudatosodjon benne, hogy a természetről szerzett ismereteinket megfigyelés, vizsgálódás, kísérletezés, mérés útján szerezük meg. (NAT, Ember és természet, általános követelmények.)

Legyen képes a vizsgálatok, kísérletek eredményeit értelmezni, azokból következtetéseket levonni és általánosítani. (NAT, Ember és természet, általános követelmények.)

A hasonló idézeteket még sokáig sorolhatnánk. Világosan megmutatkozik ezeken a helyeken a dokumentum *induktív-empirikus ismeretelméleti pozíciója*, a tudományos kutatás természetével kapcsolatos hozzáállása. Gyermekeinket is arra akarjuk tanítani, hogy a tudományos kutatást, de általában is *az emberi megismerést a tapasztalatokban gyökerező, az empirikus bázisból kiinduló, fokozatosan az összetettebb, absztraktabb, általánosabb*

ismeretek felé haladó folyamatnak tartják. Ezt tartja szinte minden pedagógus, és szinte minden pedagógiai szakember természetesnek. Az induktív-empirikus tudományfilozófiai alapállás az oktatás során egyáltalán nem kérdőjeleződik meg. Számtalan példával illusztrálhatnánk ezt az összefüggést, hozhatnánk általános- vagy középiskolai tankönyvekből, szakdidaktikai jegyzetekből, egyetemi tankönyvekből vett idézeteket is.

Az induktív-empirikus szemléletmód pedagógiában való jelentkezésének harmadik területe *a gyerekek megismerési, tanulási folyamataihoz való viszonya.* Ha lehet, még a tudományos megismerés értelmezéséhez képest is erősebben induktív-empirikus meghatározottságú ez a szemlélet. Azt még csak el tudják képzelni egy páran, hogy a tudományok nem egészen egyértelműen és csakis a tapasztalatokra épülnek, s hogy nem minden esetben induktív következtetésekkel jönnek létre a tudományos tételek, azt azonban már csak egészen elenyésző számban merik megkérdőjelezni a pedagógusok, hogy a gyermeki megismerés is egyértelműen induktív logikájú és csakis a gyermeki tapasztalatokra épül. Sokan érvelnek úgy, hogy a gyerekeket nem lehet megismertetni először a nagy elméletekkel, s aztán ebből deduktíve levezetni az ismereteket. A gyermeki megismerés igényli azt, hogy a hozzáférhető, a könnyen érthető, a konkrét, az egyes dolgoktól induljunk, s fokozatosan építsük fel a mind bonyolultabb, mind absztraktabb és mind általánosabb tudásrendszereket. Legalábbis a legszélesebb körben vallott nézetek a gyermeki megismerés folyamatával kapcsolatban leginkább így írhatók le.

Furcsa módon az itt jellemzett, induktív-empirikus megalapozottságú pedagógusi gondolkodás kialakulásával együtt járt az „induktív” és a „deduktív” szavak egy az eredetitől, a logikában használatostól eltérő értelmezése. Az „induktív” fokozatosan a gyakorlatcentrikus, a „két lábbal a talajon álló”, a fölösleges elméletieskedéstől tartózkodó attitűd és módszertani irányultság jelzőjévé vált, s a „deduktív” pedig pontosan az ellentétévé. A „deduktív” egyfajta szitokszó lett, azonossá vált a prelegálással, az elméletiskedéssel, a tanulók felesleges megterhelésével, a gyakorlati vonatkozások kizárásával, az inkonkrétsággal. Ezek az ártatlan szavak azonban valójában mindig csak *logikai kategóriákként*, pontosabban logikai következtetések irányát, jellegét meghatározó megjelölésekként léteztek, s csak az egyszerűsítő pedagógiai gondolkodás ragasztott rájuk másfajta jelentést is.

3.1.4. Alternatív tudományelméletek

A fentiekben igyekeztünk bemutatni, hogy a 20. század szinte egészében uralkodónak tekinthető induktív-empirikus tudomány szemlélet mit is jelentett, milyen szerepet játszott a pedagógiai gyakorlatban, milyen sajátosságai voltak, s hogyan alakult ki fokozatosan a kritikája. Ezt a vonulatot folytatjuk most tovább, s megvizsgálunk néhány alternatív elképzelést, hogy képet alkothassunk arról, hogy a tudományfilozófia hogyan tudott átlépni az induktív-empirikus tudománykép korlátozottságán.

E részfejezet „főszereplőit” már korábban is emlegettük, hiszen itt elsősorban *Karl Popper*, *Lakatos Imre* és *Thomas Kuhn* nézeteit fogjuk ismertetni. Abból indulunk ki, hogy az induktív-empirikus tudományfilozófiákkal szemben az alternatívák elsősorban *a tudományos folyamatok elméletirányítottságának* elképzelését állították szembe. Ezek az elképzelések tagadják, hogy a tudományos felfedezések folyamatában a tapasztalatok játszanak a kiindulópontok szerepét, s tagadják azt, hogy a tudományos munka logikája induktív természetű lenne.

Karl Popper a pozitivisták induktív-empirikus tudományértelmezésével szemben mindenekelőtt kétségbe vonja, hogy bármifajta tudomány célja a végérvényesen igaz állítások megfogalmazása lenne. Ez rendkívül fontos kiindulópont, mert egyrészt jellemez szinte

minden alternatív tudományelméleti rendszert, másrészt rendkívül fontos lesz számunkra a konstruktivizmus igazság-fogalomhoz való viszonyának kifejtése során. Ezt írja *Popper*:

...aki a tapasztalati tudomány célját abszolút biztos, megdönthetetlen állítások rendszerének létrehozásában látja, biztosan el fogja utasítani javaslatomat. Ugyanígy tesznek azok is, akik a >>tudomány lényegét ... annak méltóságában<< keresik és azt a >>teljességben<<. >>valódi igazságban és lényegiségben<< találják meg. Ők aligha készek ezzel a >>méltósággal<< felruházni a modern fizikát, amelyben én és mások az eddig legtökéletesebb megvalósulását látjuk annak, amit >>tapasztalati tudománynak<< neveznek. (Popper 1997/1935 45-46. o.)

Mi is ez a „javaslat”? *Popper* olyan elméleti rendszereket tekint tudományosnak, amelyekben szereplő teóriák egy csak pszichológiai vizsgálatokkal (vagy még talán azokkal sem) elemezhető módon, nem az empirikus adatokból és tényekből keletkeztek, amelyek alkalmasak arra, hogy empirikus eredmények – ha születnek ilyenek – megcáfolják, *Popper* híres terminusával élve: *falszifikálják* őket. A tudományokban tehát *az elméletek a kutatás kiindulópontjai*, lehetővé teszik, hogy empirikusan vizsgálható kijelentéseket vezessünk le belőlük szüntiszta logikai dedukcióval, s az így kialakított empirikusan vizsgálható kijelentéseket már valóban ellenőrizhetjük. Az ilyen ellenőrzések pozitív eredménye azonban nem igazolja az elméletet. Pusztán annyi történik ilyenkor, hogy az elmélet megmenekült a falszifikációtól, tovább használhatjuk. Ha viszont az ellenőrzés negatív eredményt hoz, akkor találtunk egy ellenpéldát az elmélet érvényességével kapcsolatban, az elmélet falszifikálódik, újat kell keresnünk helyette. A tudományos és a nem tudományos elméleteket az választja el egymástól *Popper* szerint, hogy *a tudományos elméletek rendszere, logikai felépítése olyan, hogy megengedik a falszifikációt*, szinte kiteszik magukat a cáfolat lehetőségének. Ezzel szemben a nem tudományos elméletek, a nem tudományok rendszere nem ilyen, bármilyen falszifikációs kísérletnek képesek ellenállni. *Popper* a marxizmust, a freudizmust tartja például ilyeneknek.

Popper óriási tette az indukció alapvető kritikája. Javasolt rendszere legalább reményt jelentett arra, hogy található az induktív-empirikus tudományfelfogástól lényegesen eltérő elmélet is a tudományos folyamatok magyarázatára. A javaslatról azonban kiderült, hogy több ponton problematikus. Azok a deduktív következtetések, amelyekkel egy elméletből előállítunk empirikusan ellenőrizhető állításokat, valójában a legtöbb esetben rendkívül összetettek. Általában nem egy állítással, nem egy elmélettel állunk szemben, amikor a folyamatot elindítjuk, hanem elméleti előfeltételezések egész seregével. Amikor egy kísérletileg ellenőrizhető állítást levezetünk egy elméletből, akkor valójában kisebb elméletek, elméleti tételek rendszeréből indulunk ki. Ha az empirikus ellenőrzés negatív eredménnyel jár, vagyis a kísérlet eredménye nem azonos az elmélet által megjósolttal, akkor nem feltétlenül a teljes elméletet kell globálisan elvetnünk. Elképzelhetők olyan alternatív elméletrendszerek, amelyek sok ponton azonosak az előzővel, attól csak néhány állításban, lehet, hogy csak egyben különböznek. A falszifikáció nem igazít el bennünket abban, hogy a lehetséges módosítások közül melyik jöhet szóba, *a falszifikáció nagyon kevés információval szolgál valójában az elmélet ellenőrzésével kapcsolatban*.

A másik probléma *Popper* rendszerével az, hogy ha egy elméletet egy kísérlet, egy megfigyelés, egy mérés falszifikált, akkor még *számtalan lehetőségünk van az elmélet megmentésére*. Először is lehetséges, hogy az a deduktív eljárás, amellyel az empirikusan vizsgálható tényt, az elmélet következményét előállítottuk, valahol hibás. Logikailag jól formált rendszerekben az ilyen tévedés könnyebben ellenőrizhető, sőt az abszolút formalizált rendszerekben akár a számítógépes ellenőrzésnek sem lenne akadálya. Mint tudjuk azonban

(ld. előző fejezet), a tudományos gondolkodási rendszerek döntő többsége nem jól formalizált, egy-egy következtetéssor logikus vagy hibás jellegének bebizonyítása akár rendkívül nehéz, esetleg lehetetlen feladat lehet. *A tévedés lehetősége tehát szinte minden esetben óriási.* Tegyük ehhez még hozzá, hogy maga az empirikus ellenőrzés is lehet hibás, többek között ezért kell oly sokszor megismételni a tudományos vizsgálatokat ugyanolyan körülmények között.

Különösen problematikusak a Popper-elmélet alkalmazása szempontjából azok az esetek, amelyekben egy empirikus eredmény nem egyezik meg az elméletből levezetett következtetéssel, azonban ez a tény „egyszerűen” annak a következménye, hogy az elmélet alkalmazása során nem vettünk figyelembe valamilyen ismeretlen hatást. Így pl. a Neptunusz bolygó felfedezése éppen, hogy megerősítette Newton gravitációs elméletébe vetett hitet, pedig az Uránusz bolygó mozgásában tapasztalt anomáliák, a számításoktól való eltérések ismertté válása után ennek a ténynek falszifikálnia kellett volna a gravitációs elméletet. Nem ez történt, az elméletek általában igen jól ellenállnak a falszifikációnak, s ebben a konkrét esetben ez az ellenállás egy új bolygó, a Neptunusz felfedezését jelentette, hiszen az Uránusz bolygó mozgásának anomáliái kiválóan magyarázhatók voltak egy új, a Naprendszerben még távolabb lévő bolygó hatásaival.

Lakatos Imre magyar származású, tudományfilozófiai tevékenységét azonban Londonban folytató gondolkodó rendkívül nagy hatással volt a tudományelméletek fejlődésére. *Tudományos kutatási programokra*, azok összehasonlítására kidolgozott elméletét számtalan esetben alkalmazták tudományos folyamatok bemutatására, elemzésére. Jó példa erre ennek a könyvnek a témája is, hiszen pl. *John Gilbert* és *David Swift* még a konstruktivista pedagógia születésekor éppen ennek az elgondolásnak a segítségével hasonlították össze a Piaget nevével fémjelvezhető gondolkodásmódot és az általuk akkor még „alternatív koncepcióknak” nevezett elképzeléseket, amelyekben világosan felismerhetők a konstruktivizmus körvonalai (Gilbert & Swift 1985). Hasonló módon alkalmazták *Lakatos* fogalomrendszerét és elméletét *George Posner* és munkatársai a gyerekekben zajló, meghatározó jelentőségű fogalmi átalakulásokra, az ún. konceptuális váltásokra (Posner és mts. 1982).

Lakatos szerint a nagy tudományos teljesítmények nem egyes, elkülönült elméletek megtalálásaként írhatók le, hanem *összetett, bonyolult szerkezetet alkotó kutatási programok működésének eredményeként* (*Lakatos* 1978). E programoknak mindig van egy „kemény magja”, azok a fő tételek, amelyek az elmélet használata során a deduktív következtetések kiindulópontjai. Egy kutatási program azonban nem csak ezekből áll, fontos részét alkotják az ezt a kemény magot a cáfolatoktól mintegy védelmező „*kisegítő hipotézisek*”. Még fontosabbnak része a kutatási programnak egy *heurisztika*, egy hatékony problémamegoldó apparátus, a megfelelő matematikai háttérrel, amely képes a cáfolatoknak látszó eredményeket a program javára fordítani, mint ahogy a Neptunusz bolygó fölfedezésekor történt. Egy kutatási program egyik legfontosabb jellemzője, hogy *mennyire képes új jelenségeket megfelelő módon előre jelezni*. A progresszív kutatási programok képesek erre, ahogyan *Einstein* „megjósolta”, hogy a Nap közelében elhaladó csillagfény megváltoztatja az irányát, vagy ahogyan *Newton* egyenletei segítségével *Halley* megjósolta, hogy a később róla elnevezett üstökös mikor és hol fog újra felbukkanni az égbolton. A nem progresszív kutatási programok rendszeresen produkálnak téves előrejelzéseket (*Lakatos* több helyen használja erre a marxizmus példáját), ami azonban nem jelenti azt – ahogy *Popper* gondolta –, hogy azonnal falszifikálódnak, s eltűnnek a tudománytörténet süllyesztőjében. A programot védelmező feltevések, a heurisztika, a magyarázatok a hibás előrejelzésekre még sokáig életben tarthatják az adott kutatási programot.

Lakatos elmélete tehát nem a tudományfejlődés belső racionalitásának leírása, *Lakatos* csak korlátozott racionalitást lát a tudományok formálódásában. De nem adja fel ezt a

racionalitást teljesen, hiszen a párhuzamos kutatási programok közötti döntés olyan racionális tevékenységeken múlik szerinte, amelyek előrejelzésekkel, új jelenségek „megjósolásával” kapcsolatosak.

Lakatos Imre fő tudományfilozófiai műveit az után írta, hogy *Thomas Kuhn* könyve, a *Tudományos forradalmak szerkezete* (1984/1962) már ismert volt. Talán furcsa lehet, hogy a sorrendben mégis előbbre vettük *Lakatos* elméletének bemutatását. Ennek az az oka, hogy *Kuhn* bizonyos értelemben radikálisabb tudományfejlődési teóriát dolgozott ki, s bár lehet, hogy ezzel sokan nem értenek egyet, de mi úgy látjuk, hogy bevezetett fogalmai, az általa megalkotott gondolatok a tudományfejlődés folyamatáról jobban hatottak mind a tudományfilozófián belül, mind annak „határvidékén”.

És van még egy – ebben a könyvben különösen fontos – érvünk arra, hogy miért tárgyaltuk előbb *Lakatos* elméletét: *Kuhn* elképzelései jóval nagyobb hatást gyakoroltak a pedagógiára, mint *Lakatos* gondolatai. Ezt a hatást egyrészt a tudományos forradalmak és a konceptuális váltások párhuzamával, másrészt a tudományos folyamatok társadalmi meghatározottsága, valamint a tanulás társas jellege közötti analógiákkal magyarázhatjuk elsősorban. *Kuhn* könyve ugyan régebbi, de úgy tűnik, a legmodernebb konstruktivista megfontolások, elsősorban a társas konstrukcionizmus (ld. majd később) elmélete az ő elgondolásaival állnak mély rokonságban.

Thomas Kuhn a tudományos fejlődés racionális jellegében még *Lakatosnál* is kevésbé hisz. *Lakatos* vele szemben megfogalmazott kritikájának éppen az a lényege, hogy *Kuhn* (*Lakatos* szerint) a tudományos eredmények megszületését egy csakis a pszichológia illetve a szociálpszichológia eszközeivel vizsgálható jelenséggé tette. Ez a kritika – ha kritika egyáltalán – reálisnak tűnik, *Kuhn* valóban óriási szerepet szán elméletében azoknak a társadalmi hatásoknak, amelyek képesek tudományos elméleteket legitimálni.

Kuhn szerint a tudományok fejlődésében egy korai szakasz (a bizonyos mértékig a fejletlenséggel jellemezhető szakasz), a *normál tudományos* és *forradalmi* szakaszok egymásutánja különíthető el. Minden tudomány fejlődése úgy kezdődik, hogy egymással párhuzamosan működő, általánosan nem elfogadott kutatási tradíciók, paradigmák jellemzik a kutatást. Ebben az állapotban semelyik létező paradigma nem képes az adott tudományterület teljes leírására, egyiknek sem általánosan elfogadott az adott tudományos közösségben az alapelv-rendszere, fogalomrendszere és metodológiája. E helyzetből való kitörést eredményezi viszont valamelyik létező, vagy egy teljesen új paradigma kiemelkedése, általánosan elfogadottá válása. Ez akkor következik be, amikor a tudományos közösség számára meggyőzővé válnak egy paradigma magyarázatai, az előrejelzései sikeresek, illetve képes átfogó értelmezését adni az adott tudományos terület jelenségeinek. Ilyen paradigmák voltak Arisztotelész egész világképe, a 18. sz. végén, a 19. sz. elején megszületett egyensúlyi termodinamika, Darwin evolúcióelmélete, s talán ilyennek tekinthető a behaviorizmus pszichológiája is.

Az első átfogó paradigma megszületése után a *normál tudományos kutatás* szakaszába kerül a tudomány, ami azt jelenti, hogy a tudomány fejlődését meghatározza a győztes paradigma, ez adja a deduktív következtetések kiindulópontját, hasonlóan ahhoz, ahogyan ezt *Popper* elképzelte. *Kuhn* azonban szívesebben használja a rejtvényfejtés metaforáját. Jó szemléltetés lehet még a puzzle-játék is, hiszen itt is arról van szó, hogy kész, determinált elemeket kell a helyükre illeszteni, csak azok és csak oda jók, ahová végül is elhelyezhetők. A valóságos tudomány persze nem feleltethető meg pontosan a játéknak, hiszen a fejlődés során egyre többször találunk olyan elemeket, amelyek sehova nem illeszthetők. Ezek a *tudományfejlődés anomáliái*, jelentőségük óriási egy-egy tudományterület átalakulási folyamataiban. Nem történik meg azonban azonnal a falszifikáció, mint *Popper* elméletében, a tudományos világ – *Kuhn* szerint – még sokáig ellenáll az anomáliák támadásainak. Anomális volt az arisztotelészi fizika rendszerében, hogy egyre többen elhitték, hogy a

tárgyak a talaj felé nem egyenletes sebességgel, hanem gyorsulva esnek, anomális volt a tömör atom elképzelése szempontjából *Rutherford* eredménye, melyben az atomok nagyon is áthatolhatóknak tűntek, anomális volt, hogy nem lehetett kimutatni az éterszelet a Földön, stb.

Az anomáliák súlyosbodásával egyre nő a valószínűsége annak, hogy egy tudós, vagy egy tudóscsoport kritikát fogalmaz meg a létező, uralkodó paradigmával szemben, s egy új gondolkodásmódot, egy új elméleti rendszert ajánl. Még ez sem jelenti a tudományterület alapvető átalakulását, ne gondoljuk azt, hogy ekkor a tudósok fellélegeznek, s innentől már csakis az új paradigma keretei között akarnak gondolkodni. Nem, a régebbi paradigma még egy ideig tartja magát. *Max Planck* híres mondása szerint egy elmélet csak akkor adja át helyét egy újabbnak, ha képviselői „kihálnak”. Ha ez erős túlzásnak látszik is, annyi lényeglátás biztosan van benne, s ezt *Kuhn* is szinte elmélete alaptételeként hangsúlyozza, hogy *az új paradigma elfogadása nem logikai belátás, hanem bonyolult társadalmi folyamatok eredménye*. Ezt az egész folyamatot, tehát az anomáliák felvetődését és egyre súlyosabbá válását, az új paradigma megjelenését és elfogadtatásért vívott harcát, s végül az elfogadását nevezi *Kuhn tudományos forradalomnak*, vagy másképpen *paradigmaváltásnak*. Ezek szerepét meghatározónak tartja a tudományfejlődés folyamatában, s többek között ezért (is) kritizálták elméletét később oly sokszor, hogy tudniillik a paradigmaváltásokat túlságosan hirtelen, gyorsan lezajló, a tudományfejlődés más mozzanataitól túlságosan is eltérő jellegű folyamatnak tartotta.

Természetesen az általunk most leírtak messze nem merítik ki a modern tudományelméletek terén elért eredmények ismertetését, ahogy már említettük, természetesen nem tudományelméleti művet írunk. Biztos, hogy nem is a legmodernebb elképzeléseket írtuk le, s az is biztos, hogy az itt bemutatott nézetek is sokkal finomabb, differenciáltabb elemzést igényelnének. Szerencsére ma már magyar nyelven is hozzáférhető számos írás a téma kapcsán (pl. Lakatos 1998, Laki 1998, Popper 1997/1935, Prigogine & Stengers 1995/1986, Polányi 1994, Vekardi 1994, Bence 1990, Kuhn 1984/1962). Az egész téma számunkra azért volt nagyon fontos, mert a konstruktivizmus messzemenően támaszkodik az alternatív tudományelméletek megalkotása során kifejtett gondolatokra, mindenek előtt *a megismerés induktív logikájának kritikájára, a megismerés elméletvezéreltségének elképzelésére, a megismerési folyamatok során a társas kapcsolatok, a társadalmi tényezők jelentőségének kiemelésére*.

3.2. Kognitív pszichológiai előfeltételek

3.2.1. A kognitív tudományok, a kognitív pszichológia születése

Témánk szempontjából – de úgy véljük, hogy az egész 20. századi tudományosság fejlődésének szempontjából is – valami nagyon fontos dolog történt a század 50-es éveiben. Létrejött egy új paradigma, egy megközelítésmód, amelyet a megismerés fogalmát használó tudományok tudtak elsősorban alkalmazni. Valójában létrejött – legalábbis sokan erre esküsznek – egy új tudomány, egy szupertudomány, a kognitív tudomány, bár mások meg azt állítják, hogy itt nincs szó új diszciplínáról, csak egy több területen is jelentkező, új gondolkodásmódról. Ez az új gondolkodásmód a kognitívizmus, s az 50-es években szinte egyszerre jelenik meg a pszichológiában, az ismeretelméletekben (tehát a tudományfilozófiában), a biológia bizonyos területein (elsősorban az agy kutatásban és az etológiában), az antropológiában, a nyelvészetben, s kis túlzással talán azt is mondhatjuk, hogy a pedagógiában is. Új tudományok születnek, amelyek vagy kifejezetten a kognitívizmus által jellemzett jelenségeket vizsgálják, vagy nagyon közel állnak ezekhez, ilyenek elsősorban a rendszerelmélet, a számítástudomány (a számítógépek tudománya, s

később a mesterséges intelligencia kutatása), a kibernetika. Szinte robbanásszerű, és rendkívül kiterjedt ez az átalakulás, s ahogy mondtuk témánk szempontjából döntő jelentőségű.

Mi is a kognitívizmus? Talán leginkább azzal jellemezhetjük, ha megmondjuk, hogy mivel és milyen módon áll szemben. *A kognitívizmus elsősorban a megismerési folyamatok pozitívisztikus, és a pszichológiában akkor még egyeduralkodónak tekinthető behaviorizmusra épülő megismerés felfogásokkal áll szemben.* A behaviorizmus a pszichológia talán első „igazi”, átfogó paradigmája, amely igényt tartott arra, hogy az emberi pszichikus működés egészének magyarázatát adja. Lényege, hogy minden pszichikus működést az „inger – válasz – megerősítés” logikájára épített fel. A 2. fejezetben a tudományok működésével kapcsolatban kifejtett modellünk szerint a behaviorizmus az elmét olyan egységekből (elemekből) felépített rendszernek próbálta meg elképzelni, amelyek képesek a specifikus ingerekre válaszokat adni, e válaszokkal kapcsolatban tudják fogadni a visszajelzéseket, a megerősítéseket vagy gyengítéseket, s ezen a módon tanulni is képesek. A behaviorizmus elementarista felfogás, ami azt jelenti, hogy a pszichikus működést ilyen elemek működése egymásutánjának képzelel el, s legfontosabb tudományos feladatának azt tartja, hogy az elemeket, valamint a szekvenciákba kapcsolódásukkal kialakuló összetettebb pszichikus működéseket jellemezze.

A behaviorizmus mindentől „irtózik”, ami nem látható, nem mérhető, eszközei segítségével nem leírható, így nem fogadja el, hogy tudományos vizsgálat tárgyává lehetne tenni olyan folyamatokat, amelyek a megismerő rendszereken belül, tőlünk elzárva zajlanak. Így nem fogadja el, hogy létezik egy az „inger-válasz-megerősítés” folyamatok logikájával nem leírható gondolkodás, intuíció, képzelet. Létezhetnek ezek a folyamatok, de a behaviorizmus programja szerint visszavezethetőknek kell lenniük elemibb, a behaviorista hagyomány szerint kizárólagosan létező tanulási folyamatokra.

A behaviorizmus egy rendkívül jól felépített, logikai rendszerében korrekt tudományos paradigma. Minden olyan kritika, amely tudományosságát akarná megkérdőjelezni, eleve célt téveszt. A behaviorizmus sikeres paradigma volt, ezt bizonyítja több, mint fél évszázados uralkodó szerepe, de pl. a pedagógia formálásában betöltött irányító, s még ma is jelentős hatásának értékelhető szerepe is. Ha kicsit tüzetesebben megvizsgáljuk a tanórákon lezajló folyamatokat, akkor könnyen észrevehetjük, hogy azok rendkívül jól kezelhetők a behaviorista elmélet kategóriáival. Különösen az értékelésben megnyilvánuló tanári tevékenységek elemzése mutatja, milyen jelentős hatása van még ma is ennek a látásmódnak. Az értékelések (feleltetések, dolgozatírások, vagy akár csak az egyszerű tanári kérdés – tanulói válasz interakciók) pontosan a behaviorizmus által leírt logikán alapulnak. (E kérdés tárgyalását itt nem részletezzük, mert egy későbbi fejezetben még visszatérünk rá.)

Az 50-es években megszülető kognitívizmus alapvetően megkérdőjelezi a behaviorista paradigma tételeit. Éppen azt a folyamatot akarja elsősorban vizsgálni, amit a behaviorista tradíció teljesen ki akart zárni a pszichológiai elemzések köréből, vagyis a kognitív kutatókat éppen az érdekli a legjobban, hogy mi történik az inger beérkezése és a válasz megfogalmazódása között. A „kognitív” szó a legszorosabban a megismeréshez kapcsolódik, de tágabban értelmezési körébe kell sorolnunk szinte minden olyan folyamatot, amely elménk tudatos vagy nem tudatos működése során zajlik. Ez az értelmezés azonban nem egységes. A leginkább szűkítő értelmezés csakis a tudatos, fogalmi gondolkodás, megismerés, problémamegoldás folyamatait tekinti a kogníció körébe tartozónak. Egyre inkább terjednek azonban azok az értelmezések, amelyek egyrészt a nem tudatos folyamatokat is ide tartozónak vélik, illetve a hagyományos értelmezésben szerepet nem kapó affektív funkciókat is, mint amilyenek az attitűdök, a szokások, az érzelmek. Számunkra úgy tűnik – miközben természetesen nem tarthatjuk magunkat a kognitív tudományok művelőjének, akárcsak elég jó ismerőjének sem -, hogy egyre többen képviselik a kognitív folyamatok ilyen, lehető

legtágabb értelmezését, nem kevés ellenkezést kiváltva ezzel a kifejezést sokkal szűkebben értelmezőkből.

Mindezzel azt akarjuk mondani, hogy a kognitív pszichológia, amely eredetileg a tudatos, fogalmi gondolkodással összefüggő folyamatok tudományaként indult, fokozatosan a pszichológiává vált. Ahogyan a behaviorizmus, úgy a kognitív pszichológia is fokozatosan igényt tartott arra, hogy a *pszichikus működések összességének magyarázata* legyen.

Mivel tudott ilyen szerepre szert tenni a kognitívizmus, vagy témánkra jobban koncentrálva a kognitív pszichológia? Elsősorban azzal, hogy az elmeműködés megértésének középpontjába az *információ-feldolgozás* fogalmát állította. Legfontosabb állítása szerint az elmeműködés nem más, mint kívülről érkező, vagy a belső világban megszülető jelek, információk fogadása, és küldése, átalakítása, feldolgozása, értelmezése, raktározása, elfelejtése.

A kognitív tudományok fejlődésének hajnalán, a technika fejlődésének jelenségeire is reagálva megszületik a *számítógép metafora*. Ez azt jelentette, hogy a legkülönbözőbb területeken (emberi agy működése, az állati agy folyamatai, a számítógépek működése, egyéb információkezelő berendezések folyamatai) rendkívül jól lehetett használni azt a fogalmi rendszert, amit elsősorban Neumann János dolgozott ki az információfelvétellel és kezelésre alkalmas, programozható számítógépekkel kapcsolatban. Az olyan fogalmak, mint információ, jel, program, érzékelés, memória, számítás, stb., gyümölcsözően alkalmazhatóak voltak az emberi információfeldolgozás modellezése során is. *Létrejött tehát az emberi elme információ-feldolgozásra alapuló modellje*, s a pszichológia fejlődését a mai napig is egyértelműen meghatározza.

A kognitív tudományok számos ponton járultak hozzá a tanulás fogalmának alakulásához. Mindjárt a kognitív forradalom kezdetén George Miller megalapozta a rövid- és a hosszú távú memóriára (RTM – HTM) vonatkozó ismereteinket (Miller 1956). Tömören: a tanulás valójában az információknak a HTM-ban történő tárolását jelenti, s ezt a folyamatot segíti elő a RTM-ban zajló információfeldolgozás. Később a memória szerveződésére vonatkozó ismeretek a kognitív pszichológiában (de párhuzamosan az etológiában, a mesterséges intelligencia kutatásában is) egy dinamikusan fejlődő tudáseggyüttessé álltak össze. A kognitív pszichológia (illetve tágabban a kognitív tudományok) nagyon hamar eljutottak azokhoz a kérdésekhez, hogy milyen módon alkotunk elménkben reprezentációkat a világról, vagyis milyen módon észleljük a környezetünk tárgyait, eseményeit, folyamatait. Hamar vizsgálatok tárgyává vált, hogy milyen módon tároljuk az így szerzett információkat, vagyis milyen információ-feldolgozás zajlik elménkben, milyen struktúrában tárolja az agy a tudást, illetve milyen módon zajlik az információk felhasználása a gondolkodás folyamataiban, tehát a problémamegoldások, a következtetések és a döntések során (Eysenck & Keane 1997/1990).

A mentális reprezentációnak, vagyis a külvilágról alkotott ismeretek agyban történő „elhelyezésének” és kezelésének többféle elképzelése alakult ki a kognitív pszichológia információkezelési paradigmáján belül. Durván ezek két fő csoportra oszthatók, egyrészt vannak olyan elméletek, amelyek az ismereteknek szimbólumokként, illetve ezek kapcsolataiként történő tárolását és feldolgozását állítják középpontba, másrészt – s ez az újabb keletű, rendkívül ígéretes paradigma – vannak olyan elméletek, amelyek az információk *párhuzamos, osztott feldolgozásán* alapulnak. A szimbólumfeldolgozásra építő elméletek általában valamilyen központi idegrendszeri struktúrákat – rendszerint idegsejtek összekapcsolódó csoportjait – feleltetik meg elkülönített módon a tudáselemeknek. Éppen ezért a számítógépes vizsgálatokban általában olyan modellek szerepelnek, amelyekben az alapelemek fogalmaknak megfelelő egységek, ezek kapcsolatban állnak egymással, e kapcsolatoknak bizonyos „erősségük” van, s az információfeldolgozás során az így kialakult

sajátos struktúrák („súlyozott” élekkel rendelkező gráfok – szemantikus hálózatok) játsszák a döntő szerepet.

A párhuzamos, osztott információfeldolgozást előtérbe állító paradigma, vagyis a *konnekcionista szemlélet* viszont nem elkülönült entitásokat (különálló idegsejteket, vagy azok csoportjait, számítógép memóriacsoportokat vagy programelemeket) feleltet meg a tudati reprezentáció elemeinek, hanem pl. idegsejtek valamilyen adott *aktivitási mintázatát*. Ugyanaz az idegsejtcsoport nagyon sok információt tárolhat azzal, hogy rajta számtalan aktivitási mintázat (éppen mely idegsejtek aktívak?) alakulhat ki. *A tanulás mindkét reprezentációs paradigma szerint a reprezentációban résztvevő elemekből alkotott struktúra átalakulása döntően az elemek közötti kapcsolatok létrejöttével és a kapcsolatok erősségének változásával.* A konnekcionista elmélethez kapcsolódóan előrehaladott kutatások folynak a tanulási folyamatok idegsejt szintű leírására, a matematikai és számítógépes modellek már ma nagyon sok ismeretet szolgáltatnak a folyamatról, egyelőre azonban még nem állíthatjuk, hogy sikerült volna megnyugtatóan tisztázni a tanulás biológiai alapfolyamatait (Pléh 1997).

A kognitív pszichológia fejlődése tehát nem egy egységes folyamat, meg kell különböztetnünk ebben legalább két szakaszt. A korai kognitívizmus valójában még nem teljes mértékben szakadt el a pozitívizmus gondolatvilágától. Állítása annyi, hogy a behavioristák által nem kutathatónak, sőt nem létezőnek tekintett folyamatok igenis léteznek, kutathatók, azokkal kapcsolatban értelmes modelleket lehet felállítani, amelyekből következtetések vonhatók le, s ezek a következtetések empirikusan ellenőrizhetők. Az elme úgy tárol információkat, illetve úgy kezeli őket, hogy közben pontos megfeleltetést létesít a külvilágban létezők, illetve a belőlük alkotott fogalmak, és összefüggéseik, valamint a mindezeket reprezentáló szimbólumok között. A belső reprezentáció elemei – ebben a képben – ugyanolyan kapcsolatokat formálnak egymással, mint amilyen kapcsolatokban a nekik megfelelő entitások vannak az objektív világban. Ezeknek a reprezentációknak a kialakítása, kialakulása sokkal inkább jellemezhető egy objektív folyamatként, a reprezentációk, a fogalmakat képviselő idegsejtcsoportok szinte egy automatikus tanulási folyamat közben, a külvilágból érkező hatás következtében jönnek létre.

A párhuzamos és egyidejű feldolgozás paradigmája, a konnekcionista gondolkodásmód is interpretálható természetesen egy ilyen objektivista módon, azonban lényegesen nagyobb teret enged a nem objektivista megközelítéseknek is. Kialakíthatunk segítségével olyan modellt, amelyben a hálózatokon létező („vibráló”) mintázatok nem feleltethetők meg semmilyen, az objektív valóságban létező entitásnak, hanem olyan belső működések, amelyek fogadni képesek külső és belső jeleket, ezekre a korábbi tanulásuk következményeként reagálni tudnak. Egyáltalán nincs azonban szükségünk arra, hogy ezek a (sokszor „lebutítottak” mondott) hálózatok valóban jelentsenek is valamit, abban az értelemben, hogy pontosan hozzáköthetők lennének az objektív világban létező tárgyakhoz, jelenségekhez, folyamatokhoz.

3.2.2. A korai kognitívizmus személyiségképe, s ami szembeállítható vele

A korai kognitívizmus erősen hisz abban, hogy az elmében meg fogja találni azokat a mechanizmusokat, amelyek a gondolkodás folyamatait végzik. Képességeket, az emberi agyban működő „gépezeteket” keres, amelyek csak azt várják, hogy valamilyen feladatuk legyen, ezt a feladatot felismerik, belső folyamataik segítségével megoldják, és kiadják az eredményt, a megoldást.

Ez a kép rendkívül erősen él a mai pedagógia szemléletrendszerében is. Sőt, valójában a pedagógiai kutatásokban még egyértelműbbé, még kifejezettebbé vált ez a felfogás. Ennek oka, legfőbb motiválója valószínűleg az a jelentősen megnövekedett igény volt, amit az

oktatás fejlesztésével szemben, a '60-as, '70-es években támasztott elsősorban a legfejlettebb országokban a társadalmi fejlődés. Részben a pedagógia belső fejlődésének is köszönhető természetesen az az átalakulás, amelyben az oktatás tervei, elsősorban a nagy oktatási programok, tantervek alapvető jelentőségre tettek szert. A tantervek jó megszerkesztése mindenek előtt az oktatási célok minél pontosabb megfogalmazását igényelte. E céloknak a megfogalmazásához olyan taxonómiai rendszerekre volt szükség, amelyek kereteket és elméleti alapot szolgáltatnak mindehhez. Mi is a gyermeki személyiség? Milyen elemei vannak, amelyek aztán fejlesztés tárgyai lehetnek? Milyen kategóriák hozhatók létre ezen a területen? Az '50-es és a '60-as években már megjelennek azok a nagy kategória rendszerek, taxonómiák, amelyek a tantervi munkálatok (és persze még nagyon sok más pedagógiai folyamat) segítésére írtak le általános modelleket a kérdéssel összefüggésben. A leghíresebb ilyen taxonómia *Benjamin Bloom* nevéhez fűződik (Bloom 1956), s széles körben ismert a pedagógusok, a pedagógiai kutatásokkal foglalkozók körében.

Milyen kép bontakozik ki itt a gyermeki személyiségről? Hogy ezt jobban megértsük, még egy hatótényezőt elemeznünk kell, s ez *Jean Piaget* elmélete.

Piaget a gyermek értelmi fejlődésében döntőnek tartotta azoknak a műveleteknek (kicsit pontatlanul: általános értelmi képességeknek) a fejlődését, amelyek meghatározzák a gyermek tudatos cselekvését, gondolkodását, döntéseit, ítéletalkotásait és nem utolsósorban tanulását. *Piaget* szerint ezek az értelmi műveletek rendszert alkotnak a fejlődő tudatban, vagyis egy határozott struktúrával jellemezhetők. Ez a rendszer az, ami fejlődik, méghozzá egymástól jól elkülöníthető szakaszokban, ezek a mindenki pszichológiai tanulmányaiból jól ismert stádiumok, a szenzomotorikus fejlődés szakasza (nagyjából az első két életévben), a műveletek előtti szakasz (a 2. életévtől a 6-7. életévig), a konkrét műveletek szakasza (6-7 éves kortól kb. 12 éves korig), míg az értelmi műveletek legfejlettebb struktúrája a formális műveletek szakaszára alakul ki (kb. 12 éves kor után). Amikor *Piaget* *kognitív struktúráról* beszél, akkor az értelmi műveletek ilyen elkülöníthető szakaszokban kialakuló rendszerére gondol, s természetesen döntőek lesznek számára az átalakulások, a struktúra, a kognitív rendszer megváltozásának „pillanatai”.

Már maga *Piaget* is munkatársaival pontosan megfogalmazta, milyen problémák, feladatok segítségével lehet megállapítani, hogy egy gyermek értelmi fejlődése éppen milyen stádiumban tart. Jól ismertek ezzel kapcsolatban a bizonyos tulajdonságok, mértékek állandóságának tudatban való meglétét vizsgáló feladatok (tárgyállandóság, a térfogat állandósága, stb.), a fizikai jelenségeket használó, pl. az ütközéses feladatok, az inga jelenségein alapuló, vagy éppen a térszemléletet, vagy a metaforák megértését vizsgáló rendkívül érdekes, és nagyon hatékony vizsgálatot eredményező feladványok.

Nézzünk meg egy tanulságos példát, amely *Piaget* és munkatársa, *Bärbel Inhelder* közös könyvéből való (1984)! Amikor a gyerekek egy biliárdasztalon kell, hogy eltaláljanak egy bábút egy csőszerű szerkezetből kilőtt golyóval, úgy, hogy a golyónak közben a biliárdasztal falának kell ütköznie („mandínerből”, ahogy gyerekkorunkban mondtuk), akkor világos képet kaphatunk a gyerekek cselekvései és magyarázatai alapján arról, milyen különbségek vannak a kognitív struktúra egyes fejlődési szakaszai között (ez egyébként a könyv első példája, i.m. 15-27. l.). Az 5-7 éves kísérleti személyek a feladatot szinte minden következtetést nélkülöző próbálgatással oldják meg, s néha sikerrel is járnak (eldöntik a bábút a golyóval). Cselekedeteik azonban – *Piaget*-ék szerint – nem interiorizálódnak, nem válnak műveletté. Ez a műveletek előtti szakasz még, amelyben a gyermek a bekövetkező eseményeket még nem mint saját cselekvése eredményét ítéli meg, ezért képtelen is a jelenségben meglévő objektív összefüggéseket észrevenni. Ez azt jelenti ebben az esetben, hogy nem fedezhet fel a golyó pályája és a fal közötti szögekre vonatkozóan semmit, hiszen ezeknek semmilyen jelentősége nincs még számára a jelenséggel való foglalkozás során. Ennek következménye, hogy a gyerekek a jelenség leírása – elmagyarázása – során sokszor

nem is beszélnek az ütközésről, ujjukkal a pályát görbe vonalúnak, a falat nem is érintőnek mutatják. A konkrét műveletek szintjén a gyerekek már megfelelést alakítanak ki a kilövő cső állása és a sikeresség között. Ez azt jelenti, hogy a cselekvés már belső műveleteket alakít ki. Ezek a műveletek konkrét megfeleltetések, osztályba sorolások, bizonyos relációk megállapításai, soralkotások. A szakasz vége felé a gyerekek már arra is képesek, hogy megállapítsák: ha a golyó pályájának első szakasza egyre kisebb szöget zár be a fallal, akkor az ütközés utáni, vagyis második szakasz is egyre kisebb szöget zár be a fallal. Intuitíven használják a szögek egyenlőségét, azonban „felfedezni”, kimondani képtelenek. Két különböző esemény közötti relációból (az egyik esetben nagyobb a szög a fal felé tartó golyó pályája és a fal egyenese között, mint a másik esetben) képesek előállítani a két különböző folytatás közti relációt, a beesési és visszaverődési szögek egyenlőségére azonban nem jönnek rá. Ehhez – ahogy a leírásban olvashatjuk – hiányoznak még a formális műveletek.

A formális műveletek szakaszának legjellegzetesebb ismérve a hipotetikus – deduktív gondolkodás. A gyermek a jelenség elemzése során produkálhatja a korábbi szakaszok cselekvéseit és gondolkodási formáit is, azonban ezeken gyorsan túljut, és okokat kezd keresni. Az okokra vonatkozóan hipotézisei vannak, az egyik vizsgálatban pl. az egyik gyerek úgy gondolta, hogy a visszaverődés iránya függhet a golyó sebességétől, egy darabig úgy gondolta, hogy a két egyenes mindig derékszöget zár be, de ezeket a hipotéziseket kizárja, mert ellenőrző próbák mutatják a tarthatatlanságukat. Végül is a gondolkodás és a hipotézisek ellenőrzése meghozza a gyümölcsét, s a gyermek rájön a szögek egyenlőségének követelményére. További jellegzetesség, hogy a formális műveletek szakaszában a gyermek hipotetikus konstrukciókat is alkot a magyarázat, a végiggondolás segítségével, pl. az egyik kísérleti alany az ütközési pontban a falra merőleges egyenest képzel el, hogy mondandóját precízebben fejthesse ki. „Felfedezik” továbbá a gyerekek a szükségszerűséget, vagyis a törvény felfogása függetlenedik a konkrét szituációtól, még a kísérletekben tapasztalható véletlenszerű szóródások, különleges események sem zavarják meg.

A sok-sok ehhez hasonló leírás, elemzés a pszichológia talán legszebb, legizgalmasabb fejezetei közé tartozik. Mégis, az értelmi műveletek fejlődésének szakaszaira vonatkozó piaget-i elképzelések kapták talán a legtöbb kritikát a gyermeklélektan, a fejlődéslélektan alakulása során. Komoly kritikák érik Piaget és munkatársai módszereit. Az empirikus kutatásokkal szemben támasztható követelményeknek ezek a vizsgálatok csak kevéssé felelnek meg. Általában túl kicsik a minták, egy viszonylag szűk populációban tekinthetők csak reprezentatívnak, a Piaget laboratóriumában nem különösebben alkalmazzák a matematikai statisztikai módszereket, s a vizsgálati eszközök reliabilitására és validitására vonatkozóan is nagyvonalú a kezelés. Ezek a kifogások később mások által elvégzett, a szigorúbb követelményeknek már sokkal inkább megfelelő vizsgálatokkal kiküszöbölhetők lettek volna, s valóban született is jó néhány, a Piaget paradigmát alátámasztó empirikus eredmény. De született jó néhány annak ellentmondó is!

Az értelmi műveletek szakaszos fejlődésének tételét cáfolni látszik számos eredmény, amelyek azt mutatják, hogy az értelmi műveletek fejlődése a gyermekekben nem ilyen jól elkülönülő szakaszokkal írható le, illetve, hogy megkérdőjelezhető, hogy létezik-e egyáltalán az egyes értelmi műveleteknek az adott, Piaget által leírt fejlődési szakaszra jellemző és a megoldandó probléma tartalmától teljesen független fejlettségi szintje. Sok vizsgálatban azt találták, hogy ugyanazok a gyerekek, ugyanazon értelmi művelet esetén, más és más jellegű feladatokban más és más fejlettségi szinten teljesíthetnek (Novak 1977a). Felnőttek esetében is gyakran tapasztalhatjuk, hogy egyes értelmi műveletek alkalmazására csak alacsony szinten képesek bizonyos feladatokban, s kisebb gyerekek is mutathatnak a formális műveleti szintnek megfelelő fejlettséget bizonyos feladatokban. Szinte verseny alakult ki a pszichológusok között annak kimutatására, hogy megfelelő, az adott probléma tárgyában megvalósított előtanulás után ki tud minél kisebb gyerekekből formális, absztrakt műveleteket

„kicsiholni”. Pl. a metaforák megértése komoly formális, absztrakt gondolkodást igényel, ezért Piaget szerint csak a formális műveletek szakaszától képesek a gyerekek a metaforákat megérteni. Az empirikus tapasztalatok ennek ellentmondanak (Palermo 1989).

Ne szaladjunk azonban egyelőre ennyire előre, hiszen még nem világítottuk meg, hogy a korai kognitívizmus *Piaget* zseniális elméletével „szövetkezve” milyen személyiségfelfogást formált meg a pedagógiában. Ennek a képnek a lényege, hogy *a személyiséget különböző típusú elemek rendszerének tekinti*. A legkövetkezetesebb leírások valóban rendszerleírások, vagyis megadják, hogy mik ennek a rendszernek az elemei, igyekeznek specifikálni fejlettségüket, jellegüket, illetve összekapcsolódásaikat, működéseiket. A 2. fejezetben leírt tudománymodellnek tökéletesen megfelelően működnek ezek a modellek.

A személyiség alkotó elemei a különböző leírásokban mások és mások. Nagyon gyakran – egy használhatósági szempontot is figyelembe véve – pusztán *ismeretekről, képességekről és attitűdökről* (beállítódásokról) beszélnek elsősorban azok, akik tantervfejlesztések számára igyekeznek összeállítani taxonómiai rendszereket. A Bloom féle taxonómia, s későbbi továbbfejlesztései kognitív, affektív (vagyis érzelmi) és motoros (tehát mozgásos) területeket különítettek el, s egy részletesebb vizsgálat alapján talán azt mondhatnánk, hogy ez a rendszer is bizonyos ismereteket, képességeket és attitűdöket írt le.

Hazánkban is jelentős kezdeményezések születtek e területen, nem is pusztán bizonyos taxonómiai rendszerek megalkotására, hanem ennél nagyobb ívű pedagógiai célokra, vagyis általánosabb paradigmák felállítására. *Nagy Sándor* sok pedagógus nemzedék didaktika oktatásában alapvető szerepet játszó könyveiben az *ismeretek, készségek, jártasságok, képességek és a magatartás fogalmait* emeli ki az oktatás során fejlesztendő személyiségjellemzők közül (Nagy S. 1993, csak a legutolsó művet jelezve itt).

Nagy József a kognitív pszichológia jelenős áramlatainak kutatási eredményeit is felhasználva építi fel azt az elképzelést, amelyben a kognitív működések alapjaiként *elemi pszichikus műveletek* játszzák a legfontosabb szerepet. Ezek a műveletek rendszert alkotnak, a rendszerben magasabb szinteken *komplexebb pszichikus struktúrák, adottságok, szokások, készségek, képességek* jelennek meg, s ezek a részrendszerek a leírásban igen részletes jellemzést kapnak (Nagy J. 1990). Meglátásunk szerint *Nagy József* rendszere koherens, ellentmondásoktól mentes, a pedagógiai valóság jelenségeinek értelmezésére egy bizonyos szemléletmód keretében alkalmas, úgy látjuk, megfelel azoknak a követelményeknek, amelyeket könyvünk 2. fejezetében egy modell keretében kifejtettünk. Ez azonban természetesen nem jelenti azt, hogy valamifajta abszolút igazságot reprezentálna.

Amint látható, a kognitív pszichológia korai szakaszának eredményeit tükröző pedagógiai rendszerek, a személyiséget leíró modellek személyiségjellemzőkből felépítve képzelik el a rendszert. Ezek a személyiségjellemzők valamilyen osztályozási, kategorizálási szempontok szerint keletkeznek, a szempontok világos számbavétele különösen *Nagy József* rendszerében szembeötlő és rendkívül logikus. Mindegyik elképzelésben megjelenik azonban a pszichikus struktúráknak sajátos, konkrét tartalomtól független jellege. Ez azt jelenti, hogy elsősorban a képességeket a különböző leírások a működésük konkrét tárgyától függetlenül, szakkifejezéssel élve a képességeket tudásterület-függetleneknek képzelik. Vagyis ha pl. problémamegoldó képességről beszélünk, akkor az egy olyan pszichikus struktúra, amely bármilyen problémán ugyanúgy működik, legföljebb az adott problémával kapcsolatos konkrét tudás hiánya, vagy gyenge volta korlátozza az adott képesség optimális működését. De minden esetben létezik a problémamegoldásnak egy olyan elvont minősége, amelyet ez a pszichikus struktúránk és csak ez határoz meg, mindegy, hogy egy matematikai szöveges feladatról, vagy valaminek a térképen való megkereséséről, vagy egy nyelvtani kérdés megválaszolásáról van szó. E képességek lehetnek specifikusabbak is, mondjuk a verselemzés képessége már a jelenségek egy jóval szűkebb tartományán működik, de azon belül általánosan, a konkrét verstől függetlenül. Erre a szemléletmódra épültek a világ számos

országában és hazánkban is a képességfejlesztő oktatási programok, amelyek bizonyos általános, konkrét tartalomtól független pszichikus struktúrák minél magasabb színvonalra fejlesztését tartották céljuknak.

A modern kognitív pszichológia azonban egyre élesebben veti fel a tudásterület-függőség elvét. Ez azt jelenti, hogy az ember pszichikus rendszerei egyáltalán nem a konkrét tartalomtól függetlenül, sőt, az adott feladat, probléma, helyzet által mozgósított tudásterületen belül, annak teljes irányításával működnek. Ezen elképzelés szerint az emberi pszichikus rendszerek valójában tudásrendszerek, a világra, annak részeire vonatkozó tudásunkat tartalmazzák. Minden pszichikus funkciónk valójában ezeknek a tudásrendszereknek a működései. Így a képességeket sem tekinthetjük tartalomfüggetleneknek, nincsenek – ebben a képben – általános, tudásterületektől független képességek. Ami annak látszik, az minden konkrét esetben egy-egy specifikus tudásterület működése. Akkor vagyunk képesek egy adott feladat ellátására, egy probléma megoldására, ha azon a területen kellően fejlett a „hadba állítható” tudásterületünk. Nincs tehát általában vett problémamegoldó képességünk, nincs általános verselemző képességünk, vagy nincs képességünk a történelmi személyiségek szerepének elemzésére. Az egyik problémát képesek vagyunk megoldani, a másikat nem, mert két különböző tudásterület kapcsolódik be a két esetben, s az egyik fejlettebb (gazdagabb, erősebb kapcsolatrendszerben felépülő, könnyebben elérhető), mint a másik. Az egyik verset azért tudjuk jobban, okosabban elemezni, mint a másikat, mert több és jobb „muníciónk” van hozzá, jobban ismerjük (esetleg jobban szeretjük) a költőt, ez a vers jobban megérintett bennünket, több köze van a saját életünkhöz, stb.

Itt tehát két, egymástól jelentősen eltérő paradigma szerint lehet felvázolni az emberi személyiség „architektúráját”. A kettőből jelentősen eltérő következtetések vonhatók le a pedagógia számára is. Az egyik esetében nyilván tetszőleges témájú feladatok, problémák segítségével kell fejleszteni általánosnak, tartalomfüggetlennek képzelt pszichikus struktúrákat, elsősorban képességeket. Ahogy egyszer egy egyetemi professzor mondta: a fontos az, hogy csiszolódjék a tanuló agya, majdnem mindegy, hogy milyen feladatokkal. A másik elképzelésben azonban éppen, hogy a tartalom a döntő kérdés, vagyis az ilyen oktatási programokban elsősorban azt gondolják végig, hogy milyen tartalmú feladatokkal, problémákkal lehet optimálisan fejleszteni a tudásterületeket, többek között, vagy inkább elsősorban azért, hogy azok alkalmasakká váljanak az optimális működésre. Könnyű lehet „kitalálni”, hogy a konstruktív pedagógia elsősorban az utóbbi paradigmát kívánja a rendszerében érvényesíteni.

3.2.3. *Mivel születünk?*

A pedagógia egyik régi problémája, hogy vajon mennyire meghatározó szerepet játszanak eredeti adottságaink fejlődésünk, többek közt iskolai tanulásunk folyamatában. A legutóbbi időkhöz rendkívül bizonytalan tudással rendelkezünk e kérdésben, mert a születési körülmények, a fejlődésünk feltételei, valamint eredményeink, iskolai előrehaladásunk olyan bonyolult jelenségegyüttest alkotnak, amelyben eligazodni rendkívül nehéz. Ma – úgy tűnik – egyre biztosabb képet tudunk felvázolni legalább abban a részkérdésben, hogy vajon vannak-e olyan képességek, sőt – ha eretnek is itt még a kifejezés – van-e olyan tudás, amelyet már születésünkkel birtokolunk.

A második évezred utolsó évtizedében rendkívüli módon felgyorsult a kérdés kutatása. E vizsgálatok eredményeként olyan alapvető ismereteket szereztünk, amelyek teljesen átrajzolták korábbi elképzeléseinket (pl.: Spelke & Van de Walle 1993, Baillargeon 1993, Spelke és mts. 1994). A kutatások eredményeiből az látszik, hogy az újszülött határozottan

rendelkezik jól leírható, empirikusan is kimutatható képességekkel, „tudással”, „naiv elméletekkel”, amelyek túlmennek az öröklött feltételes reflexek körén.

Az innatizmus, vagyis a velünk született és tudásterület-specifikusan szerveződő ismeretrendszerre építő elméletek állítása szerint az újszülött már rendelkezik olyan információfeldolgozó képességekkel, s olyan, számára adaptív jelentőséggel bíró, az észlelt dolgok viszonyára vonatkozó „naiv elméletekkel”, amelyek lehetővé teszik a körülötte lévő világ adekvát felfogását, illetve (s számunkra ez rendkívül fontos) alapjai a további fejlődésnek is. Precíz vizsgálatokkal sikerült kimutatni, hogy rendkívül fiatal csecsemők már rendelkeznek azzal a „tudással”, hogy egy tárgy nem lehet egyszerre két helyen, hogy egy helyet nem foglalhat el egyszerre két tárgy, a tárgyak kölcsönhatásaival kapcsolatban „oksági elvárásaik” vannak (vagyis létezik egy primitív okság-fogalmuk), s a tárgyak konzisztenciájával valamint a mozgás folytonosságával kapcsolatban is vannak elképzeléseik. Korábbi határozottnak tartott ismeretünkkel ellentétben kiderült, hogy a tárgyállandóság nem a 9. hónap körül alakul ki a csecsemőben, hanem ezzel már az újszülött is rendelkezik. Ezeket a vizsgálatokat a gyermek vizuális preferenciájának rögzítésével végezték. Azt figyelték meg és regisztrálták, hogy egy-egy jelenséget a gyermek milyen hosszú ideig néz. Ezzel kideríthető, hogy melyik az az esemény, amely nem okoz számára meglepetést, „összefér belső elméleteivel”, s melyik az, amelyik nem.

Különösen tanulságos a tárgyállandósággal kapcsolatos vizsgálat, ezt egy kicsit részletesebben is bemutatjuk. A tárgyállandóság azt jelenti, hogy képesek vagyunk az egyszer látott tárgyat akkor is elképzelni, amikor már nincs a látómezőnkben, mert mondjuk valami, pl. egy ernyő takarja. A kérdéses kísérletben először egy érdekes, a csecsemő érdeklődését felkeltő tárgyat mutatnak neki, majd azt egy ernyő mögé helyezik. Az ernyőt elvéve a tárgy ismét láthatóvá válik. Ez a „normális”, a felnőttek által is várt helyzet, ez az, ami összefér belső elvárásainkkal, a vizsgálatból kiderül, hogy a csecsemő elvárásaival is. Ezután egy furcsa, váratlan jelenség következik. Miután újra láthatta a csecsemő az érdekes tárgyat, azt ismét az ernyő mögé helyezik, de most, anélkül, hogy ez látszana, onnan is eltávolítják, hogy az ernyő elvétele után se látszódjék. Elveszik az ernyőt, s most valami olyasmit lát a csecsemő, amin mi felnőttek egy kicsit meglepődnénk, bár valószínűleg mindannyian gyorsan túltennénk magunkat rajta, mondván, biztosan az ernyő mögül is elvitték a tárgyat. Nekünk már van elég tapasztalatunk, tudásunk ahhoz, hogy ilyen következtetésre jussunk. A csecsemőnek még nincs. Az elmélet szerint most egy olyan inputot kap az a tudásrendszer, amely a tárgyak helyzetével kapcsolatos információkat dolgozza fel, amely input váratlan, nem felel meg az előzetes elvárásoknak, hiszen az elmélet éppen azt állítja, hogy a csecsemőben igenis létezik ilyen elvárás. Az input tehát olyan információfeldolgozáson megy keresztül, amely nem a megszokott szituációnak felel meg, a feltételezés szerint – ez nagyon logikus következtetés – ennek a feldolgozásnak tovább kell tartania, mint az előbb.

Figyeljük meg a logikát! Van egy elméleti feltételezésünk: a csecsemő valójában már rendelkezik a tárgyállandósággal. Ebből levonunk egy következtetést, hogy akkor viszont, ha valami olyasmit lát, ami a tárgyállandóság segítségével előállított várakozásainak nem felel meg, akkor az információ-feldolgozás hosszabb idejű lesz. További következtetés, hogy a hosszabb információ-feldolgozás egyben azt is jelenti, hogy a csecsemő ezt a jelenséget hosszabban fogja nézni. Az utóbbi mozzanat a következtetéssor végén az, ami empirikusan vizsgálható. Egyszerűen meg kell mérni, hogy az egyik illetve a másik jelenséget mennyi ideig nézi a csecsemő.

A vizsgálatokat elvégezve (Baillargeon 1993) a kutatók azt találták, hogy a csecsemők a második jelenséget szignifikánsan tovább nézték. Rendkívül fiatal csecsemőknél is tapasztalták a jelenséget. Sokan tudják, hogy Piaget a 8 hónapos kor környékére tette a tárgyállandóság képességének kialakulását. Ő azonban valamilyen szándékos megnyilvánulás, valamilyen cselekvéses jel alapján állapította meg, hogy a csecsemők

„tudják”, hogy az elrejtett tárgy nem veszett el (sírás, érte nyúlás, mászás, stb.). Az új vizsgálatok nem építenek arra, hogy a csecsemő szándékot is mutasson a tárgy elérésére, ez úgy tűnik, valóban csak jóval a születés után alakul ki.

Rendkívül izgalmas kérdés, hogy vajon az ilyen típusú „tudások”, „képességek” hogyan alakulnak ki. Az egyik elképzelés az lehet, hogy genetikailag determináltak. Ez azt jelentené, hogy a gének között vannak olyanok, amelyek az agy alakulása során bizonyos agysejtek közötti kapcsolatok, a huzalozás pontos formáját kódolják. Magunk ebben nem hiszünk, ez túl bonyolult szabályozást jelentene, a genetikai rendszer szabályozó funkciója így – tudunkkal – nem érvényesül sehol máshol. Akkor viszont azt kell feltételeznünk, hogy a „tudás”, a „képességek” a csecsemőben tanulás eredményei. Egyfajta interpretációban ezt akár a konstruktivizmus cáfolatának is tekinthetnénk, hiszen azt jelentené, hogy mégiscsak van valami, ami mindenféle előzetes tudás használata, közbelépése nélkül kerül be az elménkbe, vagyis egy induktív, közvetítéses módszerrel.

Úgy véljük azonban, hogy ennek nem kell feltétlenül így lennie. Felállítható a következő hipotézis. Tegyük fel, hogy az agy formálódását születésünk előtt, meg nyilván valamennyi idővel születésünk után is a gének úgy irányítják, hogy nem valamilyen előre meghatározott struktúrát, hanem egy sztohasztikus, véletlenszerű huzalozást alakítanak ki. Van valahány kapcsolat a közeli agysejtek között. Az érzékszervek kifejlődnek, tudjuk, hogy ez már születés előtt megtörténik, vagyis az agy képes fogadni jelzéseket. Ezek a jelzések a sztohasztikus hálózaton végigfutnak, s elérnek a „kivitelező szervekig”, vagyis például valamilyen véletlenszerű mozgást eredményeznek. Ennek a mozgásnak valamilyen eredményei lesznek, amelyek visszacsatolást jelentenek, s attól függően, hogy kellemes, vagy kellemetlen élményt jelentenek, megerősítik vagy gyengítik az előbb működött kapcsolatokat. Vagyis azt kell mondanunk, hogy megszületésünk előtt létrejön már „tudás” az agyunkban, most abban az értelemben használva a szót, hogy létezik egy kezdetben véletlenszerű hálózat, amelyen véletlenszerű információ-feldolgozás folyik. Ez az az „előzetes tudás”, amire a konstruktivizmusnak mindig „szüksége van”, jóllehet, ahogyan mi használjuk a „tudás” szót, annak tartalmat hordozó értelmében nem tekinthető annak. De mégis csak ez a kiindulópont, a bázis, ez az, ami a későbbi tanulási folyamatok során formálódik, alakul. Vagyis igenis találhatunk olyan hipotézist az emberi agy fejlődésével kapcsolatban, ami magyarázatot adhat a „kezdetek problémájára”.

4. A tanulásról alkotott elképzelések a pedagógiában

E fejezetben jelentős mértékben felhasználjuk azt az elemzést, amelyet Hans Aebli végzett el a „történelemben valaha is létezett didaktikák” kérdésében, s amelyet 1951-ben megjelent művében írt le (Aebli, 1951). Hans Aebli Jean Piaget munkatársa volt Genfben, s elsősorban az oktatáselmélet terén alkalmazta a század nagy pszichológusának, episztemológusának elméleti eredményeit. Aebli e műve nem a legújabbak közül való, később még született jó néhány nagyszerű munka, mi mégis ehhez a viszonylag korai műhöz nyúlunk vissza, mert benne a didaktikai paradigmák egy rendkívül elegáns, tudományosan sokatmondó osztályozásával találkozunk. Az Aebli által adott leírás azért is fontos számunkra, mert továbbgondolható, van folytatása a mában, s az általunk kifejtendő konstruktív tanulásszemlélet rendkívül jól illeszkedik abba az elméleti keretbe, amelyet Aebli megalkotott.

A neveléstörténet tudományának egyik izgalmas vállalkozása annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy a régebbi korokban hogyan tanultak az emberek, elsősorban a gyerekek és a fiatalok az iskolákban. Aebli szerint *a nevelés történetében három jelentős tanulásfelfogás és ennek megfelelően három nagyobb pedagógiai elméletrendszer alakult ki*. Már most jelezzük, hogy Aebli három pedagógiájához (vagy szűkebben: Aebli három didaktikájához) illesztjük hozzá a pszichológia és a pedagógia tudományában napjainkban formálódó *konstruktív tanulásszemléletet*, mint „negyedik didaktikát”, s mint e könyv alapvető témáját adó elméleti rendszert. Még egy megjegyzés, mielőtt e didaktikák elemzéséhez hozzálátnánk: nem csak a pszichológia és a pedagógia párhuzamos paradigmáiról van szó ezekben az esetekben, hanem az ismeretelméleti, (episztemológiai, gnoszeológiai) elképzelések fejlődéséről is. Majd látjuk, hogy az újabb didaktikák jelentkezése bizonyos, az ismeretelméletek terén, az emberi megismerés értelmezésében bekövetkezett változásokkal állt mindig kapcsolatban. Rendszerekkel összefüggésben kifejtett állásfoglalásunk alapján ebben semmi csodálatos nincs, hiszen az emberi agy, mint rendszer tanulásként értelmezhető változásai a világnak a különböző paradigmákban különbözőképpen értelmezett *megismerését* teszik lehetővé.

4.1. A szavak és könyvek pedagógiája

Az ókori társadalmak hozzájárultak létre a nevelés első intézményeit, elválasztják a nevelés folyamatát a társadalmi munkamegosztás egyéb szféráitól, elindul a pedagógusi professzió önállósá válása, kialakulnak az első pedagógiai elméletek, amelyek először még nem önállóak, a filozófia részeinek tekinthetők. Formálódik a gyermekek, fiatalok nevelésének társadalmi értelmezett módszertana, vagyis azoknak az eljárásoknak a rendszere, amelyek az egyre formalizáltabb és egyre önállóbb pedagógia gyakorlati alkalmazását jelentik. A középkorban már iskolarendszerek jönnek létre, kiépül az oktatás egész vertikális rendszere az elemi-, a legkisebbeket nevelő iskolától egészen a mai modern egyetemek előképeként megjelenő középkori univerzitásokig. Közben alakul, formálódik az ezen intézmények falai között folyó munka lényege, a tanítás és tanulás folyamata is.

Az ókorban és a középkorban a tanulás középpontjában bizonyos gondolkodási rendszereknek könyvekből és a tanítók szavaiból való elsajátítása áll. A tanulók egy valakik által már feldolgozott, interpretált valósággal találkoznak, bizonyos szerzők műveit tanulmányozzák, szövegeket tanulnak meg kívülről, elsajátítják, hogyan használhatók érvelésekben a mások által már megfogalmazott gondolatok. Meghatározó szerepet játszik a *tekintély*, a *dogmák* rendszere. Valami igaz, mert olyan valaki mondta, aki feltétlen tekintélynek számít, vagy az a valami éppen olyan dogmarendszer része, amely nem megkérdőjelezhető. Valójában már korábban is, a primitív, írás nélkül fejlődő társadalmaknak is egyedüli ismeretmegőrző módszere a tudásnak mesékbe, játékokba, dalokba, imádságokba foglalása, továbbadása, a felnövekvő nemzedékkel való megtanultatása. A kultikus rituálék, az írást még nem ismerő embercsoportok közösségi életének jól ismert, de mindig kicsit különösnek tartott mozzanatai nagy részben az ismeretek megtartásának, továbbadásának funkcióját töltötték, töltik be.

Ebben a tanulási formában nem kaphat szerepet a *kreativitás*. Éppen annak van nagy jelentősége, hogy ki mennyire képes pontosan követni az ismeretszerzés királyi útját. A minél pontosabb *reprodukálás* az adaptív viselkedés, a tanulás eredményességét értékelő mozzanatok is a pontos reprodukciót favorizálják. Nincs szerepe az *önállóságnak*, sőt, az önállóság diszfunkcionális, hiszen rontja a legfőbb értéknek tekintett, változatlan formájú reprodukciót, ebből is következik, hogy szelekciós nyomásnak kitett viselkedés.

A *tanulás logikája* ebben a rendszerben inkább *deduktív*. A nagy dogmatikai rendszerek jelentik a kiindulást, ezek megfellebbezhetetlen állításai jelentik a tanulás alapját, ezek részleteit kell minél cizelláltabban megismerni. Olyan ismeretrendszerekről van szó, mint a görög matematika, különösen az euklideszi geometria épülete, a négy őselem elképzelés, a római jog, a keresztény biblia világa, a geocentrikus világkép, az ember földi életének mulandóságához és a túlvilági élet örök voltához kapcsolódó elképzelések, stb. Sem a tudomány, sem a tanulás nem empirikus a mai értelemben, értve ezalatt, hogy az ismeretszerzésnek nem része az empirikus ellenőrzés, nem alakulnak még ki a tudomány és az iskolai tanulás azon módszerei, amelyek az ismeretek gyakorlati relevanciájának intenzív vizsgálatát tennék lehetővé (kísérletek, mérések, megfigyelések, más empirikus vizsgálati eljárások).

Nem igaz ugyanakkor az, hogy egyáltalán nincs az ismeret mögött empíria. A hétköznapi élet ismereteivel nyilvánvalóan szembenálló ismeretek nem válhatnak e tudásrendszerek részévé. A görög tudományosság állandóan emlegetett elméleti, spekulatív jellege sem azt jelenti, hogy a tudományban (illetve a tanulás anyagában) bármi megjelenhet, akár még a hétköznapi tapasztalatoknak ellentmondó elemek is. Euklidész axiómái megfelelnek a hétköznapi tapasztalatoknak. A görög matematikusoknak eszükbe sem jut, hogy egy egyeneshez egy rajta kívül álló ponton keresztül több párhuzamos is húzható lenne, vagy esetleg, hogy egy sem. A térszemlélettel, a hétköznapi tapasztalatokkal csak a hatodik posztulátum eredeti kimondása fért össze. Aztán majd a 19. században Bolyai János és Nyikolaj Ivanovics Lobacsevszkij adnak olyan konstrukciókat, amelyek furcsa, hétköznapi szemléletünkkel nem valami könnyen értelmezhető geometriákat eredményeznek. Ez lesz az igazi spekuláció – egyáltalán nem pejoratív értelemben használva a szót – de már a matematika fejlődésének olyan szakaszában, amelyben egyre inkább az axiómarendszerek, a következetes, deduktív logikai felépítés lesz a matematika építkezésének alapja.

Arisztotelész fizikájától sem tagadhatjuk meg a „tudományos” jelzőt. Az arisztotelészi mozgásfogalom két évezredes fennmaradásának oka az, hogy a hétköznapi tapasztalatokkal összefér, ma úgy mondanánk: adott az elmélet empirikus alátámasztása. Igaz, néhány nem túlságosan összetett fizikai kísérletet és mérést kell csak elvégezni ahhoz, hogy kiderüljön, nem minden empirikus tapasztalat támasztja alá ezt a mozgásképet. Az ókor és a középkor

tudományossága azonban még nem ismeri a következetes empirikus ellenőrzés értékét. Itt még a tekintély s az elméleti rendszer plauzibilitása a döntő.

Mit örökölt a pedagógia ettől a tudomány- és tanulásszemlélettől? Valószínűleg nagyon sokat, így pl. a tudás tiszteletét, az érvelés logikáját, vagyis a deduktív logikát, a tanító szerepének fontosságát, s nem utolsósorban a *memoritert*. A memoriter mai pedagógiai gyakorlatunknak, sőt a legmodernebb tanuláselméleteknek is része. Kívülről kell a gyerekeknek verseket, matematikai szabályokat, definíciókat, évszámokat, tudományos tételeket megtanulniuk. Azt is tudjuk persze, hogy a memoriter is csak akkor sikeres, ha megértéssel párosul. Azokra a versekre, versszakokra, -sorokra emlékszünk, amelyek jelentettek valamit a számunkra, amelyeket össze tudtunk kapcsolni valamilyen tudással, érzéssel, gondolattal. A megértés tehát nagyon fontos akkor is, ha egyébként szó szerint tanulunk meg valamit. Vagyis jól látszik: az ókor és a középkor tanulásfelfogásának ez az eleme – a memoriter – egyáltalán nem változatlan formában „öröklődik át” a későbbi tanulás-paradigmákba és pedagógiai gyakorlatba.

4.2. A szemléltetés pedagógiája

A tudománysszemléletben és a tanulásfelfogásban is a forradalmat az empirizmus, mint ismeretelmélet megszületése hozta a 17-18. században. Korábban már részletesen szóltunk az empirizmusról. Láttuk, hogy alapvető fordulatot jelent az emberi megismerés szemléletében, amennyiben az ismeret forrásává az ember számára külső világot, magát a bennünket körülvevő természeti és társadalmi valóságot teszi. Nem egy másvalakik által már előfeldolgozott valóság tehát az, amivel a tudós a kutatása során, vagy a gyermek a tanulás folyamatában találkozik, hanem az „igazi valóság”, pontosabban: szigorúan véve csak annyit mondhatunk, hogy a konkrét érzékletek. Hogy ezek az érzékletek egy objektíve létező valóságból származnak-e, az már további filozófiai felfogás kérdése, az érzékletek valódiságát azonban sem idealista, sem materialista empirikusok nem kérdőjelezték meg.

Maradjunk azonban csak a materialistáknál! Szerintük az érzékletek forrása az embertől függetlenül létező, s az ember számára megannyi ingerforrást jelentő, objektív valóság. A tudós és a tanuló gyermek tehát ezzel van kapcsolatban, ennek „üzeneteit” fogadja be érzékszervein keresztül. Comenius megalkotja az erre a gondolkodásmódra épülő pedagógiát. A központi fogalom a szemléltetés lesz, nem a módszer, ahogy a mai didaktikák említik, hanem a gondolkodásmód. Comeniusnál a szemléltetés nem pusztán egy eljárás, hanem „filozófia”, a tanítás lényege.

A szemléltetés pedagógiája új kapukat nyitott a tanítás számára. A tanító szerepe gyökeresen átalakul: az a feladata, hogy a tanuló elé tárja a világot, lehetőleg valóságos tárgyak nézését, formájuk, felszínük tapintását, illatuk szagolását, ízük ízlelését, hangjuk hallgatását tegye lehetővé, azonban ha erre nincs mód, akkor legalább illusztrációkkal, modellekkel mutassa be a tárgyakat, a jelenségeket. Hogy írja Comenius?

Amit a tanulónak el kell sajátítania, azt olyan világosan tárjuk elébe, hogy úgy lássa maga előtt, mint a saját öt ujját ... Hogy mindezt könnyebben vessék be, annyi érzékszervet kell használni, ahányat csak lehet. (Comenius, 1992, 142. o.)

A lényeg az, hogy az ingerek az érzékszerveken keresztül hassanak a gyermeki tudatra, amely kezdetben egy tiszta lap – tabula rasa –, s amely éppen az érzékletek lenyomatait által lesz teleírva. Világosan mutatja e gondolkodásmód lényegét a Comeniustól talán legtöbbet idézett mondat:

Szükséges, hogy a megismerés mindig az érzékszervektől induljon ki (semmi sincs ugyanis az értelemben, ami nem volt meg előbb az érzékekben). (Comenius, 1992, 180. o.)

A nagy „nevelésmegújítások” mindig azzal az ígérettel lépnek színre, hogy a gyerekeket gyorsabban, többre fogják megtanítani. Így van ez a szemléltetés pedagógiájával is:

Ezzel a módszerrel rövid úton, de mégis alaposan vértétezhjük fel a serdülő ifjúságot a jelen és a jövő életben szükséges ismeretekkel. (Comenius, 1992, 17. o.)

Az empirizmus ismeretelmélete tehát megtermékenyítőleg hatott a pedagógiára. Azonban sem a pedagógia, sem a pszichológia nem önálló tudomány ekkor még. Egységes filozófiai rendszerről van szó, amely valójában e tudományok későbbi önállóvá válását is elősegítette. A pszichológiában (az ember lelki működéséről való filozófiai gondolkodás keretében) kialakul az *asszociációs szemlélet*. Ennek lényege, hogy a megismerést, a tanulást kapcsolatok (asszociációk) képződéseként fogja fel. Kapcsolatok jönnek létre mindenekelőtt az érzékek között, de az érzékek forrásainak megfelelő pszichikus képződmények, a képzetek között is, ezek a kapcsolatok időbeli és térbeli együttjárásokon, hasonlóságon, ellentétben és ok-okozati összefüggésen alapulnak. Ha pl. jelenségek között ok-okozati viszony van, akkor a nekik megfelelő képzetek is hasonló viszonyba kerülnek egymással, tehát a külső viszonyok (az idealista elképzelések szerint az észleletek közötti viszonyok) mintegy leképeződnek a tudatban. Ez az elképzelés számos természettudományi ihletettséggű gondolat kiindulópontja, megszületnek a képzetek „mechanikáját” és „kémiaját” leíró elméletek. A tudat, mint newtoni törvényeknek és az atomok kapcsolódásait leíró összefüggéseknek engedelmeskedő, mechanikus képződmény jelenik meg.

Az együttjárások, kapcsolatok egyben a bonyolultabb ismeretek kialakulásának is gyökerei, hiszen a tudatban tükröződő kapcsolatok meglátása, összefüggéssé, fogalommá, törvényekké és elméletekké formálása a tudat általánosítási és absztrakciós tevékenységének lényege. Ahogyan korábban már bemutattuk, *ez a megismerési logika induktív*. Az egyszerűbbtől az összetettebb felé halad, az egyeditől az általános felé, a konkrétól az absztrakt felé. Így kell ennek lenni a tanítás során is. Kialakul az a szemlélet – mindenekelőtt a természettudományok tanításában – amely máig alapvetően meghatározó: a tanítás is csak induktív lehet alapfolyamatait tekintve. Ez az induktív-empirikus felfogásmód a kezdetekben csak a gyermek szemlélődését, világra való nyitottságát, az érzékszervek szabad „munkálkodását”, vagyis a gyermek számára a megismerés szempontjából a passzív részvételt fogalmazza meg követelményként. Ez akkor is így van, ha a legnagyobb pedagógiai gondolkodók munkáiban már megjelenik az aktivitás követelése is, ami azonban ekkor még nem kap formát, nem beszélhetünk a gyermeki cselekvés, a tevékenység pedagógiai értékének felfedezéséről.

Az empirizmus ismeretelméletét olyan nagy pedagógiai elméletek fogadták magukba, mint Rousseau vagy Pestalozzi rendszere. Az empirizmus új távlatokat nyitott, új kérdéseket vetett fel a pedagógia számára. Ha a gyermek saját megfigyelései játsszák a döntő szerepet a megismerésben, akkor milyen érzékek kialakulását kell számára biztosítani, milyen módon kell szembesíteni a gyermeket a külvilággal, mennyire kell önállónak lennie ennek a tevékenységnek, az önállóság követelése hogyan bontja fel a hagyományos gyermekképet? Nem véletlen, hogy a 18. század lesz a gyermekfelfogás radikális megújításának százada: ha a gyermeknek, megfigyeléseinek, érzékeinek alapvető szerepe van a megismerésben, akkor nem kezelhető valamifajta, nyelvi formában rendelkezésre álló ismereteket gyűjtögető, aztán azokat szolgai módon visszaadó gépként, fontossá válnak a hajlamai, a „fogadóképessége”,

érzékszerveinek és gondolkodásának fejlettsége, egyáltalán a fejlődés, a gyermek testének és szellemének alakulása, története. A gyermek differenciálatlan szemléletét, a felnőttel való azonosítást felváltja a fejlődő, alakuló gyermek képe, az a felfogás, hogy a gyermek nem egy „kicsinyített felnőtt”, hanem sajátos, semmi másra vissza nem vezethető tulajdonságokkal rendelkező ember, s a nevelésnek ezekhez a sajátosságokhoz igazodnia kell.

Természetesen a szemléltetés pedagógiája sem múlt el nyomtalanul a neveléstudományban és a nevelés gyakorlatában. Mint módszer ott van a hétköznapi tanítási munkában, s a szemléltetés, mint meghatározó paradigma is sok pedagógus hitvallása. Az a tanár, aki sok szép kísérletet mutat be a gyerekeknek, igyekszik minden jelenséget, tárgyat, technikai eszközt és azok működését legalább képeken megmutatni (videón, filmen, diafilmen), valójában a szemléltetés pedagógiájának megfelelő gondolkodásmód szerint tanít. Világos, hogy ez egy magasabb szint, mintha csak magyarázna, ha csak az ő szavaiból és a tankönyv szövegéből kellene a gyerekeknek az ismereteket elsajátítaniuk. Az izgalmas kérdés minden ilyen esetben az, hogy mi zajlik a gyermek tudatában. E kérdésre adandó választ csak később tudjuk megadni.

Elegáns lenne a szemléltetés pedagógiáját azzal vádolni, hogy passzivitásra kényszeríti a gyermeket, ezért nem felel meg a modern pedagógiai felfogásoknak. Látni fogjuk azonban, hogy a gyermek – ha egyáltalán odafigyel a szemléltetésre – soha nem passzív. A szemléltetés pedagógiájával, mint didaktikai gondolkodásmóddal tehát nem az a baj, hogy a gyermeket passzivitásra kényszeríti, hanem az, hogy nem írja le a teljes tanulási folyamatot, nincs képe azokról a jelenségekről, amik – úgy tűnik – fontosabbak a szemléltetésnél, vagyis azokról a folyamatokról, amelyeket ez a didaktikai eljárás a tanuló gyermek tudatában kivált. Ám ennek ellenére a szemléltetés ismét egy olyan pedagógiai eljárás (a memoriterhez hasonlóan), amelyet a legkorszerűbb didaktikák is nyugodtan beépíthetnek saját rendszerükbe.

4.3. A cselekvés pedagógiája

A megismeréshez, tanuláshoz és tanításhoz való viszony következő nagy forradalmát a 19. és 20. század fordulója hozza meg. 1900-ban megjelenik Ellen Key könyve, a Gyermek évszázada, s ezzel útjára indul a pedagógia egyik legérdekesebb története, a reformpedagógiai mozgalom (mozgalmak) működése. Történetileg nem egészen pontos, amit mondunk, mert jól hangzik ugyan, hogy a Gyermek évszázada volt a nyitánya a reformpedagógia térnyerésének, csak ez nem teljesen igaz. Már jóval korábban is megjelennek olyan pedagógusok, akik a nevelés 19. századi formáinak kritikájából kiindulva új szemléletet terjesztenek, illetve már korábban több olyan iskola alakul Európa-szerte, amelyek tulajdonképpen a reformpedagógia csak később formalizálódó eszméit próbálják átültetni a gyakorlatba. A mozgalmá szerveződés, a széles körben való ismerteté válás azonban valóban a 20. század elején következett be.

A reformpedagógia nem egy irányzat. A különböző megközelítések azonban sok mindenben rokoníthatók egymással. Számunkra az a fontos, hogy a reformpedagógiai elképzelések keretében fogalmazódik meg először a nevelés történetében paradigmátikus határozottsággal *a gyermek cselekvésének, tevékenységének fontossága*. A reformpedagógiai gondolkodók számára a gyermek nem passzív befogadásra teremtett lény, az ismeretek egyszerű raktározása rossz hatékonyságú, a gyermeket olyan helyzetbe kényszeríti, amely nem felel meg hajlamainak, amely nem engedi kibontakozni erőit. A reformpedagógiai gondolkodók élesen szembefordulnak a gyermeket – úgymond – passzivitásra kényszerítő, maximum a szemléltetésig eljutó pedagógiával. A reformpedagógiai iskolákban mindent a gyermeki tevékenységnek rendelnek alá. Ez a tevékenység szabad, kívülről nem irányított, a

pedagógus kötelessége nem a tanulnivalók kijelölése és átszármaztatása, hanem a segítség, az önálló elsajátítás pedagógiai feltételeinek megteremtése. Ellen Key a következőt írja:

Az oktatásban már kezdettől fogva arra kell törekednünk, hogy a gyermek önálló munkája legyen a legfőbb nevelési eszköz. (Key 1976, 146. o.)

Két lappal arrébb pedig így fogalmaz:

Az a tanuló, aki csak ül és nézi vagy hallgatja, amit a tanító bemutat vagy előad, nem tanulja meg a jelenségeket megfigyelni.... A vizsgálatokat önállóan végezni, a hibákat önállóan megtalálni, önállóan kitalálni az elkészítendő tárgyakat, a részleteket egyáltalán nem kijavítani – hacsak nem túlságosan és időrablóan hibásak -, hanem önállóan, tapogatózva megkeresni a helyes, a tökéletes munkamódszert és kifejezési módot: ez a nevelés, ez a képzés! (i. m. 148. o.)

Ismeretelméleti szempontból a reformpedagógiai gondolatokban az az új, hogy a megismerésben megfosztják egyeduralmától az érzékelést, s a cselekvést állítják a helyébe. Ezt az episztemológiai felfogásmódot, ha úgy tetszik paradigmaváltást Jean Piaget fogalmazza meg a későbbi évtizedekben. Piaget az, aki nagyhatású elméleti rendszert épít ki a cselekvés episztemológiai jelentőségével kapcsolatban. Ennek lényege, hogy *a megismerés nem más, mint a valóság viszonyainak belsővé válása (interiorizációja), s ez a belsővé válás csakis a cselekvés közvetítésével lehetséges: a cselekvésekben megnyilvánuló viszonylatok, összefüggések, logika az, ami tükröződik a megismerő elmében*. Piaget szerint minden értelmi műveletünk eredetileg cselekvésként létezik, s csak fokozatosan válik belsővé, interiorizálódik.

Új tehát ebben a felfogásban a tanuló ember aktivitása. A megismerés eredménye nem egy lenyomat, hanem egy fejlődő, aktív, a környezetre reagáló rendszer. Természetesen ennek a felfogásmódnak messzemenő pedagógiai konzekvenciái vannak. Nem elsősorban az érzékelés számára kell a pedagógiai környezetet megformálni, hanem az aktív tevékenység számára. A tanítás során megfogalmazott feladatok ne pusztán szemlélődésre, megfigyelésre késztessek a gyermeket, hanem manipulálásra, problémamegoldásra, játékra, aktív explorációra, vagyis önálló, kutató tevékenységre. A pedagógiai környezetben megjelenő tárgyak ne csak a szemléltetést szolgálják, hanem a környezet viszonyainak aktív alakítását, formálását, e tevékenység látható, tapasztalható eredményeinek észrevételét. Nem nehéz észrevenni, milyen jelentős mindez a természettudományos nevelés szempontjából. A természettel kapcsolatos ismereteit e felfogásmód szerint a gyermek *nem a tudás nyelvi vagy szemléltetésen alapuló közvetítésével* sajátítja el, hanem *önálló felfedező tevékenységével*. A természettudományos nevelés metodológiájának teljes megújulását hozza a reformpedagógiai gondolkodásmód, ami nagy tömegben csak a második világháború után, az Egyesült Államokból induló, de aztán az egész világon rohamosan elterjedő „nagy kurrikulumreform” keretében valósulhatott meg. Az '50-es évek második felében elinduló tantervfejlesztési folyamatban válik meghatározóvá a tanítás-tanulás folyamatában a felfedeztetés, a laboratóriumi munka, a tanulói kísérletezés, mérés, megfigyelés (Nahalka, 1993).

Aebli rendszere erre a csúcsra jut fel. Mint Piaget munkatársa, elsősorban a genetikus episztemológia (Piaget ismeretelmélete) didaktikai következményeit fejti ki. A tudományfejlődés egyik érdekes vonása azonban, hogy Jean Piaget elméleti és empirikus kutató munkásságának eredményeiben ennél sokkal több van, s a modern tanulásemelvények ezt fel is használják.

Egyáltalán nem véletlen, hogy Piaget-t a konstruktivizmus atyjának is tartják. Episztemológiája már hordozza a továbblépés lehetőségeit is. Bár a mai legújabb kognitív

pszichológiai és pedagógiai elképzelések sok ponton jelentősen vitatják Piaget nézeteit, de ez csak a legnagyobbakkal történik meg, azokkal, akik egy adott paradigmát a legmélyebben, a legérvelőbb módon fejtenek ki. Ha egy új paradigma jelentkezik, akkor annak képviselői elsősorban azoknak a nézeteivel tudnak a leginkább szembeszállni, akik a korábbi paradigmát, annak elméleti és gyakorlati következményeit a legélesebben fogalmazták meg. S itt erről van szó, azzal a „pikáns” kiegészítéssel, hogy a legmodernebb konstruktivista gondolatok gyökerei is ott vannak már Piaget rendszerében. Piaget elképzeléseiről a 3. fejezetben már részletesebben írtunk.

5. A konstruktivizmus mint ismeretelmélet

Láttuk, milyen jelentős változást jelentett a 20. század tudományosságának fejlődésében a kognitivizmus megjelenése. Bár a kognitív tudományok fejlődését sem tekinthetjük egy egységes folyamatnak, s korábban be is mutattuk, hogy a történetnek legalább két szakasza különíthető el, azonban azt is látni kell, hogy *a megismerési folyamatokkal kapcsolatos álláspontok egyértelműen az objektivista felfogásmódok alapvető megkérdőjeleződése felé mutatnak*. A pozitívizmus, s vele együtt a behaviorisztikus gondolkodásmód mély válsága előkészítette a talajt olyan megismerés felfogások számára, amelyek szakítanak az objektivista világlátással.

Nehéz a látszólag sok esetben lényeges eltéréseket is mutató szellemi áramlatok között a rendet megtalálni, de az biztos, hogy a konstruktivizmus a huszadik század végének egyik legnagyobb hatású ismeretelmélete, s bizonyos mértékig vonzó hatást gyakorol más episztemológiai látásmódokra is. Közvetlen rokonságban áll a modern tudományelméletekkel, elsősorban Thomas Kuhn elképzeléseivel. Nem véletlen, hogy Kuhnt nem egyszer konstruktivista tudományfilozófusnak tartják (Boyd 1998/1983). Nehéz lenne megmondani, hogy Humberto Maturana és Francisco Varela autopoiesis elmélete (Maturana & Varela 1992), vagyis az önszerveződő, komplex rendszerek elmélete összhangban van-e pusztán a konstruktivizmussal, vagy kifejezetten annak része. Maga a konstruktivizmus is többféle jelentéssel bír, hiszen egyrészt egy képzőművészeti irányzat, amelynek csak távolról van köze az ismeretelméletekhez. Paradigmatikus jelentőséggel bíró irányzat a matematikában, s ebben a jelentésében már sok közöset találunk a konstruktivizmussal, mint ismeretelmélettel. Szokás Piaget konstruktivizmusát is különálló szellemi vonulatként tekinteni, s magán a modern értelemben vett konstruktivizmuson belül is el kell különítenünk egy „lágyabb” és egy radikális irányzatot, nem is beszélve a tudományrendszertan számára komoly fejtörést okozó legújabb fejleményről, a szociális konstruktivizmus elméletének megjelenéséről. (utóbbi kettőre még vissza kell térnünk a későbbiekben.)

Széles, nagyon gyorsan fejlődő és a gyakorlatra, ezen belül a pedagógia gyakorlatára is fontos hatást gyakorló szellemi irányzat tehát a konstruktivizmus. Alapjai voltaképpen rendkívül egyszerűen megfogalmazhatók (már korábban is megtettük ezt nagyon vázlatosan). A konstruktivizmus a tudás természetére és keletkezésére vonatkozó ismeretelmélet, amelynek legfőbb állítása, hogy *a megismerő rendszerek maguk hozzák létre a tudást, a világról alkotott kép, az ismeretek rendszere konstrukció eredménye* (Glaserfeld, 1995, Riegler 1994, Karmiloff-Smith 1992, Varela és mts.. 1991, Palermo 1989, Gunstone 1988, Maturana 1988, Pope, Gilbert 1983, Ausubel 1968, Kelly 1955). Természetesen bennünket az ember, s ezen belül is elsősorban a gyermek érdekel. Vizsgáljuk meg tüzetesebben, mivel áll szemben, s mit jelent önmagában az, hogy a tudás konstrukciós folyamatokban keletkezik, eközben koncentráljunk a gyermekekben zajló tanulási folyamatokra!

5.1. A konstruktivizmus a megismerés folyamatáról

A gyermek állandó kapcsolatban áll környezetével, fogadja az onnan érkező hatásokat, maga is válaszol azokra. Régóta tudjuk, hogy ez az egész, állandóan zajló folyamat *tanulást* eredményezhet, vagyis a gyermekben, idegrendszerében olyan változások jelennek meg,

amelyek tartósaknak bizonyulnak, valamivel gazdagodik a gyermek, valaminek az elvégzésére, vagy jobb elvégzésére válik alkalmassá. A korábbi ismeretelméleti felfogások ezt a tanulási folyamatot az ismeretek, egyesek aztán később már bonyolultabb személyiségjellemzők, mint készségek, képességek, attitűdök átszármaztatásaként értelmezték. Ahogy tárgyaltuk már, a konstruktivizmust megelőző tanulásfelfogások döntő többsége úgy képzei el a tudás keletkezését, hogy az valamilyen külső, az objektív valóságban „elhelyezkedő” forrásból származik, s valamilyen közvetítő mechanizmus révén válik a tanuló ember sajátjává. Ezekben a képekben a tudás megszerzésének folyamata *objektív*, amennyiben nem függ a tanuló, a tudást megszerző szubjektumától.

Korábban bemutatott, a tudományok jellegének magyarázatára alkotott modellünk alapján a következőt mondhatjuk. *A konstruktivizmust megelőző megismerés felfogások az ember, mint sajátos rendszer belső változásait a külvilág változásainak függvényévé teszik.* Úgy is fogalmazhatunk, hogy a rendszer (az emberi megismerő rendszer) elemeinek állapotát a többi elem állapota, valamint a környezet állapota határozza meg, a hagyományos episztemológiai elképzelésekben a környezet hatása döntően érvényesül, a megismerő rendszer mintegy kiszolgáltatott, csak passzív szerepet játszik a megismerési folyamatban, pusztán tükrözi a környezet állapotait.

A konstruktivizmus a megismerő rendszer passzivitását nem tudja elfogadni, s bár természetesen elfogadja, hogy a tudás a megismerő rendszer és a környezet kölcsönhatásában formálódik meg, *a vezető szerepet a belső viszonyoknak, a megismerő rendszer elemei közötti kapcsolatoknak biztosítja.* Vegyük észre, hogy a konstruktivista ismeretelmélet e tétele szinte teljesen ugyanazt jelenti (mutatis mutandis – megváltoztatva a megváltoztatandót), mint a modern tudományelméletekben a tudományfejlődés elméletirányítottsága. *A konstruktivizmus nem fogadja el, hogy az ismeret a környezet egyszerű lenyomata lenne, nem fogadja el, hogy ilyen folyamat egyáltalán létezik.*

A hagyományos ismeretelméletek az új tudás keletkezését „hozzáadódásként” értelmezik, tehát, hogy a meglévő ismeretrendszer valamilyen új „szerzeménnyel” bővül. Ez az új ismeret a külvilágból származik, de még akkor is, ha belső kidolgozás (elaboráció) eredménye, akkor is pusztán növeli a tudás mennyiségét, a tudás fejlődése egy összegződésként értelmezhető, idegen szóval kumulatív folyamat. A konstruktivizmus ezzel szemben minden pillanatban egy *bonyolult rendszernek* gondolja a „tudásegészt”, vagy más megnevezésben a teljes kognitív rendszert, amely a külvilággal való kapcsolatában és a belső elaboráció folytán nem új elemekkel gazdagodik, hanem *saját struktúrájában átalakul.* Ez az elképzelés jó összhangban van az elméműködés párhuzamos és egyidejű feldolgozási (PDP) paradigmájával. Kognitív struktúránk (ez alatt most teljes tudásrendszerünket értjük) egy hálózat, amelynek elemei valamilyen erősségű kapcsolatokban állnak egymással. A tanulási folyamatok nem új egységeket illesztenek e rendszerhez, hanem megváltoztatják a kapcsolódások rendszerét (a kapcsolatok erősségéből kialakuló mintázatot). Ez a megjegyzésünk azonban nem jelenti azt, hogy megtaláltuk volna a konstruktivizmus elméletének az idegsejt hálózatok legkorszerűbb biológiai és pszichológiai értelmezéseiben rejlő hátterét, és sikerült volna a tanulási folyamatokat elemibb összefüggésekre visszavezetni. Erről egyelőre szó sincs, a tudásrendszerek szerveződése nagy valószínűséggel egy az idegsejtek szintjénél jóval magasabban elhelyezkedő struktúra, a fentiekben csak egy érdekes értelmezés, s egy analógia lehetőségét vetettük fel. A fontos azonban az, hogy a konstruktivizmus a tudásrendszer struktúrájának módosulásában hisz, s nem a kumulatív növekedésben.

Ahogy Maturana mondja (1988) *a megismerő rendszer operacionálisan zárt.* Ez azt jelenti, hogy nem vesz fel újabb elemeket, csak önmaga képes belső struktúráját változtatni. A külvilággal való kapcsolat egyfajta „interfészen” keresztül valósul meg. Nem közvetlenül a valóság tárgyaival és jelenségeivel van kapcsolatunk a megismerési folyamatok közben,

hanem egy már transzformációkon, értelmezési folyamatokon átesett észlelettel találkozunk. Észlelési folyamataink két oldalról, a külvilág ingerei és a belső kognitív rendszer által meghatározottak, az ingerek önmagukban nem hordoznak információt, a fény és hangimpulzusok (s hasonló ingerkeltő folyamatok), az ezek nyomán keletkező belső jelek csak egy fordítási folyamat során válnak az elme információ-feldolgozó mechanizmusainak tárgyává. Úgy szokás fogalmazni, hogy amit a gondolkodásunkban, vagy tágabban fogalmazva az információ-feldolgozási műveleteinkben kezelünk, az nem az objektív tapasztalat, hanem egy már előfeldolgozott, átszínezett, megváltoztatott tapasztalat. A *tapasztalati világunkban* vagyunk képesek csak észlelni bármit, ez a világ már nem objektív, nem független a megismerő rendszertől magától.

Mivel a konstruktivizmus nem hisz abban, hogy a tudáselemek valamilyen külső forrásból származnának, s mert nem gondolja azt, hogy a megismerési folyamatban az objektív valósággal közvetlenül kerülünk kapcsolatba, ezért értelmezhetetlen számára, hogy egy tudáselem pontosan megfelel valamifajta objektív tárgynak vagy jelenségnek a külső világból. Ilyen megfeleltetés nem hozható létre, és *sohasem leszünk képesek bármiféle egyeztetésre valóság és a róla alkotott tudás között*. Ez a rendkívül pesszimista tétel egyenes következménye az eddigi állításainknak. Bizonyos értelemben be vagyunk zárva tapasztalati világunk keretei közé, innen kitörni nincs módunk. Sohasem állhat elő olyan állapot, amelyben mintegy külső szemlélőként módunkban lenne összehasonlítani objektív valóságelemeket belső tudáselemekkel. Vagyis azt mondjuk, hogy *a konstruktivizmus elméleti rendszerében az igazság szónak, ahogy azt a valósághoz való viszonyítás értelmében használni szoktuk, nincs értelme*. A konstruktivizmus nem épít be a rendszerébe ilyen fogalmat, ami nem azt jelenti, hogy a konstruktivizmus szerint csak hamis tudásunk van. A konstruktivizmus egészen egyszerűen nem használja az „igaz” és „hamis” fogalmakat, mert értelmezhetetlennek tartja azokat.

Van azonban az „igazság” szónak egy másik, egy logikai értelme. Jól felépített gondolkodási rendszerekben (elsősorban a matematikai axiómarendszerekben) beszélhetünk igazságról, ami annyit jelent, hogy az adott gondolkodási rendszerben az igaznak talált állítás deduktíve következik a rendszer alaptételeiből. Ilyen igazságfogalomnak a konstruktivizmus elméleti keretei között is van értelme, vagyis *az igazság relatív*, mindig valamilyen értelmezési rendszerhez viszonyítva, csak annak keretei között értelmezhető. Hogy az objektív valóságra is vonatkoztatható-e, azt nem tudjuk és soha nem is leszünk képesek eldönteni.

Az itt kifejtett gondolatok azonban nem teljesen általánosak a konstruktivista gondolkodók körében. Szokás elkülöníteni a konstruktivizmus két „ágát”, „változatát”, (Glaserfeld 1991) amelyek közül az egyik „lágyabb”, s nem fogadja el, hogy a megismerés eredménye nem valamilyen objektív tudás. Az általunk leírt (és képviselt) szemlélet a *radikális konstruktivizmus* gondolkodásmódja.

Sokak számára rendkívül riasztó a konstruktivizmusnak az igazság fogalmával kapcsolatos állásfoglalása. Úgy érzik sokan, hogy ettől a megismerési folyamatok értelmezésében mindent elurál a relativizmus, a világról valójában bármilyen képet kialakíthatunk, bármit megkonstruálhatunk. Ez lényegében így is van, a kérdés azonban az, hogy megéri-e. S itt elérkeztünk a konstruktivizmus egyik központi fogalmához, az *adaptivitáshoz*, amelyet gyakran *viáibilitásnak* is mondanak.

Mit is jelent ez a fogalom? A konstruktivizmus nem illeszti ugyan elméleti rendszerébe az igazság fogalmát, de nem mond le teljesen arról, hogy a tudás és az objektív valóság között valamilyen kapcsolat legyen. Ez nem lehet a valamilyen szintű, tartalmú és jellegű megfeleltetés, ezt láttuk az előbbiekben. Az viszont érdekes kérdés, hogy egy-egy tudáselem használata vajon milyen eredményeket hoz? Lehet kielégítő a számomra, megfelelhet előzetes várakozásaimnak mindaz, ami tapasztalati világomban változásként

megjelenik. De lehet, hogy nem ez a helyzet, valamilyen problémával kell szembenéznem a tudáselem alkalmazása során, nem azt vártam, ami bekövetkezett (ahogyan az a tapasztalati világomban megjelent). Az előbbi adaptív, az utóbbi nem adaptív tudás. A szó a biológiából, ott is az evolúció elméletéből származik. Egy faj egy populációjának génkészletében megjelenő, a leggyakrabban véletlenszerű változás olyan testi jellegeket, vagy viselkedési diszpozíciókat alakíthat ki az új vagy megváltozott géneket hordozó egyedekben, amely változások miatt ezen egyedek alkalmazkodása jobb lesz, az átlagosnál több utódjuk lesz, s ezzel fokozatosan elterjesztik az új vagy megváltozott gént. Azt mondjuk, hogy az ilyen gén adaptívabb a versenytársainál. Senkinek nem jut eszébe megkérdezni, hogy ettől valamilyen értelemben „jobb” lett-e a faj, egyet tudunk pusztán, az új variáció el fog terjedni, olyan tulajdonságot kódol, amely a saját túlélését és elszaporodását segíti elő. Ez tehát az adaptivitás a géneknél, s valójában teljesen ugyanez a tudáselemeknél is.

Egy tudás lehet adaptív és nem adaptív attól függően, hogy saját továbbélését, megmaradását elősegíti-e vagy sem. Egy tudást elfelejtethetünk, szándékosan kizárhatunk magunkból, kerülhetjük az alkalmazását, különösen akkor, ha alternatív tudások is rendelkezésünkre állnak. Más tudásokat viszont vissza-visszatérő módon alkalmazunk, ezek konstrukció által, a használat következtében gazdagodhatnak, még inkább kidolgozódhatnak. Első megközelítésben azt állíthatjuk, hogy a populációk egyedeihez (illetve még inkább az egyes génváltozatokhoz) hasonlóan *az emberi kognitív rendszer elemei is szelekciós nyomásnak vannak kitéve*. A rendelkezésre álló többféle tudás közül az választódik ki, amelyik a legadaptívabbnak bizonyul. Az ilyen evolúciós analógiákkal azonban mindig óvatosan kell bánni. Vizsgáljuk meg mi is kicsit közelebbről ezt a párhuzamot! Vajon tényleg igaz, hogy a kognitív rendszerben egy a biológiai evolúcióhoz hasonló folyamat játszódik le?

5.2. A megismerés értelmezése és az evolúciós analógiák

Egyáltalán, mit tekintünk evolúciónak? Egy rendszer evolúciósan változik, ha elemei képesek magukhoz hasonló utódokat létrehozni, s ebben az állandó változásban olyan új rendszerelemek jönnek létre, amelyek új és új struktúrájukkal képesek alkalmazkodni a környezetükhöz, vagyis adaptív változatok jönnek létre. A rendszer és a környezete között zajló folyamatokban fennmaradnak az adaptív változatok, amelyek véletlenszerűen alakulnak ki, azért, mert az új és új rendszerelemek létrejötte nem pontos másolás, hanem az utódok mindig különböznek kisebb vagy nagyobb mértékben a szülőjüktől.

A tudásrendszerek és azok elemei, a tudáselemek vajon ilyen rendszert alkotnak-e? Alakítsuk ki azt a modellt, hogy egy tudásrendszer mellett megjelenhet egy másik, egy harmadik is, stb. Ezek mind ugyanarra a tevékenységre szakosodott tudásrendszerek, tehát valamilyen környezeti viszonyok között ezek használata válna szükségessé, de ezek más és más eredményre vezetnek. Először is azt látjuk, hogy a *verseny* adott, hiszen a *párhuzamos tudásrendszerek versengenek a tevékenység meghatározásáért, a megnyilvánulásért, a működésért*. Ez hasonlíthat a források használatáért folyó küzdelemhez. Valamelyik tudásrendszer kiválasztódik, s megvan rá az esélye, hogy megerősödjék (erre azonnal visszatérünk). Ez az adaptivitás tényének bizonyítását, a fennmaradást jelenti.

De van itt egy óriási hiányosság: nincs szó *magukhoz hasonló utódok* létrehozásáról. Legalábbis az eddigi elemzés alapján nem ismerünk olyan folyamatot, hogy egy tudásterület elpusztulna, de előbb maga helyett új tudásterületeket hozna létre, amelyek hozzá hasonlítanak, és valamilyen mértékben különböznek tőle, hogy aztán majd versenybe szállhassanak a fennmaradásért. Inkább az a modell látszik megalapozottnak, hogy egymással párhuzamosan létező tudásrendszerek közül valóban kiválasztódik egy, amely egy értékelő folyamatban (erre térünk vissza azonnal) adaptívnak bizonyul, s ezek után a tevékenység

meghatározásában ez a tudásrendszer vehet részt egyedül, amennyiben az általa végzett információ-feldolgozásra van szükség. Úgy tűnik tehát, hogy *az agyban zajló folyamatok, ha ezek alapelemeinek a tudásrendszereket tekintjük, nem pontosan feleltethetők meg a biológiai evolúció folyamatainak.*

Meg kell válaszolnunk azt a kérdést, hogy mitől lesz adaptív egy tudásrendszer? Egy biológiai evolúcióban résztvevő részrendszer adaptivitása úgy méretik meg, hogy elpusztul vagy megmarad, illetve, hogy szaporodhat, vagy nem szaporodhat (illetve mindezeknek kisebb vagy nagyobb mértéke érvényesül). Ezek úgy dőlnek el, hogy a biológiai egység környezete és a biológiai egység közötti kapcsolatok, az egymás állapotait befolyásoló változásaik eldöntik, hogy meddig maradhat meg, illetve milyen mértékben szaporodhat az adott biológiai egység (leginkább a gén ez az egység). A tudásrendszereknél – úgy tűnik, legalábbis ha egyelőre csak az egyénben gondolkodunk – a szaporodásra való hatás szóba sem jöhet. A megmaradásra való hatás viszont igen. Az a kérdés, hogy milyen módon nőhet a valószínűsége annak, hogy a következő, hasonló szituáció felmerülésekor is ez a tudásrendszer kapja az információfeldolgozást?

Fizikailag arról lehet szó, hogy a hasonló tapasztalati konstelláció megismerő rendszeren való végigfutása során erősebb kapcsolatokat talál az idegsejtek között a kérdéses, a szelekciós folyamatban éppen kiválasztódó tudásterülethez közeledve. Vagy PDP megközelítésben: az adott tudásrendszer bekapcsolódásához szükséges idegsejt kapcsolatok könnyebben gerjesztődhetnek, mert erősebbek egy megelőző tanulási folyamat miatt. De vajon a szituáció előbbi jelentkezésekor, s az adott tudásrendszer kiválasztódásakor milyen módon zajlott le a megfelelő elemek közötti kapcsolatok erősödése? Miért erősödtek meg pont ezek a kapcsolatok? Nem csak azért, mert működtek, hiszen akkor egy hibás reagálást produkáló tudásrendszer is megerősödhetne. Kellett valamilyen visszajelzés, amely „megmondta a tudásrendszernek, hogy a kapcsolatainak erősödniük, vagy gyöngülniük kell”. Ez rendkívül fontos kérdés, az egész megismerő rendszer – valóság kapcsolat probléma lényege. Próbáljunk meg kialakítani egy modellt, amelyben *a megismerő rendszer minden pillanatban olyan állapotban van, amely bizonyos értelemben a világ reprezentációja, modellje.* A tevékenység e fogalom felhasználásával a következő ciklusba épül be:

Világmodell a megismerő rendszerben → a tőlünk független változások előre jelzése → e változások értékelése egy saját mérce szerint → a szükséges beavatkozás (tevékenység) megfogalmazása → a várható következmények kiszámítása, a Világ új állapotainak létrehozása a megismerő rendszerben → annak meghatározása, hogy azon bizonyos saját mérce szerint megfelelő-e az előre jelzett változás → ha nem, akkor más megoldás keresése → ugyanazon folyamatok, amelyek az előbb lezajlottak → ha megfelelő a változás, akkor parancs kiadása az operatív szerveknek → a tevékenység végrehajtása → a tevékenység eredményéről (új Világállapot) információk áramolnak az érzékszervekhez → az információkat feldolgozza a megismerő rendszer (előállítja a tapasztalati világban a megfelelő reprezentációt, s azonosítja, hogy az általa ismert Világállapotok közül melyikhez áll a legközelebb) → összehasonlítás a kívánt Világállapottal → ha ez az állapot kielégítőnek értékeltetik, akkor az egész folyamatban működött, a megfelelő tudásrendszerhez tartozó elemek közötti kapcsolatok erősödése, tanulás → ha nem kielégítő az értékelés, akkor a kapcsolatok gyengülése, ez is tanulás.

Ez csak egy rendkívül hipotetikus modell, amellyel kapcsolatban még számos kérdés merül fel, s valójában egyáltalán nem látszik benne, hol van a konstrukció. Az alternatív tudásrendszerek közötti harc látszik, mert ahol elő kell állítani a jövőbeli Világállapotokat, ott beléphetnek különböző tudásrendszerek. De egyelőre nehezen látható, hogy vajon az első pár részmozzanat tényleg ilyen sorrendben követi-e egymást. Amikor előre jelezzük a Világ változásait, illetve amikor mérlegeljük a következményeket, már egy tudásrendszert használunk. Itt a korábban már megerősödött tudásrendszer vagy tudásrendszerek kapcsolódhatnak be. A szükséges tevékenység megfogalmazásában esetleg már szerepet kaphat más tudásrendszer is? Egyáltalán: itt egy repertoár van, amelynek elemei tudásrendszerektől függetlenül mintegy „felajánlkoznak”? Ez a repertoár csak egy tudásrendszerhez kapcsolódhat, vagy más, egymással ellentétes következtetésekre vezető tudásrendszerek ajánlott tevékenységei is részt vehetnek benne? Kérdések sokasága fogalmazható meg, azonban az érzékelhető, hogy ez a modell ígéretes.

Eddig csak az egy emberben lejátszódó folyamatokról volt szó, s ott állapítottuk meg, hogy a tanulás során az egyes szituációkra fokozatosan kiválasztódnak a megfelelő tudásrendszerek, s ezek önmagukban fejlődésre, tanulásra is képesek. A tanulás – eddig legalábbis – ez a két folyamat együtt: a megfelelő rendszer fokozatos kiválasztódása, s ennek a megfelelő rendszernek a belső fejlődése. Nem látjuk azonban egyelőre a biológiai evolúció során igen fontos szerepet játszó szaporodás, öröklődés jelentkezését ebben a modellben.

A tisztább evolúciós értelmezés lehetőségét azonban egyáltalán nem szabad elvetnünk, s a gondolkodást tovább folytatva a tanulás fogalmát is tágíthatjuk. Ehhez azonban ki kell lépni az egyes ember világán túlra. A gének evolúciója sem abban a hordozóban megy végbe, amely tartalmazza őket. Bár folytonosan születnek a sejtosztódások során másolatok, utódok, de ezek nagyon pontosan megegyeznek az eredetivel, illetve a biológiai evolúció nem azon alapszik, hogy az állandó sejtosztódásban létrejövő új és új gének mennének keresztül evolúción. Ezek ugyanis nem ugyanahhoz a forráshoz kapcsolódnak, illetve nem ugyanazt a szerepet töltik be. Ugyanígy *a tudásrendszerek evolúcióját sem az egyes emberben kell elképzelnünk.*

Abban a pillanatban, ahogy kilépünk az egyes ember világából, máris előttünk áll a teljes evolúciós paletta. Az evolúció alapegységei, tehát amik evolválódnak: a *tudásrendszerek*. Ezek határait nehéz megadni, valójában ezek fogalomrendszerek, összefüggések adott halmazai, gondolkodásmód jellemző rájuk, vagyis tulajdonképpen paradigmákról van szó. A tudásrendszerek összessége nem egymás mellé rendelt, elkülönült elemek halmaza, még csak nem is hierarchikusan felépülő rendszer, hanem ennél sokkal összetettebb (vagyis egy elem – egy tudásrendszer – két egymástól teljesen eltérőnek tekintett tudásrendszernek is lehet része). Abban az értelemben azonban a tudásrendszerek mégiscsak jól elkülöníthetők egymástól, hogy az egyiknek és a másiknak a hordozó megismerő rendszere lehet egészen más, egyszerűbben: más emberekben található. A tudásrendszerek így már igenis utódokat hoznak létre. Ez a *tanítás*.

Az egyik tudásrendszer az őt tartalmazó megismerő rendszertől különböző, és ezért másik emberben elhelyezkedő megismerő rendszerben „létrehoz” egy tudásrendszert. Azért tettük idézőjelek közé a „létrehoz” szót, mert éppen a konstruktivizmus szerint itt nem a tudáselem átplántálásáról, közvetítéséről van szó. Önmagához hasonló tudáselemet hoz létre tehát az egyik emberben lévő tudáselem, de csak abban az értelemben, hogy a világ ugyanazon konstellációja esetén az egyik és a másik megismerő rendszerben is ez a „szülő és gyerek” tudásrendszer kapcsolódik be, s egymáshoz hasonló eredményekre vezetnek (hasonló tevékenységeket indukálnak).

A folyamat azonban nem olyan egyszerű, mint a biológiai evolúcióban. Ott az egyik gén a sejtosztódás, a rekombináció útján valóban fizikailag hozzá nagyon hasonló másikat hoz létre, a megfeleltetés igen szoros a szülő és a gyermek között. Pontosabban a szexualitás viszonyai között két szülő hoz létre valami olyasmit, ami hozzájuk hasonló. A folyamat még az eredeti hordozókban megy végbe, az új egyed, vagyis az új gén létrejöttének pillanata és hordozója megszületésének pillanata egybeesik. A megtermékenyítéssel, a DNS összeolvadásokkal jön létre a petesejt, amely most már a hordozója az új génnek (amiből persze több különböző is van). Ez nem így van a megismerő rendszerek esetén.

Ahogy az előbb tárgyaltuk, a tanulás folyamatában már meglévő tudásrendszerek közötti szelekció zajlik, illetve a szelekció által kiválasztott tudásrendszer átalakulása. Van egy harmadik folyamat is, új tudásrendszer létrehozása, de nem valamifajta bevitellel, hanem egy egyelőre még nem kellően megmagyarázott, valószínűleg meglévő tudásrendszerre épülő, valamilyen módon a transzfert is megvalósító tanulással. Ebben a folyamatban *már meglévő tudásrendszerek hoznak létre szinte a saját kereteik között egy részletet, egy derivátumot, amely azonban később önállósul, differenciálódik, s egy új tudásterületet képez.* (Azonnal adunk rá példát is, hogy érthető legyen, csak előbb a gondolatmenet végére kell érünk, mert valójában, amit most csinálunk, az éppen egy ilyen tanulási folyamat.)

Itt van tehát ez a három folyamat, a tudásrendszerek szelekciója, a szelektált tudásrendszer átalakulása, fejlődése, s egy tudásrendszeren belül egy derivátum kialakulása, s fokozatos differenciálódása. Ezek a folyamatok a környezet hatására mennek végbe, de különösen a gyermekkorban tanítói környezet jelentős hatására. Vagyis annak van meghatározó szerepe, hogy egy vagy több másik emberben vannak bizonyos tudásrendszerek, amelyek a tevékenység (tanítás) révén hatnak a tanuló ember tudásrendszerének formálódására. A biológiai evolúciótól való lényeges eltérés, hogy a kialakuló tudásrendszer hordozója már létezik amikor ez a folyamat zajlik, s ennek messzemenő következményei vannak. Egy már kialakult struktúra keretei között zajlik az újnak tekinthető tudásrendszerek formálódása, ezért nem csak a szülők és a fizikai környezet jelenti a folyamat környezetét, hanem a már létező tudásrendszerek összessége is. Ilyen hatás a géneknél nincs. Az egyik gén formálódása nem hat a másikéra, legalábbis konstruktív módon, továbbá a gének teljesen újként jönnek létre a megtermékenyítés folyamatában. A tudásrendszereknél ez nem így van, ott az „alapanyagot” nem csak a szülők, sőt nem is biztos, hogy túlsúlyosan a szülők szolgáltatják, egy sokkal összetettebb születési, formálódási folyamat megy végbe. Ebben a gondolkodási rendszerben természetesen igaz, hogy a szülők (a többi ember megismerő rendszerében meglévő, ugyanazon világszituációkra rendelkezésre álló tudásrendszerek) szerepet játszanak abban, hogy milyen tudásrendszer alakul ki a tanuló ember megismerő rendszerében, vagyis itt megteremtődik egy „valódi” evolúció alapja.

Alkalmazzuk az evolúció formális leírásának tételeit! *A szülők által létrehozott utódok variabilitása nagy.* Ez feltétlenül igaz. *Az utódok adaptivitása különböző.* Ez is feltétlenül igaz, az egyik tudásrendszer a saját fennmaradásával kapcsolatban más lehetőségekkel rendelkezik, mint a másik, illetve saját szaporodásával kapcsolatban is mások az esélyei (kinek van lehetősége arra, hogy a tudását átadja, bár itt a tanárság professzióvá válásával kapcsolatban felmerülhetnek értelmezési problémák). *Az adaptívabb tudás tovább fennmarad,* mert hordozója számára olyan „tanácsokkal” szolgál, amelyek meghosszabbítják e hordozó életét, s ezzel az adott tudásrendszer életét is. Az adaptívabb tudás egy szociális tanulási folyamat körülményei között eredményesebben tud szaporodni is. Az adaptív tudás úgy szaporodik, hogy más hordozókban is létrejön (megkonstruálódik) olyan tudás, amely ugyanolyan (vagy legalábbis hasonló) következményekkel jár, mint az eredeti hordozóban meglévő tudás.

Vagyis sikerült egy már létező paradigma keretei között kialakítanunk egy tudásrendszert. Azt csináltuk, amiről írtunk (s ezért példa ez az eljárás a tanulás itt említett

harmadik módjára). Volt az evolúció paradigmája, s megkíséreltük alkalmazni a tudásrendszerekre. A tudásrendszerekkel kapcsolatban persze van egy másik tudásrendszerünk is, s ezeket „össze kellett hozni”. Ez az „összehozás” eltéréseket eredményezett az evolúció eredeti paradigmájához képest, de ez nem okozott problémát, mert közben egy differenciálódott, mindkét eredeti tudásterülettől elkülönülő tudásrendszer jött létre, a tudásrendszerek evolúciós paradigmája. Ebben tehát a lényeg a következő:

- (1) A tudásrendszerek emberi megismerő rendszerekben lévő elemek.
- (2) Amikor az embergyerek megszületik, akkor van már megismerő rendszere, s abban vannak már tudásrendszerek.
- (3) Az ember tudásrendszerei és megismerő rendszere az élete során változnak.
- (4) Ez a változás részben úgy következik be, hogy alternatív tudásrendszerek közül kiemelkednek, szelektálódnak egyesek, illetve bizonyos feladatokra specializálódnak.
- (5) A változás másik folyamata a már szelektálódott (kiválasztódott) tudásrendszer elaborálódása, gazdagodása, erőteljesebbé válása, kapcsolatrendszerének erősödése.
- (6) A változás harmadik folyamata egy adott tudásrendszeren belül egy részletnek a kidolgozódása, s fokozatos önállósodása, vagyis a tudásrendszer differenciálódása.
- (7) A három tanulási folyamatot (4., 5., 6. pontok) egy evolúciós folyamat is szabályozza, amennyiben az egyes emberek megismerő rendszereiben lévő tudásrendszerek hatnak a más emberek megismerő rendszereiben lévő, ugyanazon feladatra szerveződő tudásrendszerek formálódási folyamataira, vagyis utódokat hoznak létre, s ezzel megteremtődik egy valódi evolúciós folyamat alapja.
- (8) Hosszú távon, kulturálisan, emberi gondolkodási rendszerek, paradigmák evolúciója zajlik.
- (9) A tudásrendszerek formálódását azonban nem mechanisztikusan és nem döntő hatásként határozzák meg a más emberek megismerő rendszereiben lévő, ugyanazon feladatra szolgáló tudásrendszerek, hiszen a tudásrendszerek formálódása a hordozó ember már meglévő tudásrendszerei, valamint a saját, személyes környezetével kialakított kapcsolata által döntő módon befolyásoltak.

Az itt kifejtett modell egyáltalán nem a szerző önálló alkotása. Sok-sok a megismerés evolúciós értelmezésével kapcsolatos mű elolvasása után, de különösen Csányi Vilmos ösztönző gondolatainak hatására alakult ki (Csányi 1999).

5.3. Az adaptivitás fogalmának jelentősége a pedagógia szempontjából

Térjünk vissza az adaptivitás kérdéséhez! Hogyan dől el egy tudás adaptivitásának kérdése, ha most nem pusztán egy evolúciós analógia szempontjából vizsgáljuk a kérdést? Miképpen rendeltetik hozzá egy tudáshoz az a megjelölés, hogy adaptív vagy sem? Előljáróban azt kell leszögeznünk, hogy *ez sem egy objektív folyamat*, legfeljebb csak rendkívül szélsőséges esetekben. Lehet objektív egy tudás nem adaptív jellegéről való „döntés”, amennyiben a tudás hordozói azért, mert azt a tudást birtokolják, meghalnak. Ez egy rendkívül szélsőséges helyzet, bár valószínűleg lehet rá történelmi példát találni. A hétköznapi élet során azonban számtalan esetben születik formális vagy informális döntés egy-egy tudáselem adaptivitásáról.

Amikor a kisgyerek a vaskályhát megérinti, s el kell rántania a kezét, mert az forró volt, akkor egy tudás minősült kevésbé adaptívna, ti. az, hogy a „fémnek látszó tárgyak bátran megérinthetők”. Ugyanakkor átalakul a belső tudásrendszer, érdemes úgy megváltoztatni – ez egy konstrukció -, hogy „a fémekkel vigyázni kell, esetleg forrók is

lehetnek”. A gyermek számtalan előzetes tapasztalata játszik szerepet abban, hogyan értékeli a kialakult szituációt, hogyan dönt meglévő tudáselemeiről. De ő dönt, még akkor is, ha az ilyen döntéseinek valószínűleg igen nagy százaléka egyáltalán nem tudatos.

Az adaptivitás tehát egy szubjektív döntés eredménye, én magam ítélem adaptívnak vagy nem adaptívnak az adott tudáselemet. A folyamatban teljes valómmal részt veszek, tehát mint társas lény is, vagyis *az adaptivitás mérlegelésekor figyelembe veszem mindazokat a hatásokat, amelyeket döntésem a szociális térben kiválthat*, ahogyan én ezeket előre tudom jelezni a szociális térre vonatkozó konstrukcióim felhasználásával.

Az adaptivitás fogalma igen fontos a pedagógia számára. Az iskolai szociális térben a tudás adaptivitása nap, mint nap megméretődik. Ez az adaptivitás azonban nagyon erősen a *pedagógiai szituációkhoz* kötődik. Nem azért tanulunk meg az iskolában nagyon gyakran valamit, mert azzal teljesebb lesz a világképünk, teljesebb emberek leszünk, műveltebbek, s mert érdekes az a valami, hanem azért, mert jó jegyet akarunk szerezni, sikeresen akarjuk megírni a tesztet, le akarunk érettségizni, felvételt szeretnénk nyerni egy felsőoktatási intézménybe. Rendkívül nagy a veszélye annak, hogy tudásunk ilyen alkalmakhoz igazodik, az ilyen követelmények koordináta-rendszerében szerzi meg adaptivitását.

Az iskolai követelmények sajnos igen gyakran teljesíthetők formálisan, kívülről betanult szövegek visszamondásával, jól begyakorolt feladatmegoldási algoritmusok alkalmazásával. Az iskola nagyon ritkán teremti meg a tudás adaptivitása értékelésének ennél komplexebb módjait. Csak nagyon kevés alkalommal vagyunk képesek olyan „ellenőrzési” helyzeteket teremteni, amikor a tanulók az adott tudáselem önmaguk számára belátható adaptivitását mérhetik meg. Ezzel szemben általában a pedagógus értékelő megnyilvánulása szolgáltatja az egyetlen viszonyítási pontot, s ez nem a tudás életszerű alkalmazásával kapcsolatos viszonyítási pont, gyakran még akkor sem, ha egyébként a pedagógus által az értékelés érdekében adott feladatnak van némi „életszaga”. Hogy is szoktuk az ilyen feladatokat megoldani? Mit is kell ilyenkor csinálni? Ha ilyen mennyiségek vannak egy feladatban, akkor melyik képletet is szoktuk használni? Az ilyen típusú versek elemzése során milyen verselemzési „patronokat” lehet bevetni? Ilyen és ehhez hasonló kérdéseket tesznek fel – valószínűleg nem is tudatosan – magukban a gyerekek a legtöbb pedagógiai értékelési szituációban.

Az adaptivitás „érzékelhetősége”, önmaguk számára való belátása – úgy tűnik – a gyerekek tanulásának kritikus mozzanata. Ez jól érthető a konstruktivizmus elvi kiindulópontjai alapján, hiszen a belső kognitív rendszer átalakítása, s ezzel egy új tudáselem konstrukciója csak abban az esetben lehet kielégítő, ha belátható, hogy az új tudáselemre szükség van, s az értelmezhető is a meglévő rendszer segítségével (létezik a meglévő rendszernek olyan átalakítása, amely az adott tudáselem birtoklását eredményezi). Ez nem jelenti feltétlenül azt, hogy csak olyasminek a megtanulására vagyunk képesek, ami összhangban van teljes kognitív struktúránkkal. Ha ez igaz lenne, akkor alig tanulhatnánk meg valamit életünk során (csak az eredeti rendszer elaborálása lenne lehetséges). Képesek vagyunk megtanulni meglévő tudásunknak ellentmondó ismereteket is, ha világosan tudjuk, hogy az ellentmond és milyen módon ellentétes a meglévő tudásunkkal, s ha valamilyen haszna van a megkonstruálandó tudásnak, vagyis ha van valami okunk rá, hogy megtanuljuk (van valamilyen adaptivitása). Ez az ok lehet az, hogy vitatkozni szeretnénk, vagy meg akarunk győzni valaki mást a mi „igazunkról”, de lehet az is, hogy nyitva akarjuk hagyni az értelmezési lehetőséget ezen új, az általunk eddig vallottal ellentétes értelmezés számára is, stb.

A tudás adaptivitásának lemérése a gyerekek számára elsősorban olyan helyzetekben lehetséges, amelyeket jól ismernek, amelyekkel kapcsolatban sok, jól szervezett tudásuk van. Vagyis a tanulás kontextusa – amely egyébként is hallatlanul fontos szerepet játszik e

folyamatokban – itt is döntő. E kontextus lehet teljesen elméleti is, ez teljes mértékben szubjektív.

5.4. Szociális konstruktivizmus – konstrukcionizmus

Aki járatos a nemzetközi pedagógiai szakirodalomban, az jól tudja, hogy érdekes, izgalmas vita folyik most már 5-10 éve a szakemberek között két elmélet státuszának, egymáshoz való viszonyának megítélése kapcsán. Az egyik elmélet a *radikális konstruktivizmus*, a másiknak több neve is van, ezek a megnevezések nem is mindig ugyanazt takarják. Ez a másik elmélet a *szociális konstruktivizmus*, vagy másképpen a *konstrukcionizmus*. Mindkét elmélet az emberi tanulással kapcsolatban rendelkezik elsősorban mondanivalóval. A konstrukcionizmus tekinthető újabbnak, később keletkezett, s legtöbb képviselője szerint elsősorban abban nyújt újat a konstruktivizmushoz képest, hogy *a tanulás folyamatában a szociális közeget, a társas folyamatokat tekinti meghatározónak*. A két elmélet sokszor egymás ellenlábasként jelenik meg.

Érdemes az elemzést, a bemutatást azokkal a gondolatokkal kezdeni, amelyek közösek a két elméletben. Mint mondtuk, mindkettő a tanulás folyamatáról szól elsősorban. Mindkét elmélet szemben áll azokkal a felfogásokkal, amelyek a megismerést az objektív valóság egyszerű közvetítésének, közvetítődésének tartják. Egyforma hévvel harcolnak ezek az elméletek elsősorban az empirizmussal, tagadva, hogy a megismerési folyamat eredménye valamifajta objektív tudás, s mint ilyen a valósággal – megfelelő módszert, elsősorban a tapasztalat, az empíria általi igazolást alkalmazva – közvetlenül összehasonlítható lenne. Mindkét elmélet abban hisz, hogy a tudás konstrukció folyamatában jön létre (neveik közös töve is erre utalnak). Mindkét elmélet tehát a megismerés koncepcióinak azon új generációjához tartozik, amely alapvetően átalakította az emberi tudásra, annak kialakulási folyamataira vonatkozó elképzeléseinket, s valami egészen új, varázslatos világba vezetett bennünket.

Nézzük azonban azokat a jellemzőket, amelyek megkülönböztetik egymástól a két vizsgált elméletet! Itteni leírásunk részben azt a célt szolgálja, hogy erről saját elképzeléseinket kifejtjük. Számtalan leírás foglalkozik e különbségek magyarázatával, közös gyökereik az, hogy *míg a konstruktivizmus a tudás konstrukcióját személyes, az egyéni értelmén belül lezajló folyamatnak tekinti, addig a konstrukcionizmus számára ez a folyamat a „szociális kognitív térben”, vagyis az emberek közötti együttműködések, kölcsönhatások során, a csoportfolyamatok keretében zajlik*.

Először nem saját látásmódunk alapján fogjuk a viszonyokat leírni, ahhoz a módszerhez folyamodunk, hogy az élesebb különbségeket tételező szakemberek egyikének véleményét mutatjuk be. Legyen ez a szakember Kenneth Gergen (1995), akinek álláspontja a konstrukcionizmus talaján fogalmazódik meg, s aki a konstruktivizmust viszont olyan elméletnek tekinti, amely a vizsgált folyamatok leírása szempontjából elégtelen, egy hagyományos és a konstrukcionista elmélet által viszont feltétlenül meghaladni kívánt kutatási tradícióhoz tartozik. Gergen élesen, markánsan fogalmaz, a konstrukcionizmussal kapcsolatos írásaira nagyon gyakran hivatkoznak a szakirodalomban, számos szakember ért egyet a véleményével, ezért is tűnik racionális választásnak az ő gondolatainak bemutatása.

Gergen véleményének leírása során azonban egyáltalán nem leszünk szenvtelenek. Az egyes tételeket azonnal kommentáljuk is, igyekszünk kimutatni, hogy míg a konstruktivizmussal szembeni kritika pontjai a legtöbb esetben – véleményünk és meggyőződésünk szerint – nem jogosak, a különbségtétel viszont mégis csak indokolt, s végül magunk is arra a konklúzióra kívánunk jutni, hogy a két elmélet közötti különbségeket

világosan meg kell magyarázni. Csak legfőljebb nem úgy, mint Gergen. Természetesen e polemikus részt követően kifejtjük a kérdésről saját elképzeléseinket is.

Gergen a tudáskonceptiók két nagy családját mutatja be, amelyek a nyugati oktatási tradíciót hosszú időn keresztül meghatározták, s amelyek egyaránt problematikusak. Alapvetően megkülönbözteti az exogén és az endogén ismeretelméleti felfogásokat. Másképpen „világközpontú” és „elme központú” elméletekről beszél. Az összes, Gergen által a két tradícióba sorolt elmélet egyfajta dualizmusra, a külső – a legtöbb esetben anyagi – világ és a belső, pszichikus (kognitív, spirituális, stb.) szembeállítására épül, amelyben a belső világ állapota pontosan reprezentálja a külső világ állapotait. A világ és a tudat két független rendszer, mindkét elképzelés típus szerint. (i.m. 18. o.) A különbségek alapvetően a következőkben ragadhatók meg:

...ahol az exogén teoretikus a külső vagy anyagi világot látja adottnak, és feltételezéseket fogalmaz meg arról, hogyan alakul ki a természet pontos reprezentációja a tudatban, ott az endogén gondolkodó a mentális világot látja önmaga számára adottnak, s kérdéseket fogalmaz meg arról, hogy a tudat hogyan működhet funkcionális módon a természetben. Így az exogén teoretikus a belső reprezentációk felépítéséhez szükséges környezeti inputok elrendezésére összpontosít. A környezet ilyen hangsúlyozásával szemben az endogén teoretikus a fő hangsúlyt a gondolkodáshoz, a logikához, a konceptuális feldolgozáshoz szükséges belső feltételekre helyezi. (i.m. 18. o.)

Ebből az idézetből is látható, ahogyan más részeket is említhetnénk az írásból, hogy az elkülönítés nem világos. Mit jelent vajon az, hogy adottnak tekintünk valamit? Mi az, hogy a hangsúly erre vagy arra kerül? A megkülönböztetés vajon az anyagi és szellemi különbségének ősi filozófiai kérdéséhez kötődik, vagy a külső és a belső (mindkét fő filozófiai tradíció keretei között elvégezhető) megkülönböztetéséhez? Már most érdemes figyelembe venni, hogy az egész elemzés azt a célt szolgálja, hogy Gergen kimutassa: míg a konstruktivizmus egy endogén koncepció, addig a konstrukcionizmus mindkét ismeretelméleti tradíciót meghaladja, s valójában egy harmadik fajta gondolkodásmódot képvisel.

Milyen problémákat lát Gergen az exogén és az endogén koncepciókban? Kritikájának legelején azt állítja, hogy az exogén és endogén megközelítések kétségtelen sok évezredes uralma ellenére a filozófiában mindig létezett egy harmadik megközelítés is, amelynek ebben a kritikában Gergen a *társadalmi jellegét* emeli ki. Szól a tudományelmélet változásáról (Kuhn, Feyerabend), a feministákról, az ázsiaiakról, afrikaiakról, amerikaiakról, spanyolokról (ezek mint az objektivista és a racionalista megközelítések által kizárt, elnyomott szellemi irányzatok szerepelnek itt), a tudásszociológiáról (Latour, Knorr-Cetina, Barnes), a művelődéstudományról („literary theorists” – Derrida, DeMan), szemiotikusokról (Barthes, Eco), retorikusokról („rhetoricians” – Simons, McClosky). Ezek esetében vagy arról van szó, hogy hangsúlyozzák a történelmi és a társadalmi kontextus fontosságát a tudás elfogadott, érvényes voltának meghatározásában, vagy arról, hogy ezek a törekvések nem a megfigyelésben vagy a rációban találják meg a tudás erejét, hanem a művelődési technikákban. (i. m. 20. o.)

E kétségkívül fontos megjegyzés után Gergen a tartalmi kritika tétéleibe kezd. Az episztemológia évezredes problémája az, hogy hogyan lehetséges, hogy a külső világ megnyilvánul a belső számára, hogyan lehetséges, hogy a szubjektum képes leképezni, vagy felfogni az ún. objektív valóság természetét – veti fel a kérdést Gergen. Szerinte az exo- és endogén ismeretelméleti koncepciók képtelenek erre választ adni. Az endogén, tehát a megismerési folyamatok „letéteményesét” a szubjektumban látó elképzelések megkapják azt a

kritikát, amit a filozófia történetében évezredekken keresztül soroltak az ellenkező oldal képviselői:

...ha a szubjektivitást fogadjuk el, akkor hogyan vagyunk képesek megállapítani, hogy vajon szubjektumunk és az objektív világ jól megfelelnek-e egymásnak, amikor soha nem kerülünk szembe a szubjektumtól független külső világgal? Ha a személyes tapasztalati világunkban élünk csak, akkor milyen alapon feltételezhetjük, hogy valóban létezik egy másik világ ezen kívül? (i.m. 20-21. o.)

Magunk úgy véljük, hogy ez a kérdésfelvetés rossz. Nagyon sok, itt endogénnek nevezett episztemológia ezt a kérdést nem teszi fel magának. A radikális konstruktivizmus nem gondolja, hogy valamifajta megfelelés lehetne vagy kellene, hogy legyen a szubjektum és az objektív valóság között. A radikális konstruktivizmus ilyen megfelelés ellenőrizhetőségének a lehetőségét is kizárja, erre épül az egész felfogás.

A másik oldalon viszont, ha elfogadjuk a megismerő szubjektumon kívüli világ elsődlegességét a megismerési folyamatokban, akkor hogyan tudnánk meghatározni a szubjektívét? Nem véletlen – így Gergen -, hogy a behavioristák megkérdőjelezték a szubjektivitás létét is (az értelemről való beszéd nem más, mint népi mitológia).

Nem világos pontosan, hogy Gergen azonosítja-e az exogén elképzeléseket a materialista filozófiákkal, s az endogén ismeretelméleteket a nem materialista gondolkodásmódok közé sorolja-e. Néhol a szöveg ezt sugallja, tehát azt, ahogy a két gergeni tradíció jól megfeleltethető – szerinte – a filozófia alapkérdésében, az objektív valóság létezésével kapcsolatban kialakult álláspontoknak. Az, hogy létezik-e objektív valóság vagy sem, ez a megfontolás nem része az ismeretelméleti kérdésfelvetéseknek. Természetesen ez egy alapvetőbb kérdés, mint a megismerés természetének kérdése, ezért az érintett gondolkodók nyilván valahogyan állást foglalnak ebben. A kérdésre adott választól függően lesz valaki materialista vagy nem materialista, s lesz materialista vagy nem materialista konstruktivista, ha ilyen az ismeretelméleti elkötelezettsége. Mindkét modellben megfogalmazható, nagyjából ugyanúgy a konstruktivista ismeretelmélet, azzal a kiegészítéssel, hogy nincs objektív eszközünk annak eldöntésére, hogy a materiális világ tényleges létezésére vonatkozó modellünk helytálló vagy sem. Vagyis itt modellekről van szó, és semmi akadálya nincs annak, hogy valaki egy olyan világot építsen fel magának, amelyben létezik tőle független objektív valóság, amely hat az idegrendszerére, s ezzel kapcsolatba is kerül jelentős közvetítésen keresztül, vagy hogy valaki olyan világot építsen fel magában, amelyben ilyen materiális része nincs a világnak.

Gergen itt felveti, hogy az egyik valóság (objektív vagy szubjektív) egyedüli elfogadása helyett lehetne elfogadni mindkettőt, s így kialakítani exo- és endogén koncepciókat, de ez sem megoldás. Az exogén elméletek hívei nem tudják megmagyarázni, hogyan töltődik fel az „üres lap”. Ha az értelem valóban üres lenne, akkor képtelen lenne megkülönböztetéseket tenni, a tapasztalat valójában egy nagy zűrzavar lenne, s egyáltalán nem lenne értelmezhető, hogyan indul meg az a hosszú menetelés, amit az értelem fejlődése jelent. Ez a kritika reális, és jól ismert. De mivel szemben mondatik ki? Az olyan elképzelésekkel szemben, amelyek az értelmet egyértelműen és csakis a külső világ lenyomatának tartják, amelyek tehát a megismerő rendszert a környezet egyértelmű és kizárólagos hatásának kitett rendszernek tartják. Amennyiben nem ez a helyzet, tehát amennyiben az adott elmélet keretében valamilyen belső kölcsönhatások is szerepet játszanak a megismerő rendszer folyamataiban, akkor már ez a kritika nem él. Pl. szembe állíthatjuk vele azt a koncepciót, amelyet korábban már leírtunk, s amely azt mondja, hogy a genetikai anyag működése a születés előtt létrehozza az agysejtek egy sztohasztikus kapcsolatrendszerét, s ez a kapcsolatrendszer, mint (adaptív tartalom nélküli) „megelőző tudás” működik, s a cselekvés visszajelző körei segítségével kezd

belőle kiépülni egy egyre adaptívabbá váló érzékelési, információfeldolgozási és cselekvési rendszer. Itt szó sincs arról, hogy a rendszer fejlődésében csak a környezettel kialakított kölcsönhatások kapnának szerepet. De valójában az empirizmust sem tekinthetjük olyan filozófiának, amely csakis a külső hatásoknak megfelelően képzelné el az értelem működését, hiszen ha már kialakult valamilyen tudás, az már a legtöbb empirista felfogás szerint is szerepet játszik a további tudás kialakításában, csak az empirista koncepciók szerint alárendelt ez a szerep az objektívnek tartott tapasztalatok szerepével szemben.

A racionalizmus sem jár jobban Gergen leírásában. Ha elfogadjuk mind az objektív valóság, mind a szubjektum létezését, akkor a racionalizmus (Gergennél endogén gondolkodásmód) számára szükség van az a priori fogalmakra ahhoz, hogy a környezetünket értelmezni tudjuk. Gergen szerint azonban ez a rendszer merev, csak azok az a priori fogalmak használhatók, amelyek eleve adottak bennünk, ezek rendszere nem bővíthető (hiszen nem foghatunk fel valamit, ami túl van az a priori fogalmak körén). Így az endogén elméletek ormótlanná válnak, hiszen fel kell venni a kezdet leírására minden olyan fogalmat, amivel az ember csak bánik élete során. (i.m. 21. o.) Itt persze Gergen a racionalizmust támadja. Ha az endogén azt jelenti, hogy az értelem, mint rendszer elemeit csakis a belső folyamatok határozzák meg, akkor ez a kritika természetesen jogos. De ehhez tényleg azt az extrém álláspontot kell elfogadni, hogy az értelem egy lényegében zárt rendszer, amelynek formálódása csakis a belső folyamatok eredménye.

Így most már kezd egyre világosabbá válni, hogy Gergen az exogén és endogén koncepciók alatt mit ért. *A szélsőségesen, egyoldalúan csak a külső- ill. a belső környezet általi meghatározottságot.* Az elsőre talán John Stuart Mill gondolkodási rendszere lenne a példa, az utóbbira talán a racionalizmus. De hát már Arisztotelész sem azonosítható semelyik végllettel sem. Valójában erősen kétségesnek látszik, hogy van-e értelme ennek a megkülönböztetésnek.

De nézzük tovább Gergen érvelését! Következő problémája azzal kapcsolatos, hogy értelmezzük a másik értelmet (a másik ént, ahogy nálunk gyakran fogalmaznak, vagy a másik szubjektumot).

Ha megengedjük, hogy létezik másik értelem..., és hogy ezen értelem tartalmi szavakban és cselekvésekben fejeződnek ki, akkor hogyan azonosítjuk azokat a belső állapotokat, amelyeket ezek a szavak és cselekvések megkísérelnek kifejezni? (i.m. 21. o.)

Lehet, hogy túl egyszerű a szemléletünk, de nagyon nehéz átlátni, hogy mi ebben a probléma, ha nem feltételezzük, hogy ez a bizonyos „azonosítás” valamifajta objektív eredményt kell, hogy szolgáltatson. Én magam rendelkezem arról egy képpel, hogy a hozzám eljutó szavak, a látott cselekvések mit is jelentenek az én világról alkotott képemben. Ez persze nagyon bonyolult működés, sok minden használtatik fel benne (pl. az a kép is, amit a beszélőről, szándékairól, szavai szokásos jelentéseiről, a kontextusba helyezkedéséről kialakítottam), de az értelmezés azért végbemehet. A végeredmény bennem a világ reprezentációjának megváltozása, e változás részeként pedig a velem beszélőről kialakított kép most más, mint a kommunikáció előtt. Mindez a folyamat az én előzetes értelmezéseimtől függ. Arról kell pusztán lemondani, hogy valamifajta objektív értelmezés kialakítása lenne a cél. Ez persze a konstruktivizmus szemléletmódja. S a konstruktivizmus egyetérthet Gergen azon állításával is, hogy a kommunikáció nem értelmezhető egyfajta interszubjektivitásnak, pontosabban nem érthető meg (a szavak és cselekvések értelme nem deriválható) a „szerző”, a forrás belső állapotaiból.

Gergen azt mondja, hogy *a társadalomban megformált konvenciók segítségével adható meg csak a szavak és a cselekvések értelme.* A konstruktivizmus itt valóban mást mond.

Szerinte az értelem (a kommunikált jelek értelme) a szubjektumban jön létre, mert egyrészt a szubjektum birtokol olyan modelleket, amelyek „ráültethetők” a kommunikált jelekre, elővehetők az értelmezés mintázatai, s a „program” lefuttatható a közvetített jeleken, másrészt a kontextusról van egy képe a fogadónak, s ebbe a kontextusba bele tudja helyezni a program által biztosított értelmezéseket (a többes szám nagyon fontos lehet). Az értelmezés tehát a konstruktivizmus szemléletmódja szerint a fogadóban jön létre, persze az igaz, hogy ehhez kell a „nyersanyag”, a kommunikáló szövege vagy cselekvése, de ez mindaddig teljesen holt, amíg én, a fogadó kezelésbe nem veszem. Természetesen a konvencióknak van szerepe, s ez nagyon fontos is lehet. A gyermek, miközben felnő, a saját értelmezéseit bizonyos konvencióknak megfelelően konstruálja. Ez a megfelelés azonban objektíven nem ellenőrizhető, valójában a közösség komplex tevékenységrendszerében, nagyon bonyolultan méretődik meg az, hogy a kommunikációban szereplő jelek értelmezése kellően adaptív-e, kellően összehangolja-e a közösség tevékenységét, tehát a közösség szempontjából kellően adaptív-e. Konvenciókról csak ebben az értelemben beszélhetünk, s nem mondhatjuk azt, hogy a konvenciók valamilyen közös, objektív tudást jelentenek a közösség tagjaiban.

Ugyanígy problematikus – Gergen szerint – az az értelmezés is, hogy a szövegek a szerzőik értelmének produktumai lennének.

Ahogy azt a dekonstrukcionista teoretikusok gondolják, a szó értelmét nem határozzák meg a szerző mentális állapotai. Nem létezhetne kommunikáció, ha az emberek személyesen döntenének arról, mi a szavak értelme. (i.m. 22. o.)

Az értelmezés inkább a lingvisztikai kontextusban van. Ha én meg akarom érteni azt a szót, hogy heterológia (Gergen „találmánya”), akkor nem a közlő, a szerző mentális állapotait fogom tanulmányozni, hanem azt a nyelvi kontextust, amiben ez a szó szerepel. A regények és a versek értelme történeti eredetüktől függ.

A szövegek más szövegek mellé helyezve nyerik el értelmüket. Így az értelmezés nem „szerződeterminált”, hanem az intertextualitás (szövegköziség) eredménye. (i.m. 22. o.)

Mindez teljesen elfogadható lenne egy konstruktivista szemléletmódban is, ha Gergen nem sugallná azt, hogy az értelmezés teljesen a társadalmi „erőtérben” (vagy „társadalmi kognitív térben”) zajlik. Elemezzünk egy kicsit részletesebben! Az teljesen elfogadható, hogy semmilyen kommunikáció, a művészeti sem lehet az értelmezés valamifajta átplántálása. Valóban nem erről van szó. De kezdjük az elemzést a szöveg megalkotójával! Ő közölni akar valamit, akár az is lehet a helyzet, hogy a fejében egy objektivista ismeretelméleti felfogás uralkodik. De ha konstruktivista módon gondolkodik, akkor is az a szándéka, hogy a szövegének elolvasása valamilyen hatást váltson ki. Ez a hatás valamilyen (akár nagyon is elvont megjelenésű) cselekvés, egyetértés, felzárkózás, mozgósítás, elgondolkodás, stb. Ehhez a szerző felhasználja azt a tudását, modelljét, amit az emberi gondolkodásról, cselekvésről, sőt a társadalom összehangolt cselekvéséről, a szövegek hatásáról kialakított. Lehet, hogy nagyon egyszerű a gondolkodása, s azt hiszi, hogy amit ő leírt, azt az olvasói pontosan úgy fogják olvasni, ahogyan ő végiggondolta a dolgot. Ez ugyan – a konstruktivista modellben – jogosulatlan feltételezés, de ettől még lehet valakinek ez a felfogása.

Minden esetre elkészül a mű. Ez tartalmaz valóban konvencióknak megfelelő jellegzetességeket a kommunikációval kapcsolatban, ahogyan ezt már fentebb is jeleztük. Ezek a konvenciók személyes konstrukciók, amelyek valóban a társas érintkezés folyamataiban jöttek létre, s a mű elkészültét akár jelentősen is befolyásolhatják. Azt is készséggel el lehet ismerni, hogy valójában ezek a konvenciók teszik lehetővé, hogy a szöveg értelmezőiben olyan értelmezés konstruálódjék meg, amely valamilyen értelmű

összehangoltságot eredményez a társadalomban. Bár lehet, hogy itt az „összehangoltság” szó nem megfelelő, mert sok írás éppen hogy nem összehangol, hanem elválaszt (persze nem az írás, hanem a nyomában keletkező értelmezések következményei). A lényeg az, hogy a befogadókban születnek meg az értelmezések (ismét használva a konvencióknak is nevezhető, társadalmi együttműködésben, de egyénileg létrejött konstrukciókat). Itt sajnos Gergen nem mondja meg világosan, hogy mi a problémája az exo- és endogén koncepciókkal.

Próbáljuk meg az exogén gondolkodásmódnak megfelelően értelmezni a kommunikációt! Itt a közlő tudása valamilyen hű reprezentációja a valóságnak, amivel mások is rendelkezhetnek, így amikor a megfelelő nyelvi konvenciók alapján szöveget készít, akkor nagy valószínűséggel olyan objektum jön létre, amely képes kiváltani ugyanazokat a mentális állapotokat, mint amelyek a szerzőben megvoltak a szöveg megalkotásakor. Ezzel a fogadóban az az objektív reprezentáció alakul ki, mint a küldőben. Nem látunk lényeges különbséget Gergen értelmezése és ezen értelmezés között. Ebben a képben is a fogadó alakítja ki a szöveg értelmét. Csak mivel itt minden résztvevő, a szövegalkotó kognitív rendszere, a kommunikáció „anyaga”, a jelek egymásutánja, valamint a fogadó tudásrendszere is objektív a valósághoz való viszonyát tekintve, ezért az exogén gondolkodásmódban joggal mondják azt, hogy a szöveg értelmét a szöveg szerzője determinálja. Nem az a probléma tehát, hogy az értelmezés hol jön létre (mindkét esetben a fogadóban, Gergen felfogásában alapvetően a társadalmi konvencióknak megfelelően, az exogén ismeretelméleti képben viszont a közös, objektív tudásnak megfelelően), hanem az, hogy a folyamatot, az abban megnyilvánuló elemeket objektívnek tekintem vagy sem. Persze tudjuk, hogy a konstrukcionista elmélet sem tekinti a tudást objektívnek. De ez az itteni gergeni elemzésben nem kap hangsúlyt, elvész, s helyette az értelmezés alapja, helye kap fontosabb szerepet, márpedig e kérdéseket tekintve nincs különbség az objektivista és a nem objektivista elképzelések között.

Úgy látjuk tehát, hogy Gergen, vagy másképpen bizonyos konstrukcionista elképzelések megkísérelnek úgy határvonalat húzni létező ismeretelméleti koncepciók között, hogy a különböző oldalakra került filozófiák mást mondanak arról, hogy mi játssza a fő szerepet a tudás keletkezésében. Az exogén koncepciók – Gergen szerint – abszolutizálják a pszichikushoz képesti külső világot, az endogén koncepciók éppen a pszichikust abszolutizálják (ide tartozik a konstruktivizmus is ebben a leírásban), a konstrukcionizmus viszont egy harmadik út, mert a tudás keletkezésében a társas együttműködést, az emberi csoportfolyamatokat tartja döntőnek, s a tudást társadalmi konvenciókban látja megjeleníteni. Ezt az értelmezést a következő okokból láttuk problematikusnak.

- (1) Ha az endogén koncepciókat azonosítjuk azzal az elképzeléssel, hogy a tudás kialakulását kizárólag a belső struktúra határozza meg, s az exogén felfogások szerint pedig az értelmet csakis és kizárólag a pszichikushoz képesti külvilág hozza létre, akkor a legtöbb ismeretelméleti koncepciót (kivéve a legszélsőségesebbeket) kizártuk az elemzésből. Többek között magát a konstruktivizmust is, mert ez az ismeretelmélet az értelem fejlődését a belső struktúrák és a tapasztalatok összjátékának tekinti, ahol a tapasztalatok részben a valóság folyamataitól függenek.
- (2) Gergen megkerüli a legfőbb episztemológiai kérdést, az objektivitás kérdését. Ha a tudás értelmezésének helye a fő kérdés, akkor nehéz lesz különbséget találni ismeretelméleti felfogások között, hiszen minden episztemológia számára világos, hogy a tudást annak birtoklója értelmezi, s így többek között a kommunikáció eredményei is a fogadóban jelennek meg. Az az érdekes kérdés, hogy ez az eredmény objektíve azonos kell-e, hogy legyen az információk közlője objektívnek tartott tudásával, vagy e leírás helyett valami mást választunk. Ehhez képest másodlagos problémának tűnik, hogy milyen szerepet játszanak a társadalmi közmegegyezések az értelmezés kialakításában. Másodlagos, de rendkívül fontos

szerepet. Nem támadjuk a konstrukcionizmust, s nem vitatjuk, hogy az értelmezések kialakításában, a tudás megszerzése folyamatában a társas kapcsolatok szerepének paradigmatisztikus értelmezésére feltétlenül szükség van. Úgy véljük azonban, hogy előbb minden episztemológiának azt kell eldöntenie, hogy a tudást objektívnek, a valóság egyfajta tükröképének tartja-e, vagyis hogy magát az objektivistát vagy a nem objektivistát ismeretelméletek közé sorolja-e.

Mint látjuk – legalábbis saját értelmezésünk szerint – Kenneth Gergen az általa exo- és endogén koncepcióknak nevezett ismeretelméleti felfogásokat meglehetősen kuszában választja el egymástól, illetve saját, „harmadik utas” elképzelését, a konstrukcionizmust olyan, a kommunikációelméletre (a nyelv fontosságára) építő érveléssel interpretálja, ami sok ponton problematikus. A kérdés azonban kérdés marad: mi a szerepe a szociális hatásoknak a megismerés, szűkebben – és a pedagógiát jobban érdeklő módon – a tanulás folyamataiban?

Nincs olyan szakember, aki kétségbe vonná, hogy ez a szerep jelentős. Azzal is egyetértünk azonban a legtöbben, hogy a konstruktivizmus az egyénre koncentrált, valóban a pszichikum belső viszonyaival foglalkozik elsősorban, s részletes leírást semmiképpen nem ad arról, hogy a tanulás hogyan zajlik a szociális mezőben. Vajon ez azért van, mert a konstruktivizmus egy elégtelen elmélet? Vajon sülyesztőbe kell dobnunk, ha találunk majd olyan elméletet, modellt, amely a szociális erőteréről is számot ad? Ez az elmélet vajon a konstrukcionizmus lesz? (Bármilyen is az.) Szeretnénk ezekre a kérdésekre az általunk e könyv 2. fejezetében javasolt tudományelméleti modell keretében világos válaszokat adni.

A 2. fejezetben vázolt modell azt állította, hogy a tudományok rendszerekként leírható modelleket vizsgálunk, s igyekeztünk ott megadni ennek a rendszerleírásnak a részleteit. Ennek fényében vizsgáljuk meg a konstruktivizmus – konstrukcionizmus vitát. Látni fogjuk, hogy ha alkalmazzuk e két elméletre a fenti modellt, akkor két valóban értelmesen megkülönböztethető, s a saját területén, a saját feladatait tekintve nagyon hasznos modellt kapunk. Vagyis a vita nem válik a homouzion és a homoiuzion közötti terméketlen acsarkodássá, a két elmélet közötti viszony rendezhető.

Ha a tanulás folyamatát vizsgáljuk, vagy tágabban az emberi pszichikus működést, akkor mi is a vizsgált rendszer? Kiindulásként mondjuk azt, hogy ez a rendszer az emberi idegrendszer. Hogy ezt milyen elemekből felépülőnek gondoljuk (tudásrendszerek, pszichikus rendszerek, értékek, stb.), az már konkrét paradigmaválasztás kérdése. Maradjunk a konstruktivizmus felfogásánál, vagyis az emberi idegrendszert, vagy másképpen megismerő és cselekvő rendszert tudásrendszerek rendszerének tartjuk. A tudományos leírás következő lépése az elemek állapothalmazának megadása. Ez nem könnyű feladat, s hosszas kutatásokat igényel. Ez a feladat össze is keveredik a következővel, mert már akkor elkezdjük az elemek állapotfüggvényeinek megadását, amikor az állapothalmazokat még nem is ismerjük teljesen.

Az állapotfüggvények megadásánál kezdenek komoly problémáink felmerülni. A függvények megadása során számba kell vennünk a környezet hatását. Következetes leírást akkor tudunk adni, ha ez a hatás megfelel a 2. fejezetben elemzett első négy pont valamelyikének. Az emberi megismerő rendszer esetében azonban, ha kifejezetten pedagógiai folyamatokat akarunk vizsgálni, ez csak erős korlátozó feltételek kimondásával lehetséges. A nevelés körülményei között az emberi megismerő rendszer környezete úgy változik, hogy időben egymás után következő állapotai függnek magának a megismerő rendszernek az állapotaitól (a tevékenység részleteitől), valamint saját belső állapotaitól is (pl. a pedagógus tudása, a tanterv, stb.). A tanuló ember és tanító környezete (társai, tanítói, más felnőttek és kortársak, stb.) között intenzív, egymás állapotait jelentős mértékben változtató kölcsönhatások vannak. Vagyis a leírás során le kellene írunk magának a környezetnek az állapotváltozását is, vagyis úgy kellene tekinteni, mintha az is a rendszer egyik eleme lenne. Ez éppen az 5. eset (ld. 2. fejezet,o.).

Az emberi megismerő rendszer esetében jól elvégezhető ez a tágítás, s ez éppen a pedagógia kérdésfeltevéseire vezet. Ha az emberi megismerő rendszert állandó vagy előre adott változásokat produkáló környezetben vizsgálom, akkor a pszichológia kérdésfeltevéseire jutok. Ez egy értelmes vizsgálati terep, leegyszerűsítés, csak olyan folyamatokat vizsgálok, amelyekben nincs „tanítás”, illetve a tanításnak tekinthető környezetváltozások előre megadhatók (felsorolásunkban az első négy eset). Ekkor a megismerő rendszer változásait elsősorban a belső ágensek változása függvényeként vizsgálom. A rendszer persze nem zárt, de nincs „csatolás” a környezettel, vagyis a környezet bizonyos értelemben passzív, csak forrásokat jelent a megismerő rendszer számára (információforrások, tárgyak, cselekvési tér, stb.).

Még bizonyos pedagógiai vizsgálatokra is alkalmas ez a passzív környezetet feltételező modell. A nevelés történetében, annak szinte máig tartó periódusában valójában a tanulás folyamatát meghatározó külső tényezők passzívoknak voltak tekinthetők. A prelegáló, a tanulók igényeit figyelembe nem vevő pedagógus, a mereven alkalmazott tanterv, a tankönyv pontos követése valójában olyan pedagógiai hatásrendszereket jelentenek, amelyek elemzésére viszonylag jó hatékonysággal alkalmazható olyan modell, amelyben a környezet hatását a fenti ötből az első négynek megfelelően írhatjuk le. De még a viszonylag merev programokkal való számítógépes (programozott) oktatás hatásrendszere is elemezhető így.

Az emberi megismerő rendszert azonban vizsgálhatom nem ilyen passzív környezetben is. Úgy tűnik, hogy a pedagógiai rendszerek (a nevelés feladatára alakult, elsősorban tanulócsoporthoz tagjaiból, tanítóikból, szüleikből álló rendszerek) jelentős átalakuláson mennek keresztül, egyre fontosabbá válik a tanuló és a tanító közötti dinamikus interakció, a tanuló „állapotváltozásainak” értelmezésében tehát a fenti ötödik pontnak megfelelő helyzettel kell számolni. Így tehát a modern pedagógia kérdésfeltevése a következő: hogyan változnak a rendszerelemek a pedagógiai rendszerben, ha ez utóbbit a pedagógiai folyamatban résztvevő megismerő és cselekvő rendszerek rendszereként értelmezem? Kicsit érthetőbben: Elkülöníték bizonyos, a nevelés feladatára összehangozódott, emberekből álló rendszereket. Ilyen lehet a család, ilyen lehet egy tanulócsoporthoz, ilyen lehet egy iskola, ilyen lehet egy osztály tanulóiból, az őket tanítóikból és a családjáikból álló rendszer, stb. Ez az elkülönítés értelmes, mert csak nagyon kis egyszerűsítéseket kell tennem ahhoz, hogy az ilyen rendszerek környezetét lényegében állandónak, vagy forrásokat biztosító, és a rendszerleírásba elemként felvehető rendszerként értelmezsem. Vagyis tudományosan értelmesen vizsgálható modellt alkottam, hozzáláthatok a paradigma tartalmi kiépítéséhez.

Kicsit talán sarkosan fogalmazva: a konstruktivizmus pszichológiai, a konstrukcionizmus pedagógiai elmélet. A konstrukcionizmusnak nem része a konstruktivizmus, mert egy másik modellről van szó. Az egy másik kérdés, hogy a pedagógiai rendszereket vizsgálva alkalmazhatom a következő eljárást: Mivel itt is meg kell adnom a rendszerelemek állapotát és állapotfüggvényeiket, ezért a kérdést mindenképpen fel kell tenni, hogy milyen módon írható le egy elem (a rendszeren belül egy megismerő, cselekvő rendszer) állapota. Mit is jelent azonban ebben az esetben az állapot? Egy rendszer állapota egy adott időpillanatban csakis az elemeinek adott pillanatban meglévő állapotával adható meg, jelen esetben a vizsgált tanuló tudásrendszereinek állapotával. S ebben a pillanatban megvan a kapcsolat a két különböző elmélet között, ehhez a leíráshoz (tehát a magasabb szinten, a pedagógiában, konkrétan a konstrukcionista paradigmában a megismerő-cselekvő rendszerek állapotainak megadásában) szükségem van az alacsonyabb szinten kialakított modellre, elméletre, vagyis a konstruktivizmusra (ha azt választottam). Így a konstrukcionizmus „öröklí” az egyéni megismeréssel kapcsolatos konstruktivista tételeket, a konstruktivizmus következtetései, állításai mintegy beágyazódnak a konstrukcionizmus elméletébe, részévé válnak annak. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a konstrukcionizmus a konstruktivizmus

kiegészítése lenne, hiszen másról szólnak. A konstruktivizmus a megismerő-cselekvő egyén megismerő rendszerének leírását adja, a konstrukcionizmus a nevelés feladatára alakuló emberi csoportokét, mint rendszereket.

Hogy pontosabbak legyünk: a konstrukcionizmus valójában egy olyan elmélet, amely képes bármilyen konstruáló egyedeiből felépülő integráció (rendszer) elemzését adni. Így valójában egy szociológiai elméletről van szó. (Szó lehet kutatócsoportokról, együttes problémamegoldó csoportokról, akár egy egész társadalomról is, stb.) Természetesen a tudományos diszciplínákra és paradigmákra vonatkozó saját modellünk szerint felvetődhet, hogy esetleg a pedagógia a szociológia része. E kijelentés adaptivitásának értékeléséhez persze tudni kell, mi az a szociológia.

Alkossuk meg azt a modellt, hogy a szociológia a legáltalánosabban az emberekből álló csoportokat, tehát a társadalmi rendszereket vizsgálja. A pedagógiai rendszerek is ilyenek, vagyis a pedagógia is szociológia. A kialakított modell szerint ez szükségszerűen, logikusan van így, s az, hogy minden ízünkben berzenkedünk az ilyen kijelentések ellen, nem szabad, hogy falszifikálja magát a modellt. Bárki erre az álláspontra helyezkedhetne, de vizsgáljuk meg kicsit kritikusabban is a kérdést.

Felmerül pl. az a probléma, hogy a szociológia vizsgálati modelljének itteni meghatározása nem túl tág-e? Hiszen így minden társadalomtudomány (vagyis olyan tudomány, amely az emberekből álló, társadalmi rendszerekkel foglalkozik), a szociológia része lesz. Lehet, hogy túl tág ez a definíció, lehet gondolkodni máson is. Érdekes analógiát jelenthetnek a természettudományok. A fizika olyan modellekkel dolgozik, amelyekben az elemek meg vannak fosztva nagyon sok, egyébként nekik tulajdonítható jellegzetességüktől. A teljesen élettelen, s csak jelentős energia-befektetés árán megváltoztatható, deformálható testek vizsgálata során is jelentős egyszerűsítéseket hajt végre, kialakítja a deformálhatatlan, merev test modelljét, sőt még tovább egyszerűsít, s ezt a testet ponttá zsugorítja, hogy a mechanikai tömegpontot, s az ilyenekből felépülő rendszereket vizsgálhassa. Vagyis amit a fizika megállapít, az alkalmazható mindenféle testre, olyanokra is, amikből aztán a kémia, a biológia, a geológia, sőt a társadalomtudományok is majd másképpen csinálnak modellfelépítő elemeket. Ahogy az anyag szerveződési szintjein egyre feljebb jutunk, úgy ezek a modellek egyre kevésbé lesznek adaptívak, de ettől még részlegesen, bizonyos egyszerűbb következtetések kimondására használhatók. Pl. sportolók mozgásával kapcsolatban, bizonyos rövid időszakokban egész jó következtetések lehet levonni pusztán fizikai modellek alkalmazásával, ha eltekintünk attól, hogy maga a sportesemény egy társadalmi cselekvésrendszer, sajátos szabályokkal, konvenciókkal, szándékokkal, érzelmekkel, stb.

Lehet, hogy a szociológia a társadalomtudományok fizikája? A szociológia is (adott történeti állapotában) valamilyen rendszereket vizsgál, ezek valóban emberekből álló, társadalmi szerveződések, de mint ahogy a fizikát, ezt a tudományt is csak a jelentősen leegyszerűsített modellek érdeklik, illetve igyekszik persze – a fizikához hasonlóan – egyre összetettebb rendszermodelleket kialakítani. Mi is a természettudományok esetében két modell közötti kapcsolat? Pl. a kémia hogyan használja a molekulák, mint rendszerek leírása során a kvantummechanikát? Ez a kapcsolat teljesen homológ a konstrukcionizmus és a konstruktivizmus közötti kapcsolattal. A kémia a molekulák, mint rendszerek elemeinek leírására (és a közöttük lévő kapcsolatok leírására is) a kvantummechanikát használja abban az értelemben, hogy az általa vizsgált rendszer elemei állapothalmazának megadására a kvantummechanikai ismereteket alkalmazza. Ezzel nem válik az igazzá, hogy a kémia a kvantummechanika kiegészítése lenne. Inkább az tűnik megfelelő megfogalmazásnak, hogy amit a fizika általában megállapít a részecskék kölcsönhatásaival kapcsolatban, azt a kémia a saját speciális rendszerei (a molekulák) rendszerleírása során alkalmazza. A tudományok tehát akkor, amikor vizsgált rendszereik elemeinek állapothalmazát adják meg, továbbá amikor a

rendszerlemeikhez rendelhető állapotfüggvényeket írják le, nyugodtan fordulhatnak egy másik tudományhoz, amely a vizsgált rendszerlemek, mint alsóbb szintű rendszerek leírását végzik el.

Vajon a pedagógia és a szociológia között ilyen viszony van? Egyáltalán nem, hiszen a pedagógiai rendszerek elemei (az emberek bizonyos speciális, nevelési kapcsolatrendszerben) nem a szociológia által vizsgált rendszerek. A kémia és a fizika közötti kapcsolatnak a pedagógia és a pszichológia közötti kapcsolat felel meg, legalábbis ebben a leírásban. De azért azt a tényt nem felejtethetjük el, hogy a pedagógia tárgyát jelentő, speciális társadalmi részrendszerek pontosan olyan rendszerek, amilyeneket a szociológia vizsgál. Csakhogy a szociológia a saját modelljeibe nem építi be ezt a specialitást, hogy a rendszernek (a benne lévő emberek tevékenységének) van valamilyen sajátos tartalma. A szociológia modelljei bizonyos értelemben „szegényebbek”, mint a pedagógiáé, ami persze azt jelenti, hogy a szociológia sokkal általánosabb következtetésekhez tud jutni, mint a pedagógia, amely viszont mélyebb elemzést tesz lehetővé. Vagyis minden olyan tudomány, amely a szociológiával egy szinten van (vagyis szintén az emberekből, mint megismerő és cselekvő rendszerekből felépülő elemi rendszereket vizsgálja) valójában a szociológia egy konkretizálása.

A pszichológia – úgy tűnik – sokkal inkább azt a szerepet játssza a társadalomtudományok számára, mint a fizika a természettudományok számára. A fizika azoknak a rendszereknek a leírását adja, vagyis azon rendszerek elemeinek állapothalmazát, és egyszerű környezetekben megadható állapotváltozását írja le, amelyekből a többi természettudomány által vizsgált rendszerek felépülnek. A fizika megadja a részecskék állapotait és állapotváltozásait, hogy hogyan mozognak, megadja a különböző mezők (erőterek) állapotait és állapotváltozásait, vizsgálja a mezőkből és részecskékből fölépülő rendszerek állapotait és állapotváltozásait. Ezzel megadja a kémia, s részben a biológia, a geológia számára az e tudományokban vizsgált rendszerek elemeinek állapotait és egyszerű környezetekben való állapotváltozásait. Ezt a szerepet a társadalomtudományok számára valóban a pszichológia játssza (az „ember nevű rendszer” állapotainak, s egyszerű környezetben lezajló állapotváltozásainak – pl. a tanulásnak – a leírása). Azt mondhatjuk tehát, hogy a társadalomtudományok fizikája nem a szociológia, hanem a pszichológia. A pedagógia és a szociológia közötti viszony – ha már mindenáron analógiát keresünk a természettudományokkal – inkább az általános kémia és mondjuk a szerves kémia kapcsolatának felel meg. Az általános kémia olyan modelleket használ, amelyekben a rendszerek elemeinek állapothalmaza csak a lehető legáltalánosabb, nincs benne semmi specialitás. Az eredmények minden kémiai rendszerre alkalmazhatók. A szerves kémia modelljei specifikusabbak, s amit a klórgáz viselkedésére a klórgáz-modell vizsgálata alapján kimondunk, az nem vonatkoztatható más modellekre – még ha hasonlóságokat fel is fedezhetünk. Ugyanez a helyzet a szociológia és a pedagógia vonatkozásában is. A szociológia általánosan állít valamit az emberi csoportokról, modellje nem túl specifikus, igyekszik csak olyasmint beépíteni ebbe a modellbe, ami minden emberi csoportnak jellemzője lehet (maga a csoportfogalom, a csoportfejlődés menete, érdekek, csoportnyomás, stb.). A pedagógia (és ebben társai a szervezetszociológia, a közgazdaságtan, sőt a politológia és bizonyos értelemben még a történelemtudomány is) már nem akármilyen csoportokkal foglalkozik, hanem csak olyanokkal, amelyekben nevelési folyamatok zajlanak. Nem kell definiálni, hogy ez mit jelent, mert majd a rendszerleírás fogja komplex módon elvégezni ezt a meghatározást.

Nem könnyű tehát „rendet tenni” a diszciplínák között. A felvázolt modell adaptívnek tűnik, mert a diszciplínák közötti kapcsolatokat viszonylag jól meg tudjuk magyarázni, s ami fontosabb, az újonnan keletkező paradigmák diszciplínákhoz való rendelését könnyebben el tudjuk végezni, s ezzel a paradigmák közötti kapcsolatokat is rendezni tudjuk. Egy paradigma nem más, mint egy rendszerleírás. Abban az értelemben általános, hogy valójában az anyag

szerveződési szintjeinek bármelyikén lehet alkalmazni, legfeljebb hétköznapi, nem tudományos modelljeinket nem kellően elégíti ki, ebben az értelemben nem adaptív (pl. ha a molekulák rendszerére a konstrukcionizmus paradigmáját akarnánk alkalmazni). Az elején felvetett kérdésünkre is megszületett a válasz: a konstrukcionizmus és a konstruktivizmus két különböző paradigma, az elsőt a pedagógiai rendszerek, a másikat az egyedi megismerő rendszerek leírására lehet sikeresen alkalmazni, így az első a pedagógiához, a másik a pszichológiához tartozik. Egymáshoz való viszonyuk pedig az, hogy a konstrukcionizmus a saját rendszerleírásában alkalmazza a konstruktivizmus fejlődése során feltárt tételeket, azokat mintegy beépíti a rendszerébe.

Ezek után itt a kérdés, hogy mindez valóságosan hogyan történik? Milyen elmélet is ez a konstrukcionizmus? Ez nem más, mint a pedagógiai rendszerekben zajló megismerési folyamatoknak az elmélete. Két kérdést mindenképpen el kell különítenünk egymástól. Az első az, hogy milyen magyarázatokat tud adni ez az elmélet az egyénekben zajló megismerési folyamatokra? Azért alakítottuk ki ezt a modellt, mert a tanulók tanulási folyamataira vonatkozóan elégedetlenek voltunk a konstruktivista elmélettel, hiszen olyan modellben dolgozott, amiben csak egyszerű környezet állt rendelkezésre a tanuló számára. Ez nem hibája a konstruktivista elméletnek, nem valamifajta fogyatékosága, ez volt a vállalt feladata. Ha azonban a pedagógiai gyakorlat számára adaptívabb mondanivalóval akarunk szolgálni (persze amivel a konstruktivizmus szolgál, már az sem lebecsülendő), akkor fel kell bontanunk az egyszerű környezetet, ki kell lépünk az egyén és egyszerű környezete által alkotott rendszerből, s át kell térnünk egy magasabb szinten álló rendszer vizsgálatára. És itt alkalmazzuk a konstrukcionizmus paradigmáját.

A másik kérdés, amit az előzőtől el kell különítenünk, az magának az egész pedagógiai rendszernek a tanulási folyamatával kapcsolatos. Mint kellően bonyolult rendszer, ez is képes tanulásra, ha a tanulást egy rendszer tartós és adaptív megváltozásaként definiáljuk. Ez a tanulási folyamat egyrészt magába foglalja az elemeinek tanulási folyamatait (hiszen az egyes tanulók tanulási folyamatai következtében az egész rendszer változik meg tartósan és adaptív módon). Itt az elemek állapothalmazának átalakulásáról van szó. De a rendszer változhat azáltal is, hogy – az állapothalmazok megváltozásától nem függetlenül – megváltoznak az elemek közötti kapcsolatok, formális nyelvünk segítségével megfogalmazva: megváltozik tartós és adaptív módon az elemek állapotfüggvénye. Ez egy izgalmas, új kérdésfeltevés a pedagógiában. Ha hagyományosabb fogalmak segítségével akarjuk érzékeltetni, hogy a második kérdés vizsgálata mit is jelent, akkor azt mondhatjuk, hogy itt a közösségi szinten megkonstruált szabályokról, érdekkapcsolatokról, értékrendekről, magatartási szokásokról, a közösség együttes reagálásairól van szó.

Mindkét kérdésfeltevés a pedagógiáé, s ha a konstrukcionizmus paradigmáját választjuk, akkor a konstrukcionizmusé. Más lesz az, amit az egyén tanulásáról ez az elmélet állítani fog, mint amit a konstruktivizmus állít. Mert más a vizsgált folyamat. A két elmélet inkommenzurábilis, összemérhetetlen, mert másra vonatkoznak, más a tárgyuk, más modellt alkotnak a tanulóval kapcsolatban. A konstruktivizmus korlátozó feltételekkel, „nem tanító” folyamatok keretében, legalábbis nem aktív, nem a fenti 5. pontnak megfelelő környezetekben vizsgálja a tanulást, míg a konstrukcionizmus igen. A konstrukcionizmus azonban tehetetlen lenne a konstruktivizmus nélkül. Előbb meg kell értenünk a tanulás folyamatait az egyszerűbb környezetekben, hogy aztán áttérhessünk a bonyolultabb esetekre, s ott a saját modelljének kialakítása során a konstrukcionizmus felhasználhassa analógiaként mindazt, amit a konstruktivizmus alkotott.

6. A konstruktivista pedagógia alapjai

Könyvünk eddigi fejezeteiben előkészítettük mindazt, amit e fejezetben akarunk leírni. Itt kívánjuk felvázolni a konstruktivista pedagógia lényegét, támaszkodva mindarra, amit a tudományelméleti alapok, a kognitív pszichológiai háttér, a korábbi tanuláselképzelések és a konstruktivizmus, mint ismeretelmélet elemzésével kapcsolatban megállapítottunk.

6.1. A pedagógiai folyamat képe a konstruktivizmusban

Abból indulunk ki, hogy *a konstruktivizmus szerint a tudás nem egy közvetítődési folyamatban lesz a megismerő ember sajátja, hanem azt maga hozza létre, konstruálja*. Ha így tekintünk a tudásra, akkor a pedagógiai folyamatokat, s azon belül is elsősorban a tanítás-tanulás folyamatát nem tekinthetjük közvetítésnek, ismeretátadásnak.

A konstruktivizmus szerint a megismerés egy aktív, sőt konstruktív folyamat (innen a neve is), amelyben a megismerő ember nem csak egyszerűen elraktározza az ismeretet, hanem megalkotja azt magában. Ez a „tudásalkotás” *értelmezési folyamatokban* zajlik, vagyis a megismerő elme mindig azt teszi, hogy a rá záporozó információkat meglévő tudása segítségével feldolgozza, megkísérli az új információknak a már meglévők rendszerébe illesztését, vagy még pontosabban megkísérli az új információnak a meglévőkből való létrehozását.

Minden nagy gondolat végtelenül egyszerű. A konstruktivizmus alapgondolata is az. Meghökkenően egyszerű az a gondolat, hogy a meglévő ismereteink bázisán szerezzük meg az új tudást. Bárki mondhatja azt is, hogy ezt eddig is tudtuk, miért kell erre egy új elméletet felépíteni. Sok olyan ismeretünk van, amely ma még „elvegyül a többi között”, s csak a tudományos fejlődés egy adott pontján válik igazán fontossá, rendszeralkotó-, sőt egy tudásrendszer meghatározó tényezővé. Gondoljunk csak arra, hogy ha olyan jól tudtuk eddig is, hogy a tanulás a meglévő ismeretek bázisán zajlik, akkor hogyan gondolták oly sokan eddig kihagyhatónak a tanítás folyamatából annak figyelembevételét, hogy a gyerek milyen tartalmú előismeretekkel rendelkezik egy adott területen? Vajon miért gondolják azt sokan, hogy az előismeretek – különösen, ha nem iskolában szerzett előismeretekről van szó – károsak az elsajátítás folyamatában, jobb őket minél hamarabb elfelejteni? Vajon miért gondolják oly sokan, hogy létezhet előfeltételek nélküli megismerés, vagyis egy gyerek megismerheti induktív módon a világot, sőt ez a tanulás leghatékonyabb módja? Vajon miért hiszik oly sokan, hogy elég csak meggyőző kísérleteket, vagy megfelelő történelmi dokumentumokat bemutatni a gyerekeknek ahhoz, hogy szilárd ismeret alakuljon ki bennük? Ha konstruktivista módon gondolkodnánk, vagyis ha a tudáselsajátítást valóban a már meglévő tudás rendszere által irányított folyamatnak tartanánk, akkor mindezekről másképpen gondolkodnánk, s persze másképpen cselekednénk a tanórákon is. Azt kell tehát mondanunk: lehet, hogy a konstruktivizmus alapgondolata sokak számára triviálisan hangzik, azonban az egész gondolkodásmódunkban, a tanulásról alkotott felfogásunkban inkább ezzel a gondolattal ellentétes következtetéseket, hiedelmeket, felfogásokat birtoklunk.

A konstruktivizmus szerint tehát *minden gondolatunkat, minden lépésünket a már korábban megszerzett tudás rendszere irányítja*. Így szerzünk új ismereteket, sőt, egész gondolkodási struktúrák így alakulnak ki bennünk. Ez azt jelenti, hogy alapvető szerepük van

az elsajátítás során az *analógiáknak, a modelleknek, a hasonlóságoknak*. Amikor egy teljesen új tudásrendszert – mondjuk pl. a relativitáselméletet, a kvantummechanikát, a magyar nyelv szabályait, a II. világháború történetét sajátítjuk el, akkor is már meglévő ismereteinket mozgósítjuk, állandóan értelmezzük az új információkat, nemegyszer konfliktusokat kell átélnünk, s olyan struktúrákat használunk fel egy új tudásrendszer kiépítése során is, amelyek már korábban kialakultak bennünk. A folyamat sokszor észrevehetetlen, nem a tudatos, a nyelvileg is pontosan artikulált működések szférájában zajlik, ezért pl. konfliktusaink, a már meglévő struktúrák és az új ismeret összeütközései sem tudatosulnak kellően, s a folyamatnak rendkívül érdekes következményei lehetnek.

A konstruktív tanulásszemlélet nem hisz a tudás egyszerű akkumulálódásában, abban, hogy a tanuláshoz létezne induktív útja. A tanulás soha nem induktív, még ha sokszor annak is látszik. Pontosan azért, mert minden információfeldolgozás a befoglaló kognitív struktúrák mozgósítását jelenti, s minden új információ mintegy megméri a meglévő tudás mérlegén, ezért *a folyamat legalábbis bonyolultabb, mint az egyszerű induktív elsajátítás*, illetve inkább a *dedukció* jegyeit hordozza. Mindenfajta ismeretszerzés során, de hétköznapi cselekvéseink illetve problémamegoldásaink során is agyunk a folyamatokról, a világ jelenségeiről predikciókat, előrejelzéseket gyárt. Ezen előrejelzéseknek megfelelően cselekszünk, fogadjuk az új információkat és oldjuk meg problémáinkat. Figyeljük, hogy mennyire teljesülnek az előrejelzések, s módosítjuk azokat, ha a tapasztalatok erre késztetnek bennünket. Ez az „előrejelzés → cselekvés → visszajelzés → előrejelzés” körfolyamat cselekvéseink (ideértve most a gondolkodást is) szabályozását teszi lehetővé.

E folyamatban alapvető szerepet játszik az a „világmodell”, amely tudatunkban lehetővé teszi a predikciókat. A folyamatokat e világmodell, az abban helyet foglaló számos naiv vagy éppen tudományos elmélet segítségével előre lejátsszuk magunkban, mintegy „megnézzük” az eredményeket, s ezeknek megfelelően cselekszünk. A kiindulópont, a meghatározó mozzanat *a világról való tudás, a világnak a fejünkben létező modellje*. Ha mindez igaz – s nagyjából ez a modern kognitív tudományok szemlélete az emberi cselekvés, problémamegoldás és gondolkodás szabályozásával kapcsolatban –, akkor a folyamat semmiképpen nem induktív, kiindulópontja nem a tapasztalat, az empiria, hanem a bonyolult fejlődési folyamat közben a tudatban létrejött világmodell.

Szinte nincs olyan pedagógus – különösen kevés az olyan természettudományi tantárgyat tanító tanár – aki ne hinne fenntartás nélkül abban, hogy az ismereteket csakis a kísérletekkel, a mérésekkel, a megfigyelésekkel, a konkrét részismereteket elsajátítva, dokumentumok, versek, képzőművészeti alkotások minden előismeret nélküli bemutatásával kezdve lehet tanítani. Ma a legszélesebb érintett körben eretnek gondolatnak számít az, hogy nem ezen eljárások rendszere a tanítás alfája és omegája. A konstruktivizmus gondolkodásmódjában *az empirikus eljárások valóban megfosztatnak eredeti funkciójuktól, vagyis nem kiindulópontjai tovább az ismeretszerzésnek*. Gondoljunk bele: amikor a gyerek kísérletet végez, mér vagy megfigyel valamilyen jelenséget, vagy egy dokumentumot vizsgál, egy művet szemlél, akkor nem csupán ezt a tevékenységet végzi. Először is már maga a szándék elemzést igényel, vagyis fel kell tenni a kérdést, hogy miért is végezzük a vizsgálatot. Régen rossz, ha erre a válasz csak annyi, hogy „mert a tanító vagy a tanár ezt írta elő”. Kell, hogy legyenek – s ne gondoljuk az ellenkezőjét, mindig vannak is – magának a műveletnek a végrehajtásával kapcsolatban gondolatok a gyerek fejében, szándékok, célok, előzetes megfontolások, előrejelzések. Maga a feladat általában valamilyen összetettebb folyamat része. Jóllehet a tanár „eltitkolhatja” a folyamat egészét a gyerekek elől, de ezt egyrészt valószínűleg nem tudja száz százalékosan megtenni, másrészt pedig valószínűleg rosszul teszi – még a hagyományos pedagógiai gondolkodásmód szerint is.

Gondoljunk arra is, hogy minden vizsgálat, „rácsodálkozás”, kísérlet, megfigyelés, mérés *előzetes megfontolásokat* igényel már a tervezés, az összeállítás és a kivitelezés során

is. Igenis fogalmi rendszerek működnek, előzetes megfontolások fogalmazódnak meg bennem akkor, amikor pl. madarakat figyelek meg. Mire vagyok kíváncsi? Milyen részmozzanatokat fogok megfigyelni, s melyek a kevésbé érdekesek számomra? Hol végzem a megfigyelést? Milyen madarakat figyelek meg? Hogyan fogom lejegyezni az adatokat? Mindezekre a kérdésekre előzetesen válaszolunk, s amikor e válaszokat megfogalmazzuk, akkor már igenis elméletek, meggondolások működnek bennünk, még akkor is, ha ezek nem tudatosodnak.

A hagyományos pedagógiai, szakmódszertani szemlélet szerint a gyermeknek meg kell tanulnia megfigyelni. Vagyis itt a „megfigyelést” rendszerint egy általános képességnek tekintik, amelynek valamilyen elvont formában, a megfigyelt jelenségek konkrét világától függetlenül kellene léteznie a tudatunkban. Úgy tűnik azonban, hogy ez így hibás gondolkodás. A megfigyelés sikere nem elsősorban attól függ, hogy „úgy általában” mennyire vagyok képes végrehajtani ezt a műveletet, hanem attól, hogy *a megfigyelt jelenséggel kapcsolatban milyen előzetes feltevés, elméletem alakult ki*, s ennek következtében elsősorban mire figyelek, mit hagyok figyelmen kívül, milyen módszereket alkalmazok. Ahogy a modern tudományelméletek kidolgozói illetve a konstruktív tanulásszemlélet hívei is gyakran fogalmaznak, s ahogy már korábban mi is többször említettük: *nincs elméletfüggetlen, előzetes megfontolásoktól mentes empiria*. Ennek a gondolkodásmódnak messzemenő pedagógiai következményei vannak.

Foglaljuk össze, hogy a konstruktív tanulásszemlélet miben különbözik az általunk a 4. fejezetben tárgyalt, megelőző három paradigmától, illetve miben hasonlít azokhoz! Mindhárom megelőző paradigmára jellemző a tanulás objektivista szemléletmódja. Amint láttuk, a konstruktív tanulásszemlélet tagadja ilyen folyamatok létezését. A megelőző három tanulásparadigmában fokozatosan egyre fontosabbá vált maga a tanuló gyermek, a konstruktív tanulásszemlélet azonban mindegyiken túlmegy ezzel kapcsolatban, szinte végletesen a tanulóban zajló folyamatokra, a belső konstrukciók világára épít, s ebből a szempontból szinte *végletesen gyermekközpontú*. A konstruktív tanulásszemlélet elsősorban a reformpedagógiai elképzelésekhez viszonyítva *visszaadja az ismeretek becsületét*. A reformpedagógiai elképzelések az ismereteket a tudás másodlagos tényezőivé degradálták, az általános képességek fejlesztésének feladatát mindenek fölé emelték. A konstruktív tanulásszemlélet elfogadja a képességek fontosságát, azonban ismeretek és képességek (és minden más személyiségkomponens) között sokkal szorosabb kapcsolatot feltételez. Kiindulópontja ebben a kérdésben a modern kognitív pszichológia alapparadigmája, vagyis annak a feltételezése, hogy az emberi elme működése elsősorban információfeldolgozásként értelmezhető, s minden mentális képességünk e folyamat függvénye, értékmérője, tartalmának és minőségének meghatározója. Az ismeretek tehát fontosak, személyiségfejlődésünk, képességeink, attitűdjeink, szokásaink, érzelmeink, hiedelmeink, örömeink és félelmeink, egész magatartásunk alapjait jelentik.

Ez nem azonos azzal a gondolattal, hogy az emberi elmében holt ismereteket kell elraktározni. Az egész konstruktív gondolkodásmód szemben áll ezzel a következtetéssel. Élő, használható, gyakorlati és szép ismeretrendszerekre van szükségünk, olyanokra, amelyek magas szinten szerveződve képességekként jelenhetnek már meg, amelyek gazdag érzelmvilág kialakítását teszik lehetővé, amelyek sikeresen képesek irányítani cselekvéseinket.

A konstruktivizmus a tanulást alapvetően dinamikus folyamatként írja le, s ebben talán a legtöbbet *Piaget*-nak köszönheti. *Jean Piaget*-nak egyébként is sokat köszönhet a konstruktivizmus, tulajdonképpen már az indulását is, hiszen az episztemológiai bázis századunk e nagy (egyik legnagyobb) tudósa formálta meg. Magát a konstruktivizmus szót is ő használta először. Mindez akkor is így van, ha ma már sok szakember sok mindent nem fogad el abból, amit *Piaget* állított. *Piaget* egész elméleti rendszere többek között azért is szép, mert cáfolható, *Karl Popper* (1998) kifejezésével élve falszifikálható. S a cáfolatok, a

falszifikáció elsősorban *Piaget* azon tételeivel kapcsolatban vált rendkívül erőssé, amelyek a gyermek értelmi műveleteinek fejlődéséről, e fejlődés szakaszairól, az innatizmus tagadásáról (vagyis a velünk született kognitív képességek létének tagadásáról), valamint a mindenfajta tartalomtól független értelmi műveletek létéről szóltak. Ezt korábban, a kognitív pszichológia hatásrendszerének ismertetésénél már bemutattuk.

Ugyanakkor *Piaget*-nak az ismeretszerzés dinamikájával kapcsolatban kimondott elméleti tételei ma is érvényeseknek tekinthetők a modern konstruktivizmus keretei között. Bár már nem egészen azt a formalizmust, nem egészen ugyanazokat a fogalmakat használjuk, mint ő, de gondolatainak lényege az új formájú leírásokban is megjelenik. *Piaget* a gyermeki értelmi fejlődést olyan folyamatnak tartotta, amelyben a *tapasztalatnak* óriási jelentősége van. De nem az empirizmus által is vallott értelemben, tehát nem kiindulópontja a megismerésnek, hanem az *egyik ágens*, a külvilág által meghatározott tényező. A *másik ágens maga az információt fogadó és feldolgozó kognitív rendszer*, amely egyszerűbb elemek kapcsolataiban létező, az élő szervezetek összetettségéhez hasonló bonyolultságú képződmény.

Az ilyen rendkívül összetett, strukturált rendszerek tulajdonsága az egyensúlyra törekvés, de nem egyszerűen a zárt rendszerek egyszerű termodinamikai egyensúlya értelmében, hanem a nyílt rendszerekre jellemző, a strukturáltság építését jelentő értelemben. Ahogyan a földi bioszféra a rajta áthaladó energiaáram segítségével, mint nyílt rendszer létrehozza a földi élet egyre bonyolultabb formáit az entrópia csökkenésével, ugyanúgy elménk, mint nyílt rendszer válik egyre bonyolultabb szerveződéssé. Ami a bioszféra esetében az energia, az a tudat esetében a tapasztalat. Ahogyan a földi bioszféra sokszorosán átalakítja az energiát, ugyanúgy *elménk is megváltoztatja a kívülről származó információt, átalakítja, fogyaszthatóvá varázsolja, valójában létrehozza saját belső konstrukcióit*.

Piaget azokat a mechanizmusokat kereste, amelyekben az elme eredeti egyensúlya megbomlik, majd egy másik állapotban, egy többnyire magasabb szinten újra helyreáll az új ismeretek, a kívülről eredő befolyásolások hatására. Az elme számára kihívás minden őt érő hatás. Magyaránia kell, el kell helyeznie saját rendszerében, s ha lehet, tárolnia kell a hozzá tartozó információt. Ez lehet közvetlenül sikeres, ha nincs ellentmondás a feldolgozandó ismeret és a fogadó struktúra között, ezt nevezzük *asszimilációnak*, az új ismeret konfliktusok nélküli beépítésének. A tapasztalatok és a belső kognitív rendszer találkozása azonban lehet bonyolultabb, radikális változásokat eredményező folyamat, ha ellentmondás feszül az elsajátítandó, megmagyarázandó ismeret, jelenség, folyamat és a belső magyarázó struktúrák között. *Piaget* szerint ekkor bekövetkezik az *akkomodáció*, amelyben valójában a belső kognitív rendszer alakul át, alkalmazkodik a külső körülményekhez.

Piaget számára ez a két folyamat, s a következményükként bekövetkező egyensúly visszaállítás volt a megismerés lényegi folyamata. A *mai konstruktivizmus lényegében elfogadja ezt a képet*, azzal, hogy részletesebbé teszi. Egy lehetséges elemzés szerint a tanulás számára fontos folyamatok (a külvilágról megszülető tapasztalatok és a belső konstrukciók rendszerének találkozását jelentő folyamatok) hét típusba sorolhatók. Nem kell mást tennünk, mint feltenni a következő kérdéseket:

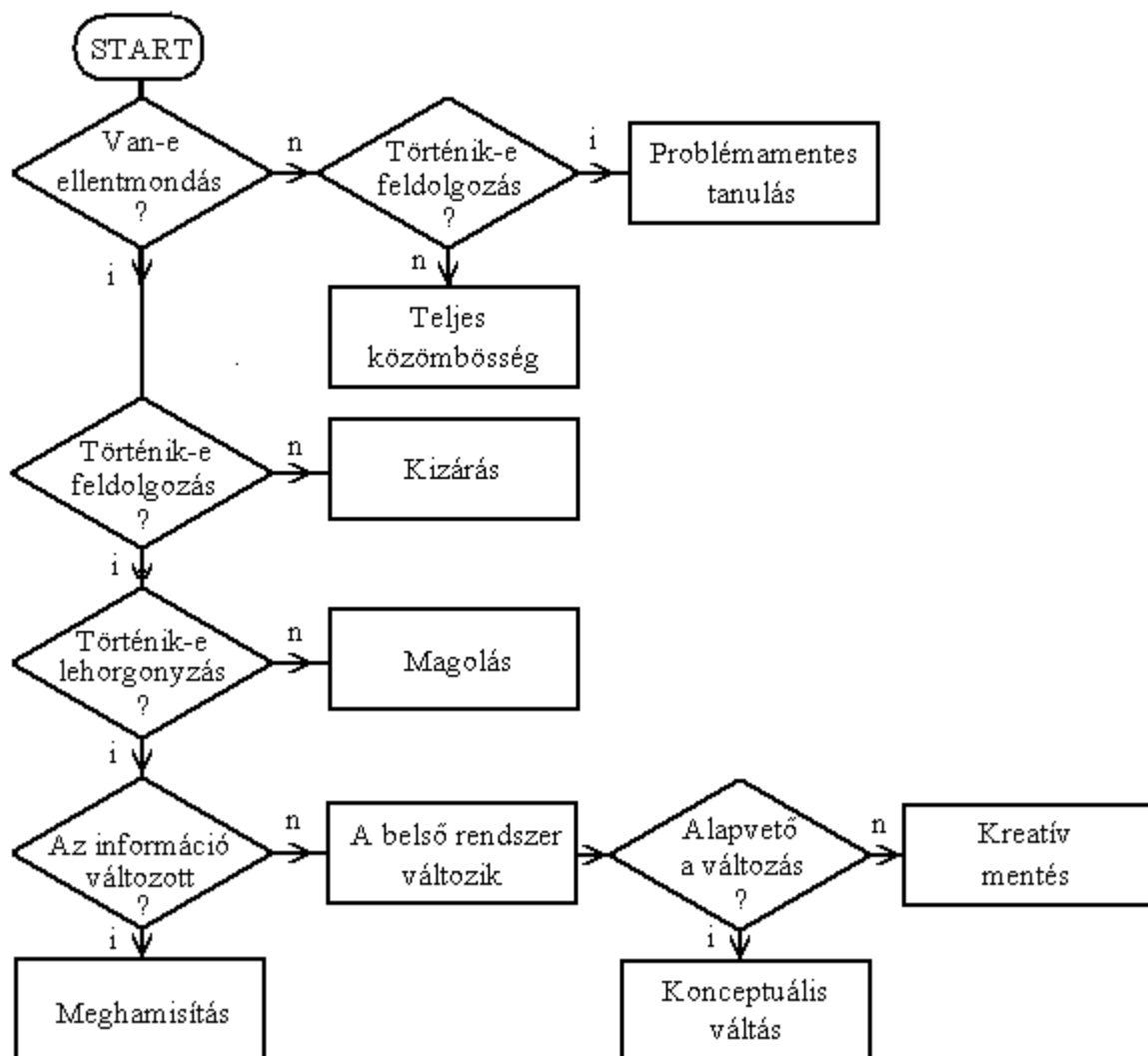
- ◆ Van-e ellentmondás az elsajátítandó, megértendő ismeret és a belső értelmező rendszer között?
- ◆ Mindkét esetben, tehát akár van ellentmondás az első kérdés szerint, akár nincs, meg kell kérdeznünk, hogy egyáltalán történik-e feldolgozás.
- ◆ Ha történik feldolgozás, akkor vajon sikerül-e az új ismeretet hozzákapcsolni a meglévő kognitív struktúrához, vagyis megtörténik-e a tudás lehorgonyozása?
- ◆ Ha ellentmondás van az új ismeret és a belső rendszer között, s mégis megtörtént a lehorgonyozás, akkor ez vajon minek a változásával történt? A tanuló meghamisította

vajon az információt, hogy össze tudja egyeztetni elképzeléseivel? Vagy más történt, esetleg a belső értelmező rendszer változott meg?

- ♦ Ha az utóbbi eset következett be, tehát a piaget-i akkomodáció jelenségével állunk szemben, akkor is meg kell kérdeznünk, hogy vajon lényegesen, érdemi módon, radikálisan átalakult-e a belső értelmező rendszer, vagy sem?

Ezek a kérdések lehetővé teszik, hogy egy rendkívül egyszerű *blokkdiagrammon* is bemutassuk, hogy miképpen lehet egy konkrét tanulási eseményről eldönteni, hogy az melyik típusba tartozik. Az ábrát először egy folyóirat-tanulmányban mutattuk be (Nahalka, 1997, 4. o.), érdemes itt újra felvázolni.

6.1. ábra: A tanulástípusok „blokkdiagramja”



Mit jelentenek az egyes kimenetek? Milyen eredményei lehetnek a tanulási folyamatnak? Ezt az egész elméleti elemzést azért mutatjuk be ilyen részletesen, mert rendkívül tanulságos,

hogy milyen következményei vannak annak, ha a tanulás különböző feltételek között valósul meg. Vegyük először azt az esetet, amikor *nincs ellentmondás az elsajátítandó ismeret és a belső értelmező rendszer között*. Még itt is meg kell különböztetni azt a két esetet, amelyek közül az egyikben *nem történik feldolgozás*, mert valami ezt megakadályozza (teljes érdektelenség, valamilyen külső hatás, a tanuló egyáltalán nem bízik abban, hogy meg tudja tanulni, stb.), s azt az esetet, amikor „*simán*”, *akadály nélkül végbemegy a rögzítés, az értelmezés, vagyis a tanulás*. Az előbbi eset nyilván nem is tanulás, az utóbbi pedig a lehető legszerencsésebb eset. Az előzőt hívhatjuk „TELJES KÖZÖMBÖSSÉG”-nek, az utóbbit pedig „PROBLÉMAMENTES TANULÁS”-nak. Ez utóbbi az a fajta tanulás, amit a legtöbb pedagógus ideálisnak, elérendő célnak tekint. Látjuk azonban, hogy ez csak akkor következik be, ha nincs ellentmondás a tanulnivaló és a belső értelmező rendszer között. Megmutatjuk, hogy nagyon sokszor nincs meg ez a jó összhang, tehát egyáltalán nem igaz még csak az sem, hogy a tanulási aktusok többsége ilyen lenne. A problémamentes elsajátítás önmagában még nem elég ahhoz, hogy az új ismeret erősen rögzüljön az adott kognitív struktúrához, s nagyon sokáig megmaradjon.

A konstruktivizmus itt szívesen fordul korábbi tanuláselméletekhez, így az *asszociációs pszichológia* mondanivalójához, hiszen már ez a tanuláselmélet is viszonylag jól leírta, hogy az erős, tartós tanuláshoz *ismétlésekre, használatra, gyakorlásra* van szükség. Ez továbbra is igaznak látszik, a tanulás hatására módosult idegi kapcsolatok valószínűleg a használat során válnak „tartósabbá”, illetve az új ismeret gazdag kapcsolatrendszerének kialakítása, vagyis több más ismeretelemhez való hozzákapcsolása is fontos szerepet játszhat az ismeret megtartásában. Ezek elemi összefüggések, valószínűleg még a laikusok előtt is jól ismertek. Nem szabad azt hinnünk azonban, hogy ezzel kimerítettük a tanulás jelenségvilágát.

Át kell tekintenünk azokat a típusokat, amelyek esetén *az elsajátítandó információ és a belső értelmező, feldolgozó rendszer, vagyis az érintett kognitív struktúra között ellentmondás feszül*. Itt is jó feltenni először azt a kérdést, hogy vajon *történik-e egyáltalán feldolgozás*? Előfordulhat, hogy nem történik, vagyis oly mértékben ellentmondott a megtanulandó ismeret a belső rendszernek, hogy a gyerek teljességgel képtelen volt az összeegyeztetésre, inkább kizárta magából az információt. Ezért adtuk a „KIZÁRÁS” nevet ennek a típusnak, ami ismét nem tanulás, hiszen a kognitív struktúra semmilyen változást nem szenved ebben az esetben. A kizárás valószínűleg jóval gyakoribb esemény az iskoláinkban, semmint azt gondoljuk. A gyerek „elereszt a füle mellett” a szavakat, vagy „egyik fülén be, a másikon ki”, szoktuk néha mondani, ilyen esetekben felmerülhet, hogy az értelmezhetőség súlyos nehézségei akadályozták meg a tanulást.

Tegyük fel azonban, hogy az ellentmondásos esetben *történik valamilyen feldolgozás*. Amennyiben a gyerek viszonylag jól látja, hogy értelmezni nem tudja meglévő belső elméletei segítségével az információt, vagy megkísérli ezt, de sikertelen marad a kísérlete, akkor dönthet úgy, hogy e nehézség ellenére is megtanulja a tananyagot abban a formában, ahogy azt tőle kéri. Megtanul egy szöveget például, vagy bemagol egy definíciót anélkül, hogy pontosan értené és elfogadná azt ami benne áll, esetleg megjegyzi egy feladatmegoldási algoritmus egyes lépéseit, hogy hasonló feladatok esetén majd az iskolában a felelés vagy a dolgoztatás során alkalmazhassa. Ez a tanulási forma a jól ismert „MAGOLÁS”. Az jellemzi tehát, hogy *történik ugyan rögzítés, de nem a mélyen birtokolt kognitív rendszer elemeihez kapcsolódik az információ, nincs lehorgonyzás, nem szervesen illeszkedik az új ismeret a meglévő rendszerébe*.

Ez a tanulástípus rendkívül fontos elemzésünk számára, mert úgy tűnik, hogy nagyon sok ismeretet pontosan ezen a módon sajátítunk el az iskolában. Sajnos a mai iskola számtalan esetben kényszeríti a gyerekek többségét ilyen típusú tanulásra. *Az iskola iskolás tudást formál*, olyat, amelyet a pedagógiai szituációkban, vagyis a pedagógus kérdésére adott válaszokban, az iskolai megmérésekben kell reprodukálni. A tudás a legtöbbször nem

gyakorlati alkalmazási szituációkban kerül elő, hanem pontosan abban az életszagtól megfosztott környezetben, amelyben a megtanulása történt. Az ilyen tudás a gyerekek fejében egy *másodlagos tudásréteget* alkot. Nincs a mély struktúrákhoz rögzítve, nem igazán a gyerek sajátja, könnyen a feledés martaléka lehet, nehezebb előkeresni, ha használni kell, azt sem könnyű megítélni, hogy adott konkrét szituációban alkalmazható-e egyáltalán, s ha igen, akkor hogyan. Az ismeretátadás pedagógiájával az lehet a baj, hogy éppen a lehorgonyzást nem képes elérni (ez a probléma nem feltétlenül jelentkezik, de ebben a pedagógiai környezetben nagyobb az esély rá).

Tegyük most fel, hogy *ellentmondásos a szituáció, van feldolgozás, sőt még a lehorgonyzás is megtörténik*. Ez csak úgy lehetséges, ha az egymásnak ellentmondó tartalmak közül az egyik megváltozott. Van olyan eset, amelyben *a közvetített információ alakul át*, vagyis a gyerek „meghamisítja” (persze nem tudatosan) az információt. Ezt a tanulási típust hívhatjuk „MEGHAMISÍTÁS”-nak. Minden pedagógus nagyon sok ilyen esetet láthatott már, csak valószínűleg nem gondolta, hogy erről lehet szó. Amikor gyerekek elég következetesen félreolvasnak vagy félrehallanak információkat, akkor gyakran előfordul, hogy a pedagógus látási vagy hallási problémákra kezd gyanakodni. Természetesen ez is lehet ok, de nagyon sokszor egyáltalán nem valamilyen szervi bajról van szó, hanem arról a mechanizmusról, amely logikusan vezet a látottak vagy a hallottak meghamisításához. Miközben szövegeket hallgatunk vagy olvasunk, eközben a szöveg tartalmával kapcsolatban bizonyos előfeltételezésekkel élünk. Szinte várjuk, hogy az következze be, amire öntudatlanul előre gondoltunk. Lehet azonban, hogy nem jól jeleztük előre a szöveget, az előkép azonban erősebb, az a kognitív struktúra a meghatározó, ami a fejünkben már kialakult, s ilyenkor a szöveget igazítjuk az elképzeléseinkhez. Nagyon sok esetben ez lehet a félrehallás, a félreolvasás mögött.

Számtalanszor tapasztalhatjuk továbbá, hogy a gyerekek egy vizsgálatban, kísérletben, mérésben nem azt látják, amit mi, nem azt olvassák le egy műszerről, amit az mutat. Más gondolnak ugyanis az elemzett folyamatról, szerintük „másnak kellene kijönni”, ezért öntudatlanul is megváltoztatják magát az érzékletet. Ha különböző tömegű golyókat ugyanolyan magasról ejtünk le, s azok jól láthatóan egyszerre érnek a padlóra, a legtöbb gyerek akkor is azt mondja, hogy ő látta, hogy a nehezebb ért le hamarabb. Még akkor is ezt mondják, ha nem nézniük kell a jelenséget, hanem a koppanásokat kell hallgatniuk (kettőt hallanak egy helyett), sőt, még akkor is ezt mondják, ha a kísérletező pedagógus „becsapja őket”, s csak az egyik tárgyat ejti le. Ez a példa élesen világít rá a jelenség okára: *elméletek élnek bennünk, amelyekkel magyarázzuk a világ dolgait, s nem fordítva, nem igaz az, hogy az empirikus tapasztalatok alapján építjük fel elméleteinket*. Jelen esetben egy nagyon mély meggyőződésünkről, az arisztotelészi fizikának megfelelő naiv elméletről van szó, vagyis arról, hogy a nagyobb erő nagyobb állandó sebességet hoz létre, ezért a nehezebb test gyorsabban mozog a gravitációs mezőben. Egyáltalán nem biztos, hogy a gyerek fejében ilyen fogalmak segítségével, precíz nyelvi formában születik meg a leírás, de feltétlenül hat a naiv elmélet.

Elméleteink irányítják a megfigyeléseinket, ez részben azt jelenti, hogy szelektálunk a látott, hallott, vagy más utakon közelünkbe jutott információk között, de jelentheti azt is, hogy megváltoztatjuk az információt. A megváltoztatott információ már rögzíthető, akár nagyon mély elsajátítás tárgya is lehet, hiszen megszűnt az ellentmondás. Biztosan jól látszik, hogy milyen pedagógiai veszélyeket rejt ez a jelenség. Ha egy tanulási folyamatban a pedagógus nem veszi figyelembe ezt a lehetőséget, s úgy biztosít empirikus tapasztalatokat a gyerekek számára, hogy nem törődik az értelmező keretekkel, tehát azzal, hogy mindazt, amit ő prezentál hogyan illeszti meglévő ismereteikhez a gyerekek, akkor nagyon esetlegessé válik, hogy milyen folyamatok zajlanak le a gyerekek kis világában. Könnyen előfordulhat a meghamisítás, aminek nem csak az az eredménye, hogy a gyerek egy „valóság-hű” prezentáció

ellenére is az elsajátítandó információ ellentétét tanulta meg, hanem az is következik mindebből, hogy *megegyesedik benne nagy valószínűséggel egy olyan struktúra, amit éppen felbontani, mással helyettesíteni kellene*. Ezért (is) rendkívül veszélyes az induktív-empirikus megismerésfelfogás gyakorlati pedagógiai követése (most is hozzátesszük: a konstruktivizmus látásmódja szerint).

Lépjünk tovább! A másik lehetőség arra, hogy az *ellentmondásos esetben* mégis legyen *lehorgonyzás* az, hogy nem az információ, hanem *a belső értelmező rendszer változik meg*. Már nagyon közel vagyunk a legérdekesebb és egyben legnagyobb változást jelentő tanulási típushoz, azonban még egy kis kitérőt kell tennünk. Lehetséges ugyanis, hogy valóban megváltozik a belső értelmező rendszer, de *nem érdemi módon*, valójában nem jön létre egy olyan struktúra, amely már az ellentmondás teljes eliminálásával lenne képes magába foglalni az új információt, hanem csak egy látszatz megoldás születik. A belső struktúra ebben az esetben éppen csak annyit változik, hogy az új ismeret formálisan befogadható legyen. Nagyon kényes egyeztetések jönnek itt létre, illetve rendkívül *kreatív megoldásokat* találhatnak a gyerekek. Éppen ezért neveztük el ezt a tanulástípust „KREATÍV MENTÉS”-nek. A gyerek kitalálhatja pl. (*Rosalind Driver* le is írt egy ilyen esetet, egy következő fejezetben is írunk még róla), hogy a testekre ható erő nem folytonosan, hanem kis lökésekkel hat, olyan rövid időközökben, hogy ember nem képes megfigyelni az effektust. Minden kis lökés során nagyobb sebességet szerez a test, de két lökés között „úgy ahogy annak lennie kell” lassul. A végeredmény a lökések miatt mégis a sebesség növekedése. Ez egy zseniális kitaláció, nagyszerű elmélet! Az arisztotelészi típusú gondolkodásmód feladása nélkül képes magyarázni azt a tanár által tanított tényt, hogy nem igaz az az állítás, hogy a testek erő hatására állandó, az erő nagyságától függő sebességgel mozognak (ez lenne a következetes arisztotelészi magyarázat), hanem az a megfelelőbb álláspont *Newton* tanításának megfelelően, hogy egyre gyorsabban, egyre nagyobb sebességgel mozognak (*Driver, 1988*).

Kreatív mentés az, ha a gyerekek a lapos Föld képe kiegészítéseként kitalálnak egy új Föld nevű bolygót, amely a világűrben lebeg, gömb alakú, s nem élnek rajta emberek. Az alapvető lapos földképet sikerült megtartani, a kognitív struktúra lényege nem változott, de sikerült magyarázhatóvá tenni azt a nagyon sokszor hallott információt, hogy a Föld gömbölyű (a Föld alakjával kapcsolatos gyermeki értelmezések kérdésére még visszatérünk a következő fejezetben, ott részletesebben is bemutatjuk majd ezt az érdekes képet).

Az ilyen kiegészítések, kicsi változtatások rendkívül kreatív teljesítményt jelenthetnek, azt mutatják, hogy a gyerekek naiv elképzeléseket mentő találékonysága nagy. Megint a tanítás felelősségére kell felhívni a figyelmet. Ha magyarázunk valamit, ha úgy gondoljuk, hogy a szavainkra, szemléltetésünkre nyitott agyak minden nehézség nélkül befogadják az új információkat, akkor jelentős mértékben csalódhatunk az eredményben, a kreatív mentés egy újabb „zsákutcás kivédési lehetősége” jó szándékú ismeretközvetítő pedagógiánk hatásainak. Talán a példák, illetve a tanulási típusok sorolása valamit már megmutatott abból, milyen rendkívüli fontossága van annak, hogy legalább közelítőleg legyen képünk (konstrukciónk) arról, ami a gyerekek fejében ténylegesen játszódik.

Végül elérkeztünk az utolsó, a legnagyobb változást jelentő tanulási formához. Neve „KONCEPTUÁLIS VÁLTÁS”, s azt jelenti, hogy *az információ és a belső rendszer ellentmondása a belső rendszer radikális átalakulásához vezet*. Valami új struktúrát fogad el a gyerek, valamilyen új magyarázó rendszert, valamilyen új elméletet, hogy aztán a következőkben ezzel magyarázza a világ jelenségeit. Konceptuális váltás (angol nyelvű megnevezése: conceptual change), amikor a csecsemő a hozzá legközelebb állókat arcukról ismeri fel, s nem pusztán az élőlények azonosítására szolgáló sémáját használja. Konceptuális váltás, amikor a gyermek már az életjelenségeket mutató „dolgozat” tekinteti élőknak, s nem az önmozgással rendelkezőket. Konceptuális váltás az arisztotelészi fizikai magyarázatok

feladása, s helyettük a newtoni elemzési sémák alkalmazása. Konceptuális váltás az élő rendszereknek, köztük az ökológiai szisztémáknak is ténylegesen rendszerekként, s nem pusztán valamilyen elemek kapcsolatok nélküli halmazaként történő felfogása. Konceptuális váltás annak megértése, hogy a földi bioszférának története van. Konceptuális váltás annak az elfogadása, hogy a környezeti problémák megoldása elsősorban bonyolult érdekmechanizmusok megváltoztatását igényli, s nem elég egyszerűen szólni a környezetszennyezőknek, hogy hagyják abba. Konceptuális váltás az, ha a gyermek elfogadja, hogy nem csak autokratikus emberi kapcsolatok létezhetnek, s megtanulja, hogyan „mozogjon” demokratikus jellegű társas viszonyok keretei között. Konceptuális váltás, ha egy gyermek megtanulja, hogy az irodalmi művek nem pusztán azért vannak, hogy az iskolában tanuljunk róluk (rosszabb esetben: azért, hogy legyen mivel bosszantani a diákokat). Mindezekben az esetekben *nem pusztán egy ismeret elsajátításáról van szó, hanem gyötrelmes, nagyon nehéz átalakulásról, új elemzési sémák elfogadásáról, súlyos döntésekről.*

Hogy a konceptuális váltások hogyan mennek végbe, arról ma még elég bizonytalan a tudásunk. Tudjuk, hogy *súlyos feltételei vannak:*

- (1) Elégedetlennel kell lenni a meglévő magyarázó rendszerrel, vagyis általában sok olyan esetet kell ismerni, amelyben nem vagy nem jól alkalmazható.
- (2) Birtokolni kell már az új magyarázó sémát is, megértve, de egyelőre nem elfogadva.
- (3) Kell, hogy ez az új magyarázó séma jól láthatóan ne legyen rosszabb a réginél, vagyis amit az tudott magyarázni, azt ez is tudja.
- (4) Azoknak a jelenségeknek a magyarázatában sikeresnek kell lennie az új rendszernek, amely jelenségek a régi rendszer problémáit okozták.
- (5) Ígéretesnek kell lennie az új rendszernek, vagyis azt a reményt kell keltenie, hogy segítségével sok újabb problémát is meg lehet oldani.
- (6) Nehéz leírni az általunk említendő utolsó követelményt: bizonyos értelemben elegánsabbnak kell lennie az új elméletnek, vagy legalábbis nem lehet „slamposabb” a réginél. Ez jelenthet egyszerűséget, jelenthet jobb formalizálhatóságot, jelenthet jól láthatóan nagyobb magyarázó erőt, jelenthet kevesebb előfeltételezést, esetleg formalizáltabb rendszerekben kevesebb axiómát, stb.

Ez a felsorolás kicsit túlzó, az új tudományos elméletek sem mindig teljesítik ezeket az elvárásokat pontról pontra. Pl. már említettük, hogy a kopernikuszi rendszer kisebb magyarázó erővel rendelkezett, mint az az elmélet, amit felváltott, vagyis a ptolemaioszi világmagyarázat.

Tudjuk jól, vagy legalábbis akik „hisznek Thomas Kuhnnek”, azok erősen vallják, hogy a tudományban a konceptuális váltások, vagyis a nagy tudományos forradalmak társadalmi, szociológiai jelenségekként írhatók le (Kuhn, 1984/1962). A *tudós közösség* fogad el – általában nem túl könnyen – egy új paradigmát, gondolkodásmódot, s ebben nem a logikai megfontolások játsszák a fő szerepet, hanem a *tudós társadalom belső viszonyai*. Valami hasonló mondható a gyerekekben lejátszódó konceptuális váltásokról is: *végbemenetelük jelentősen függ annak a szociális közegnek a viselkedésétől, amely szociális közegben a gyermek tanul.* Erős hatások érhetik a gyermeket egy új gondolkodási séma elfogadására a társaktól, a referenciaszemélyektől. A jelenséget a szociológusok, szociálpszichológusok jól ismerik, *társas befolyásolásnak* nevezik. Bennünket, pedagógusokat arra figyelmeztet mindez, hogy a tanulás érdekében maximálisan fel kell használnunk a csoportokon belüli viszonyok nyújtotta lehetőségeket, ezeket a viszonyokat nekünk formálnunk kell. Ez is aláhúzza a kollektív elsajátítási formák, eljárások fontosságát.

A konceptuális váltások végbemenetelében valószínűleg nagyon fontos szerepet játszanak az *analógiák*, a *modellek*. Erre is szolgáltat sok példát a tudomány fejlődése, hiszen pl. az elektrodinamika elméletének létrehozásában *Maxwell* számára, a kvantummechanika alapegyenletének felállításában pedig *Schrödinger* számára játszott nagyon fontos szerepet az, amit az áramló folyadékokról tudtak. Valószínűleg nagyon fontos gondolkodási kiindulópont volt *Dalton* számára, hogy az atomokat kis golyókként képzelte el, s gondoljunk bele, milyen megtermékenyítő hipotézis a *Gaia elképzelés*, amely a földi bioszférát egy élőlényként próbálja meg értelmezni. Egy adott területen formálhatunk úgy új gondolkodási szisztémákat, hogy a mintákat más területekről vesszük. Ez néha a matematikai leírás szintjéig is elmehet, ilyenkor *keresztterképezésről* beszélünk. Ekkor létrehozuk az adott probléma matematikai modelljét, a matematika keretein belül oldjuk meg a problémát, ott, ahol speciális, gondolkodásunkat fékező akadályokkal nem kell számolnunk, aztán az eredményeket visszafordítjuk az eredeti terület nyelvére. Ez is a konceptuális váltás egyik lehetséges útja, s a gyerekek tanulása esetén is járható. Pl. ilyen lehet a newtoni dinamikai elmélet elsajátítása, ami kezdetben esetleg csak egy matematikai formalizmus a gyerek számára, s csak később töltődik meg fizikai tartalommal, s váltja fel az arisztotelészi értelmezési sémát.

Ez utóbbi példa egyébként arra is figyelmeztet, hogy *a konceptuális váltások során nagy valószínűséggel nem cseréljük ki a régi rendszert az újra*, nem veszik el a régi, a későbbiekben még sor kerülhet a meghaladott kognitív rendszer alkalmazására is, pl. nehezebb feladatok megoldása során, vagy akár úgy is, hogy újra uralkodóvá válik a régi elgondolásrendszer. Ez utóbbi jelenség fenyeget minden olyan esetben, ha a gyerekek nem elég mélyen sajátítják el az új sémát, ha csak pedagógiai szituációkban kell használniuk azt. Ekkor ugyan nem következik be konceptuális váltás, a korábban tárgyalt magolósos esetről van szó, a látszat azonban az lehet, hogy a gyerekek elsajátították az új gondolkodásmódot. Hiszen képesek visszaadni verbálisan az új ismeretet, típusproblémákat képesek megoldani, vagyis minden rendben levőnek látszik. A magolással akár viszonylag jelentős mértékben használható tudás is kialakulhat, legalábbis a felszínesebb, algoritmikusan leírható problémákra való alkalmazás tekintetében. Még sajátos struktúrája is lehet ennek a második rétegben elhelyezkedő tudásnak, s ezért is tűnhet úgy, hogy konceptuális váltás következett be. Mivel azonban az ilyen tudásnak nincsenek gyökerei a mély tudásrétegekben, ezért könnyebben elveszítjük a későbbiekben. S ha nem kell használni, akkor valóban a háttérbe szorulhat. Egy környezeti nevelési továbbképzésen résztvevő pedagógusok vizsgálata mutatta be élesen ezt a problémát, amely vizsgálat során kiderült, hogy a mozgások értelmezése, de akár a Föld alakjára vonatkozó elképzelés esetén is előkerülnek olyan elemzési sémák, amelyeket az általános- és középiskolai képzésnek, sőt, az egyetemi és főiskolai képzésnek felül kellett volna írni (a részleteket a következő fejezetben bemutatjuk).

Az általunk felállított, s a fentiekben elemzett modell hét tanulási formát ír le. Ezek közül kettő valójában nem is jelent tanulást, csak a rendszer teljessége érdekében szerepel. Két eset van, amelyekben a megkonstruálandó ismeret és a már birtokolt szerkezet nincs ellentmondásban egymással. S csak két olyan tanulástípus van, amelyek pozitívnak tekinthetők abban az értelemben, hogy általuk a tanuló ember valóban úgy alakítja át tudásrendszerét, hogy az az iskolán kívüli világ jelenségei, folyamatai (s nem csak a pedagógiai megmérések) szempontjából lesz adaptív.

Az ilyen modellek arra használhatók, hogy tanulási jelenségeket (sikereket és kudarokat, furcsa, korábbi elképzelésekkel megmagyarázhatatlan eseményeket) megmagyarázzunk, megértsünk, s ezzel a kezelésük módszereit is könnyebben megtalálhassuk. Az ilyen vizsgálatok fényében egészen más megvilágításba kerülnek a *tanulási nehézségek*. Nagyon sokszor keresünk az ilyen problémák mögött részképesség-zavarokat, speciális, pszichikai jellemzőkkel összefüggő hiányosságokat, elégtelen fejlődést, vagy éppen a szociális környezet zavaró hatását. Elismerjük ugyan, hogy mindezek okai lehetnek tanulási problémák

kialakulásának, azonban egyrészt nem mindig találunk ilyen okokat, másrészt ilyen tényezők fennállása esetén sem kellene feltétlenül kialakulnia a problematikus szituációknak. Nagyon gyakran a tanulási problémák mögött „egyszerűen” a sajátos gyermeki tudásrendszerek hatását kell megtalálnunk, azt, hogy a megtanulandókat a gyermek képtelen lehorgonyozni meglévő tudásrendszereihez, mert e kölcsönható tényezők között alapvető ellentmondások feszülnek, nem ment végbe valamilyen konceptuális váltás, ami a tanuláshoz megfelelő alapot jelentő fogalmi rendszereket produkált volna. Durva pedagógiai hiba – különösen kisebb gyerekeknél – a tanulással, iskolával, pedagógussal szembeni negatív attitűdöket hibáztatni a jelenség miatt, nem azért, mert ilyenek nem létezhetnek, hanem mert általában következményekről és nem okokról van szó az ilyen esetekben. Fontos feladat tehát, hogy a nagyon nehezen tanuló gyerekek esetén keressük az okokat elsősorban a meglévő konceptuális rendszerek fejletlenségében, beleértve ebbe természetesen a metakognitív tudás, mint egyik nagyon fontos tudásrendszer fejletlenségét is. Az ilyen problémák esetén a nehézségeket bizonyos általános képességek (tanulás, problémamegoldás, emlékezet, általános gondolkodási képességek) fejletlenségével magyarázni – a konstruktivizmus szerint – egyet jelent azzal, hogy feladjuk a problémák kezelésének egyetlen esélyét, a releváns tudásrendszerek diagnózisára épülő, az értelmes tanulás feltételrendszerét biztosító, tudásterület-specifikus módon operáló fejlesztés lehetőségét.

Hiba lenne azonban a fenti ábrához kapcsolódó modellt túlértékelni. Legyünk hűek önmagunkhoz! Ha a tanulást egy rendszer adaptív, tartós megváltozásának tekintjük, akkor amennyiben a külvilággal való kapcsolat során módosulnak tartós és adaptív módon a tudásrendszerek közötti kapcsolatok, vagy csak egészen egyszerűen az agysejtek működési mintázatai, akkor azt tanulásnak kell tekintenünk, mert egyszerűen teljesíti a definícióban leírt követelményeket. Erős lehet a gyanúnk, hogy számos attitűdváltozás, érzelmek finom módosulása, egyes tudásrendszerekben bizonyos, a tanulási téma szempontjából nem is releváns tudáselemek megerősödése vagy gyengülése is tanulásnak tekinthetők, s ennyiben nem sorolhatók be a merev folyamatára 7 tanulástípusának egyikébe sem. Ezért nem szabad túlértékelni a jelentőségét. Lehet, hogy kizárás van az ismeret elsajátítása szempontjából, de a belső rendszer akkor is módosulhat, vagyis mégiscsak van tanulás. Ellenérzéseink keletkeznek (esetleg korábbiak növekszenek) a témát illetően, legközelebb már menekülünk tőle, határozott ellenszenv alakul ki bennünk. Attitűdváltozás következik be, miközben egyáltalán nem történt információfeldolgozás és tárolás. A 7 tanulásformára vonatkozó levezetés tehát csak arra vonatkozik, hogy mi történik a tanulási folyamatban az ismeretelsajátítás szempontjából, s a végeredmény felől közelítve milyen típusokat tudunk kialakítani.

A pedagógiai folyamatot azonban nem csak az egyénben lezajló tanulási jelenségek szempontjából vizsgálhatjuk. Már eddigi elemzéseinkben is több ponton kiderült, hogy a tanulási folyamatok társas jellege alapvető jelentőséggel bír. A tudományfilozófiában, pontosabban Kuhn elképzelésében az új paradigmák elfogadása döntően a tudományos közösség belső, szociológiai és szociálpszichológiai eszközökkel vizsgálható folyamatain múlik. A tudás adaptivitása elsősorban a társas közegben méretődik meg. A konstruktivizmus elméletrendszerének fejlődésében szinte új fejezetet jelentett éppen a közelmúltban a szociális konstruktivizmus vagy konstrukcionizmus elméletének megjelenése.

A tanulás társas mezőben, felnőttek „asszisztálásával”, tanítói környezetben, illetve az adott gyermekkel egykorú társakkal való interakciók keretei között megy végbe. A konstrukciók – ahogyan azt a konstrukcionizmus állítja – szociális, társas képződmények. Ez mindenképp azt jelenti, hogy a tudás adaptivitása nagyrészt abban a közösségben, azokban a társas kapcsolatokban méretődik meg, amelyekben a tanuló ember részt vesz. A környezet referenciái, értékelő megnyilvánulásai jelentős hatást gyakorolnak, még akkor is, ha egyébként elfogadjuk a konstruktivizmus azon állítását, hogy a tudás adaptivitását szubjektív

módon a tanuló egyén értékeli. Másrészt azért van meghatározó jelentősége a közösségnek, mert maga a tanulási folyamat is nagy valószínűséggel csak társas közegben vezethet optimális eredményre. Úgy tűnik, hogy ez az emberi faj egyik alapvető jellegzetessége, hogy társas kapcsolataink életünk egészében meghatározó jelentőségűek, de a tanulási folyamatainkkal kapcsolatban ez talán még hatványozottan is igaz. Éppen ezért a konstruktivizmus előnyben részesít minden közösségi nevelési eljárást, természetesen nem a közösségi nevelés autokratikus, központból való irányítást, felülről, kívülről való értékmeghatározást jelentő értelmében. Az együttműködést, a közösségi kreativitást, a gazdag csoportfolyamatokat, a szerepek kidolgozását és gyakorlását lehetővé tevő közösségi nevelésről van itt szó, amely optimális környezetet teremthet a gyerekekben zajló konstrukciós folyamatok számára.

6.2. A pedagógus átalakuló szerepe

A konstruktivista pedagógiában gyökeresen megváltozik a pedagógus szerepe a nevelési, oktatási folyamatban. Nem lehet az ismeretek forrása, nem lehet az a kulcsfigura, aki átadja a tudást a tanulóknak, hiszen a konstruktivizmus ilyen folyamatokat nem ismer. Tovább megyünk, itt valójában a pedagógus szerepére vonatkozó, korszerűbbnek tekinthető elképzeléseken is túl akar lépni a konstruktivista pedagógia.

Hagyományosabb didaktikai elemzésekben a pedagógusnak a nevelés, oktatás folyamatában betöltött szerepével kapcsolatban kétféle modell leírása szerepel. E két modellt egy kibernetikai szempontrendszer alkalmazásával lehet felállítani, ugyanis a fő kérdés az, hogy *mi a szerepe a pedagógusnak a tanítási-tanulási folyamatok irányításában*.

A kibernetikai leírás szerint az irányítási folyamatok kétfélék (legalábbis a kibernetika eredeti, még a 20. század '50-es éveiben kialakult ismereteinek fényében). Az egyik irányítás típus a *vezérlés*, a másik a *szabályozás*. Az irányítási folyamatokban beszélhetünk egy irányító és egy irányított rendszerről. Pedagógiai szituációban, a hagyományosabb elemzések szerint az irányító rendszer a pedagógus, az irányított rendszer – az elemzés szintjétől, jellegétől függően – az egyes tanuló, vagy a tanulócsoport.

A vezérlés olyan irányítás, amely során létezik egy előre megszerkesztett program, ez a program lényegében mereven végigfut, közben nem képes változni, az irányított rendszerben bekövetkezett változások nem játszanak szerepet az irányítási folyamat vezérlésében. Így működnek a forgalmi jelzőlámpák szinte mindenhol, de így működik az élőlények genetikai anyaga, így működnek az autokratikus társadalmak és az autokratikus nevelési stílust megvalósító családok.

Az iskolában a pedagógus irányíthatja így, tehát a vezérlés modelljének megfelelően a tanítási-tanulási folyamatokat, ebben az esetben az előre elkészített tervek (tanmenet, téma terve, óravázlatok) pontosan megadják a teendőket, az azokban leírt lépéseket a pedagógus igyekszik pontosan végrehajtani, a gyerekek tanulási folyamatainak eredményeit nem veszi figyelembe. Hányszor előfordul a pedagógiai gyakorlatban, hogy egy-egy nehezebben elsajátítható anyagrésznél, a sikertelenséget látva, a pedagógus nem tér vissza a problémákra, nem tanítja újra a megfelelő részt, hanem pl. a következő instrukciókkal véli megoldani a konfliktust: „Ezt már tudni kellene, hiszen tanultuk, tessék mindenkinek otthon pótolni az elmaradást”.

A szabályozás típusú irányítás a vezérlésnél jóval flexibilisebb, az előre elkészített program változhat annak függvényében, hogy az aktuális eredmények kielégítők-e vagy sem. Itt alapvető szerepe van a visszajelzésnek (feed-back), amely információkat szolgáltat az irányított rendszer állapotáról, s aminek felhasználásával a program módosítható, hogy az eredmény optimális legyen. Így működik az a forgalomirányító rendszer, amelynél az úttestbe

épített érzékelők adnak információt az aktuális forgalomról, s a lámpák rendszere ehhez igazodni képes. Így működik nagyon sok irányító rendszer az emberi szervezetben, pl. az immunrendszerünk, a belső elválasztású mirigyek rendszere, de természetesen az agyunk is. Így működnek a demokratikus politikai berendezkedések és a demokratikus elveket valló családokban ilyen körülmények között nevelkedhetnek a gyerekek.

A szabályozás akkor valósul meg a pedagógiai folyamatban, ha ugyan van a pedagógusnak előre elkészített terve, s egyértelműen ő irányítja a tanítási-tanulási folyamatokat, de a terv változhat annak függvényében, hogy a gyerekek milyen eredményeket érnek el, milyen hatást ér el a pedagógus. A rugalmas pedagógus akár egy tanórán belül is képes változtatni a tervein, esetleg már a tervben is bizonyos alternatívákat helyezett el.

A pedagógiai irányítás utóbbi formája nyilván magasabb színvonalat, rugalmasabb alkalmazkodást és ezért jobb hatékonyságot biztosíthat, mint az egyszerűbb, vezérléses irányítás. A századunk '60-as, '70-es éveiben elterjedt pedagógiai rendszerek erre az „ideológiára” épültek, a pedagógia fejlődését ebben az időszakban elsősorban éppen a tanítási-tanulási folyamatok szabályozási modelljeinek kialakítása jelentette. Nagyon gyakran úgy jelent meg ez a kérdés a pedagógia, különösen a didaktika korszerű ismeretanyagában, hogy megváltozott a tanulás folyamatához való viszony, ugyanis a tanulás értelmezése sokkal tágabb lett, ez az értelmezés nem a pedagógust, hanem a tanuló gyermeket állította a középpontba.

Természetesnek kell tartanunk, hogy e fejlemények kiváltották a pedagógiai értékelési rendszerek jelentős fejlődését, hiszen a visszajelzés leghatékonyabb módjainak kidolgozása alapvető jelentőségű a szemléletmód gyakorlati érvényesítésében. Nem véletlen, hogy a '60-as évektől kezdve gyakorlatilag napjainkig a pedagógiai fejlesztések egyik központi kérdése az értékelési folyamatok megújítása, az értékelés mind objektívebbé tétele, a tesztekkel és más módon végrehajtott értékelések minél alaposabb kiértékelése és felhasználása a tanítás-tanulás folyamatában. Az értékelés szinte már a pedagógiai gyakorlat üzemszerűen működő elemévé vált az elmúlt évtizedekben. Bár fogalmazásunk kissé szarkasztikusnak tűnhet, feltétlenül ki kell emelnünk, hogy ezek a folyamatok mind a kutatások, mind az iskolai innováció, mind a „hétköznapi pedagógiai gyakorlat” fejlődése szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bírtak.

A szakirodalom elemzése alapján azonban azt kell mondanunk, hogy a konstruktivizmus térnyerése a pedagógusi szerepfelfogás alakulásában is egy új éra kezdetét jelentette. Nem lennénk igazságosak, ha azt mondanánk, hogy a konstruktivizmus „felfedezte” a pedagógusi szerep egy harmadik, az előző kettőtől (vezérlés, szabályozás) különböző koncepcióját, mert valójában a konstruktivizmus ezen a téren készen talált valamit. Már a reformpedagógiai mozgalmak is erősen képviselték, de más pedagógiai kezdeményezésekben is gyakran megjelent a pedagógiai folyamatok irányításának egy egészen más szemlélete. Ez a szemlélet radikálisan szakít azzal a meggyőződéssel, hogy a pedagógusnak irányítania kell az iskolai folyamatokat.

A pedagógiai folyamatokkal kapcsolatos új-régi szemlélet tehát nem az irányítás stílusán, hanem azon a meggyőződésen akar változtatni, hogy a pedagógiai folyamatokat magának a pedagógusnak kell irányítania. Ez a kijelentés általában nagyon ijesztő sokak számára. Rendkívül elterjedt az a szavakban a legtöbb pedagógus számára nehezen megfogalmazható nézet, hogy a pedagógiai tevékenység valójában azonos az irányítással. Ha tehát a pedagógus nem irányíthatja többet ezeket a folyamatokat, akkor teljességgel elveszíti a feladatát. Ez sokak szemében teljes képtelenségnek látszik. A javaslat hallatán sokakban a káosz képe rémlik föl, amelyben a gyerekek azt csinálhatnak, amit akarnak, megszűnik a rend, a folyamatoknak nem lesz iránya, az értékképzési folyamatok leállnak. Nézzük meg, jogosak-e ezek a rémképek, mi is az új koncepció lényege!

A harmadik elképzelés a pedagógiai folyamatok irányításával kapcsolatban azt állítja, hogy ezt a feladatot a pedagógiai közösségekre kell bízni. A pedagógiai közösség fogalma értelmezhető szűkebben és tágabban is. A szűk értelmezés inkább egy tanórai szituációra, egy nevelési helyzetre használható, s az egyes pedagógus és a tanulócsoport együttesét jelenti. A tágabb értelmezés izgalmasabb, és érdekes pedagógiai perspektívákat nyit meg: pedagógiai közösségnek tekinthetjük a tanulócsoportot, az aktuálisan (mondjuk abban a tanévben) velük foglalkozó pedagógusokat, valamint a családtagjaikat (testvéreiket, szüleiket elsősorban). A pedagógiai folyamatok irányítása ennek a pedagógiai közösségnek a feladata. Ez azt jelenti, hogy a nevelés, az iskolai élet kérdéseivel kapcsolatban ez a közösség dönt demokratikus módon, valódi döntési folyamatban.

Így a pedagógus szerepe e közösség tagjának szerepe lesz, azonban ahogy minden egyes tagja a közösségnek, ő is bizonyos sajátosságokkal rendelkezik, ami sajátos szerepet biztosít a számára. Ez a szerep legalább két értelemben a *szakértő* szerepe. A pedagógus szakértő egyrészt a saját szakját tekintve. Bár nem biztos, de elég valószínű, hogy még a tágabb pedagógiai közösségben is ő ért a legjobban az általa tanított tantárgyhoz. De szakértő a pedagógus a pedagógiai kérdésekben, igaz, itt biztosan nem egyedül, hanem pedagógus társaival együtt. Ezek a szerepek szakértő típusúak nem csak a köznyelvben használt értelemben, hanem kognitív pszichológiai értelemben is. A kognitív pszichológia által részletesen elemzett „szakértő-kezdő kapcsolatok”, a szakértői gondolkodásmód mintái, az interakciók pedagógiai jelentősége óriási.

Az itt leírt szerep érvényesítése természetesen egészen más tevékenységet, gondolkodásmódot követel a pedagógustól, mint az egyértelmű irányítószerp vállalása. Furcsa módon a pedagógia története, és akár mai gyakorlata is tömegével ismeri ennek a koncepciónak a gyakorlati megvalósulásait. Ilyen az önképzőkörök működése. A jó önképzőköröket a diákok irányítják, együtt persze a pedagógussal. A jó óvónő nem irányítja közvetlenül a köréje sereglő gyerekeket, hanem lehetőséget biztosít a tőlük érkező ötletek kivitelezésére, s ha nincsenek is ötletek, akkor is csak kezdeményez bizonyos tevékenységeket, amelyekből ki is lehet maradni. Amit sok pedagógia könyvben közvetett nevelési módszerekként írnak le, azok nagy mértékben hasonlítanak arra, amit a pedagógus tevékenységéről mi itt állítunk. A projekt módszer valójában pontosan arról szól, hogy a tanulókat hogyan vonhatjuk be saját tanulásuk irányításának folyamataiba. Az igazán jó egyetemi és főiskolai szemináriumok, gyakorlatok és különösen a speciális kollégiumok is így működnek, ha ez a példa nem is túl sűrűn valósul meg a gyakorlatban. Azt kell mondanunk tehát, hogy amit a pedagógus szerep radikális átalakításáról a konstruktivizmus állít, az valójában élő pedagógiai praxis. De amint a példák is mutatták, a közoktatásban nem elsősorban a tantervhez szorosan kapcsolódó tevékenységekben. A konstruktivizmus felfogása szerint jelentős hatékonyságnövelő tényező lenne a nevelési, oktatási folyamat egészében az itt leírt pedagógus szerep kialakítása.

6.3. A konstruktivista didaktika

A konstruktivista tanulásszemlélet alapvetően új tanítási szemléletet alakított ki a gyakorlat számára (Swan, Hughes 1997, Wilson 1995, Law 1995, Stahl 1994, Duffy, Jonassen 1992, Spiro et al. 1992, Resnick 1987, Osborn, Wittrock 1983, Novak 1977a, b). Oktatási kísérletek és fejlesztések hosszú sora foglalkozott azzal, hogy az új szemlélet hogyan ültethető át a gyakorlatba, milyen oktatáselméleti megalapozottságú tanítási stratégiák alakíthatók ki, milyen új eljárásrendszerek bizonyulnak hatékonynak, milyen eszközrendszerek válnak

szükségessé mindeközben (ez utóbbi kérdésben a számítógépek jelentősége a legnagyobb, erre külön kitérünk).

A konstruktivista oktatáselmélet mondanivalója tárgyalható azoknak az elveknek az elemzésével, amelyeket ez az új stílusú oktatáselmélet vall az oktatási folyamat konceptualizálásával kapcsolatban. Ezek az elvek levezethetők a konstruktivista pedagógia alapgondolataiból (a megismerési folyamatok, a tanulás természete, a konstrukció alapvető jelentősége, stb.), s eligazítást nyújtanak új, konstruktivista szemléletű tanulási környezetek létrehozása során. Vegyük sorra ezeket az elveket!

6.3.1. A tanítás, mint a konstrukciós folyamatokat optimalizáló tanulási környezetek kialakítása

Ez az elv azt fejezi ki, amit már korábban is aláhúztunk, hogy a konstruktivista pedagógia szerint a tanítás során nem valamifajta tudásátadás (képesség-, készség-, szokás-, attitűd-, stb. átadása) zajlik, hanem olyan folyamat, amelynek középpontjában a tanuló áll, akinek *abszolút önálló, belső konstrukciós folyamatai* a lényegesek. A pedagógus feladata egy olyan környezet megteremtése, amely az adott feltételek között optimálisan segítheti ennek a folyamatnak a kibontakozását. A folyamat természetéből adódik, hogy a tanuló nem lehet passzív, az új tudás lehorgonyzásának, gazdag kapcsolatrendszerének formálódásának folyamatosan kell zajlania a valós világ jelenségeire való reflektálással, e reflexió adaptivitásának állandó „bemérésével”. A pedagógus tehát nem az ismeretforrás, nem is a tudásátadás szervezője és a folyamat eredményességének megítélője szerepeit alakítja, valójában az e szerepekhez tartozó tevékenységeket a tanuló gyermek végzi.

Ugyanakkor a pedagógus tevételes részese a történéseknek, hiszen a tanulási folyamat egyik szociális ágense, a „szakértő”, a reflexió egyik vonatkoztatási pontja, a társas elsajátítási folyamatok egyik jelentős szereplője. A tanulási környezet – egy konstruktivista stílusú pedagógia keretében – a közösség egészének működéseként jön létre, de sajátos tudásrendszerei, különösen pedagógiai tudásrendszere fejlettségének okán a pedagógus meghatározó szerepet játszik annak formálásában. De nem mint elkülönülő organizátor, mint a közösség fölé rendelt „diktátor”, hanem a közösség részeként működő, speciális szakértelemmel megáldott figura. Itt tehát a tanítási folyamatok elemzése során alkalmazhatjuk a pedagógus szerep átalakulásával kapcsolatban az előző részfejezetben kifejtett elgondolásokat.

A pedagógus szakértelme a tanulási környezet lehetséges elemeire, működésük törvényszerűségeire, alkalmazásuk feltételeire, speciális technikáira vonatkozik. Nagyon fontos azonban, hogy ezt a szakértelmet nem úgy kamatoztatja, hogy az irányított tanulói közösséget gépként kezeli, s mindenható, külső ágensként, a megfelelő program meghatározásával működteti ezt a gépet. Nem arról van szó, hogy valamifajta profi programozóként a helyzet, a feladat és az eszközök elemzésével és adekvát hozzárendelésével vezérelheti a tanulási folyamatot. A pedagógus része valóban a közösségnek, amelynek *önfejlődése* van, s amelyben ez a felnőtt figura egy (nagyon fontos) *szakértő*. Mint ahogy mindenki más is egy-egy tagja, valamilyen szerepeket betöltő tényezője ennek a közösségnek.

A konstruktivista megalapozottságú oktatáselmélet és gyakorlati oktatásfejlesztés tehát nem csak egyszerűen módszerekről, eljárásokról, stratégiákról beszél, hanem egy új fogalmat, a tanulási környezet (learning environment) fogalmát vezeti be. Ez a fogalom jól lefedi azt a komplexitást, amellyel a konstruktivista alapon dolgozó kutatók, szakemberek a tanítás-tanulás folyamatát kezelik. *A tanulási környezet azt a gondolatilag egységes, határozott elméleti alapokon nyugvó, a tanulási folyamatot befolyásoló összes fontos tényezőt magába integráló rendszert jelenti, amelynek keretei között a valóságos iskolai tanulás végbemegy.*

Vagyis a tanulási környezet magába integrálja a célokat, a tanár tevékenységét, az eszközrendszert, a tér- és időszervezés tényezőit, a speciális eljárásokat, de legfontosabbként magát a tanulási logikát, azt az elképzelést, ami irányítja az adott célok elérését. Pl. ha multimédiás tanulási környezetről van szó, akkor a pontosabb specifikációból mindig kiderül, hogy éppen milyen tananyagrészek feldolgozásáról van szó, mit tűztek ki célként, a gyerekek milyen előzetes tudására, s annak milyen tartalmi jellegzetességeire lehet számítani, milyen konkrét multimédia eszközöket (hardware és software) alkalmaznak, miért éppen azokat alkalmazzák, vagyis milyen elméleti alapon állítják, hogy éppen ezeknek az alkalmazása lehet hatékony más megoldásokkal szemben az adott esetben.

A konstruktivista tanulási környezetek szinte mindig *problémacentrikusak*, elsősorban a tanulók problémamegoldásait kívánják erősíteni, fejleszteni az adott tudásterületen (vigyázat, nem a problémamegoldó képességet, hiszen ilyen általános, tudásterület-független formájában ez a képesség a konstruktivista krédó szerint nem létezik, pontosabban ilyeneket nem épített be rendszerébe). Ezek a problémamegoldások a konstruktivista tanulási környezetek esetén mindig *életszerű kontextusban* jelentkeznek, a konstruktivista gondolkodásmód egyik alaptételét érvényesítik ezzel.

Számos leírás született azzal kapcsolatban, hogy a konstruktivista tanulási környezetek milyen jellegzetességekkel bírnak (Collins és mts. 1994). Brooks és Brooks (1993) bemutatják az oktatási stratégiáknak egy olyan rendszerét, amely konstruktivista megoldásokat tartalmaz:

- tanulói autonómia és kezdeményezés elfogadása és bátorítása;
- hiányos adatok, elsődleges források, manipulatív, interaktív és fizikai anyagok használata;
- az „azonosítás”, az „elemzés”, az „előrejelzés”, a „létrehozás” szavak használata a feladatok megfogalmazása során;
- a tanulói válaszok tanulási folyamatot irányító szerepének hasznosítása, az oktatási tartalom változtatása;
- a tanulói fogalomértelmezések vizsgálata, mielőtt a saját fogalomértelmezést helyeznénk előtérbe;
- a tanárral és az egymással folytatott dialógus ösztönzése;
- a gondolatgazdag, nyitott kérdések feltételének ösztönzése, egymástól is kérdezzenek;
- a tanulók eredeti válaszai kidolgozásának keresése;
- olyan tapasztalatok biztosítása, amelyek ellentmondanak az eredeti elképzeléseknek, majd a megbeszélések lehetővé tétele;
- kellő idő biztosítása egy-egy kérdés feltétele után;
- idő biztosítása a kapcsolatok konstrukciójára és metaforák létrehozására;
- a tanulók természetes kíváncsiságának táplálása, a tanulási ciklus modell gyakori használata (kutatás, fogalom bevezetése, fogalom használata).

A kutatók igyekeznek tisztázni, hogy milyen jellegű tanulási környezetek azok, amelyek megfelelnek a konstruktivista pedagógiai gondolkodásmód követelményeinek. Létrejönnek bizonyos *általános modellek*.

- Említhetjük a „kognitív tanonckodás” (Cognitive Apprenticeship, Collins és mts. 1989) modellt, amely a szakértő-kezdő különbségek vizsgálatának eredményeit igyekszik kamatoztatni a tanítás folyamatában. Jelentős eredmények érhetők el a számítógépek tanítási folyamatban történő alkalmazására építő modellekkel. Ezekben azoknak a kutatásoknak az eredményeit hasznosítják, amelyek a számítógépes kommunikáció konstrukciós folyamatokhoz való hozzájárulását vizsgálták.
- A „kognitív rugalmasság elmélete” (Cognitive Flexibility Theory, Spiro és mts. 1988) közvetlenül a konstruktivizmus alap gondolataira épülő, a tanulási környezetet nem

különösebb részletességgel specifikáló elgondolás, amely elsősorban multimédiás, hipertextes alkalmazások keretében hatékony háttérelméletnek bizonyult. Az ún. „rosszul strukturált tudásterületeken” („Ill-structured domains”) kialakítható tanulási környezetek elméletét alkották meg ezzel a szakemberek, a fogalom alatt a rendkívül összetett, s különböző tudásterületek által meghatározott eseteket magába foglaló területeket értve. Ilyen rosszul strukturált tudásterületek pl. az orvostudomány, a mérnöki munka által igényelt tudás, stb. Az elmélet központi gondolata, hogy a tanítás során ugyanazzal a tananyaggal többször, megváltoztatott kontextusokban, különböző célok elérése érdekében és különböző konceptuális kiindulópontokból kell foglalkozni.

- A híres Biological Sciences Curriculum Study program egyik továbbfejlesztéseként Roger Bybee irányításával kialakították a szakemberek a „Five E” című oktatási rendszert, amely elsősorban a tanítás folyamataiba való bevonásra, a kutatásra, a kidolgozás folyamatára, az értékre és az eligazodásra épít, mint a tanulás kiemelhető, kritikus mozzanataira (BSCS 1997).
- Különösen az orvosképzésben terjedt el az a didaktikai rendszer, amely a „problémaalapú tanulás” (Problem Based Learning) elnevezést kapta, s ahogy a neve is mutatja, a képzést jól kialakított, a konstrukciós folyamatokat elősegítő problémák megtalálása, elemzése és szimulált megoldása keretében képzelet el (Savery, Duffy 1995).
- Hasonló megfontolásokra épül az a fizikatanítási eljárás, amely a fogalomalapú problémamegoldásra épít (Concept-based Problem Solving) (Leonard és mts. 1994).
- Egy következő megközelítés az „Anchored Instruction” („Tanítás lehorgonyzással” – nem túl kifejező fordításban), amely elsősorban videófilmeket, újabban videódiszkeket használ a tanulás elősegítésére, elsősorban a problémamegoldást ösztönözve (Open Learning Technology Corporation Ltd. 1996, Bransford 1990).
- Említsük meg a Dalton Technology Plan programot, amely a Columbia Egyetem és a Dalton iskola együttműködésével jött létre, s egy digitális tudásbázist és információs infrastruktúrát eredményezett, amelynek oktatásban való alkalmazása során elsősorban a tanulók önálló tanulmányaira építették a tervezést és a kivitelezést. Az elvi alapja ennek a megközelítésnek az, hogy a tudáskonstrukcióra a problémák, az anyagok, a kontextus tanulmányozása jobb környezetet (Study Support Environment) teremt, mint az „egyszerű” tanulási környezet. Ebben a környezetben elsősorban a megfigyeléseken és a háttéralkotó kontextuális információkon alapuló interpretációk konstrukciója zajlik. Ez kicsit emberibb nyelven azt jelenti, hogy a tanítási folyamatban elsősorban a következő tanulói tevékenységek játsszák a főszerepet:
 - megfigyelések;
 - az interpretációk (értelmezések) megalkotása, konstrukciója; kontextualizáció, vagyis a tananyag életközeli tétele, a tanulók számára érthető, mindennapi életükhöz kapcsolódó háttér-információk felhasználása;
 - kognitív tanonckodás (ahogy fentebb már jeleztük a külön oktatási irányzat leírásánál);
 - együttműködés;
 - többoldalú megközelítés;
 - ugyanannak a magyarázatnak többféle megjelenítése (Black & McClintock 1995).

Az itt sorolt kezdeményezések, oktatási programok természetesen csak példák. Ma már szinte áttekinthetetlen tömegben kaphatunk információkat olyan fejlesztésekről, s már az oktatásba

bevezetett módszertani, tantervi újításokról, amelyek a konstruktivista pedagógia alaptételein nyugszanak. Elég csak rákérdezni az Interneten valamelyik keresőprogrammal a „constructivism”, vagy a „konstruktivizmus” szavakra, s angol és német nyelven (az utóbbiakat azonban lényegesen kisebb arányban) találhatunk temérdek információt az ilyen oktatási programokról. Úgy tűnik, a konstruktivista tanulási környezetek kialakítása során a fejlesztők nagy mértékben támaszkodnak a számítógépes megoldásokra, ma már szinte alapkövetelmény az elérhető informatikai infrastruktúra tartalmas felhasználása a programokban. Ha nem tudnánk, illetve nem vennénk észre, hogy e programok ismeretelméleti szempontból egyértelműen a konstruktivizmus talaján állnak, akkor gondolhatnánk azt is, hogy reformpedagógiai ihletésűek. Nagyon erősen képviselik a gyermekközpontúságot, a tevékenységek legtöbbje tanulói cselekvésekbe ágyazott problémamegoldás, ismeretfeldolgozás, játék. Alapvető szerepet kapnak bennük a kollektív elsajátítási technikák. Mindez azonban csak a módszertani bázist tekintve teszi a külső szemlélő számára hasonlatossá e programokat a reformpedagógiai ihletésű fejlesztésekhez, ami e módszerek alkalmazása közben zajlik, az a tudásrendszerek „konstruáltatása”, konstruálása.

6.3.2. A problémamegoldás a konstruktivista oktatáselméletben

Ha egy adott területen viszonylag jól kiépült kognitív struktúra van, s az adekvát helyzetekben az információ-feldolgozás útja valóban ide vezet, akkor egy viszonylag problémamentes tanulással lehet dolgunk. Ez lehet a helyzet nagyon sok tanulási területen, hiszen *számos esetben eljuthatunk addig, hogy egy megfelelően elaborált tudásterületet építsenek fel a gyerekek magukban*. A tradicionális tanításban sokszor azt hisszük, hogy ez *mindig* így van, s a hiányosságokat valóban csak a gyerekek tanuláshoz való hozzáállásának problémái okozzák (lusták, nem tanulnak, stb.). Ez azonban a legtöbbször – nagy valószínűséggel – nem így van, de most foglalkozzunk a problémamentes esetekkel.

Itt egyrészt azt kell végiggondolni, hogy vajon *vannak-e teljesen problémamentes területek*? Félő, hogy ilyenek nem léteznek. Nagy valószínűséggel a korábbi értelmezéseink nem cserélődnek le, megmaradnak, s szunyadhatnak, ha nem használjuk őket, azonban különösen egy-egy nehezebben értelmezhető feladat megoldása során *ismét bekapcsolódhatnak*. E folyamattal kapcsolatban elég meggyőző empirikus tapasztalataink vannak. Pl. tudjuk, hogy a Newton törvények megtanult szövegét kiválóan visszaadó, sőt, bizonyos, jól begyakorolt algoritmusok segítségével még ide tartozó feladatokat megoldani is tudó gyerekek (17 évesek) szinte kivétel nélkül felfelé ható erőt rajzolnak a feldobott, éppen felfelé haladó labdához. Vigyáznunk kell tehát arra, hogy a problémamentes területet az uralkodótól eltérő elképzelésektől teljesen mentesnek tartsuk.

Mindez még egy fontos kérdéssel összefügg. Ez nem más, mint az a probléma, hogy ha a tanuló birtokol is egy adott feladat megoldásával kapcsolatban egy megfelelő beágyazó kognitív struktúrát, vagyis a megoldás szempontjából adott minden előfeltétel az előzetes tudásban, a probléma megoldása a legtöbbször ekkor sem könnyű feladat, hiszen a feltételek és az óhajtott végcél (mondjuk egy tétel bizonyítása, vagy egy eredmény kiszámítása, megszerkesztése) közötti út ebből még nem adódik automatikusan. A *problémamegoldás* folyamata bonyolult dolog, s a didaktikában több, egymásnak élesen ellentmondó elképzelés él a logikájával kapcsolatban.

Abban biztosak lehetünk, hogy a folyamat nem úgy zajlik le, hogy a gyermek kiindul már birtokolt tudásának elemeiből, s innen deduktív úton előállítja a végeredményt. A már birtokolt ismeretekből való kiindulás után sokféle úton mehetünk tovább, és valójában nem is tudjuk pontosan, hogy a kívánt cél eléréséhez tudásunknak mely elemeit kellene alkalmazni.

A matematika tanításában, indirekt bizonyítások esetén már érdekesebb a helyzet, hiszen ott egy nagyon határozott állításból indulunk ki (a bizonyítani kívánt tétel tagadásából), s ugyan itt is sok úton mehetünk tovább, de diffúzabb a cél, nem egy jól kijelölt eredményt, állítást kell elérni, hanem egy akármilyen ellentmondást, egy hamis állítást. Ettől függetlenül egyáltalán nem lenne igazunk, ha azt mondanánk, hogy az indirekt bizonyításoknál létezne egy algoritmus, amin csak végig kell mennünk, s mindenképpen sikert érünk el. Ehhez nagyon sok esetben (illetve valószínűleg minden esetben) túlságosan nagy az utak száma.

Elvethetjük tehát az automatikus problémamegoldás lehetőségét. (Ezért is probléma, ha az órákon kizárólag típusfeladatok típusmegoldásait tanítjuk és gyakoroltatjuk, hiszen ezzel pont a problémamegoldás lényege, a különböző utak kipróbálása, az intuíció bekapcsolása, a nyelvileg nem megfogható konstrukciók kihasználása vész el, vagyis nem tanítunk problémamegoldásra.) Hogyan zajlik akkor egy-egy feladat megoldása, egy-egy bizonyítás megtalálása, egy-egy nyelvi fejtörő megoldása?

Sok elképzelésben kap nagy szerepet az *indukció* (a logikai és nem a matematikai!). Így elsősorban Polya heurisztikája épül erre az elgondolásra. Ennek lényege – legalábbis egyfajta olvasatban –, hogy próbálkozni kell, gondosan össze kell gyűjteni a részeredményeket, kisebb részcélokat kell megfogalmazni, a feladatot elemekre kell bontani. Ezek egyébként mind a konstruktív gondolkodás által is elfogadható módszerek, csakhogy a konstruktív didaktika nem hiszi, hogy minden előfeltétel nélkül, empirikus alapokra építve, induktív úton történik egy-egy feladat megoldása. Egyszerűen nem zárhatjuk ki magunkból a problémamegoldás során mindazokat a kognitív rendszereket, konstrukciókat, amelyek a feladat témája kapcsán bennünk élnek. Sőt, hiba lenne, ha ezt megkísérelnénk megtenni. *Csakis a már birtokolt tudásból indulhatunk ki*, azt kell megmozgatnunk, abban kell megtalálnunk azokat az építőköveket, amelyek segítségével végül is az eredményhez vezető út felépíthető.

A konstruktivista szemléletű problémamegoldásban arra van szükség, hogy *a meglévő ismereteink segítségével mind gazdagabbá, mind elaboráltabbá tegyük a probléma által érintett szűk tudásterületet*. Vagyis a problémamegoldás során az történik, hogy egy *nem szakértői szinten álló tudásterületet szakértői szintre fejlesztünk*. Ez azt jelenti, hogy a benne rejlő ellentmondásokat elimináljuk, vagyis logikailag koherenssé tesszük a rendszert, a szükséges szintig „feltöltjük” deduktív úton levezethető ismeretekkel, a kikövetkeztethető összefüggéseket beépítjük a rendszerbe, s mindezt addig csináljuk, amíg létre nem jön az adott tudásterületen a feltételek és a végeredmény közötti híd. Ekkor „rekonstruáljuk a hidat”, s a füzetbe, a publikációba, az érettségi dolgozatba már a minden sallangtól megtisztított, logikus és deduktív levezetés kerül.

Ez az elemzés, leírás azt mutatja, hogy a problémamegoldásban valószínűleg nagy szerepe van a kognitív pszichológia által „*kezdő*” és „*szakértő*” szintnek nevezett „kognitív állapotoknak”. A kettő pont a fentebb említett sajátosságokban tér el egymástól, tehát az ellentmondások redukáltságában, az alternatív gondolkodásmódok kidolgozottságában, a tudásterület ismeretekkel való telítettségében, az ismeretelemek közötti kapcsolatok gazdagságában és erősségében, a más területekhez való kapcsoltságban. *A problémamegoldás során tehát a problémához kapcsolódó tudásterületet szakértői szintre fejlesztjük*. Ebben van óriási szerepe a Polya által is leírt módszereknek, kiegészítve még egy nagyon fontossal, azzal, ami az indukciótól való teljes eltávolodást is jelenti egyben: a problémamegoldás során *állandóan hipotéziseket alkotunk a meglévő tudásunk segítségével, s ezeket a hipotéziseket ellenőrizzük*, ami gyakran persze egy újabb probléma, s megoldása során ugyanazok a módszerek alkalmazandók, mint a befoglaló feladat megoldásában.

Ez a gondolat ugyanakkor rávilágít még valamire. Vannak olyan feladatok, amelyek során valóban csak egy begyakorolt algoritmust kell alkalmazni (egyenletmegoldás, rutinszerkesztések a matematikában, tipikus sokszor megoldott nyelvi feladatok, egyszerű

behelyettesítéseket igénylő fizika példák, stb.). Sokszor úgy gondoljuk, hogy ha ez a helyzet, akkor a didaktikai megoldás a vég nélküli *gyakoroltatás*, hiszen nem túl nagyra törő a cél, valóban készség szintre kell fejleszteni egy algoritmus alkalmazását. Elismerjük természetesen a gyakorlás jelentőségét (valószínűleg a már kialakult kapcsolatok megerősítésében játszik fontos szerepet), azonban úgy véljük, hogy az egyszerű algoritmusok alkalmazásához is lényegesen jobb feltételeket teremtsen a kidolgozottabb, ismeretgazdagabb, erős kapcsolatokat formáló kognitív struktúrák kiépülése, vagyis *a szakértői rendszerek felé haladás*.

Egy példával illusztrálva: megtaníthatjuk a másodfokú egyenlet megoldó képletét, memorizáltathatjuk, s rengeteg egyenlet megoldása során erősíthetjük meg gyakorlással. Ez részleges sikereket is eredményezhet, azonban minden matematika tanár tudja, hogy ha kilépünk a begyakorolt típusok köréből, akkor a gyerekek könnyen zavarba hozhatók (gondoljunk arra a primitív példára is, hogy az egyik csúcsánál fogva, cernára fölakasztott kockát a kicsi gyerekek nem tartják kockának). A feladat tehát az lenne – példánk esetében –, hogy a másodfokú egyenlet, mint tudásterület köré egy gazdag ismeretrendszert építsünk ki, sokféle megközelítésben szerepeljen a probléma. (Ez egyébként majd egy másik konstruktivista alapelv is lesz.) Ennek az eljárásnak az az előnye, hogy a másodfokú egyenlet fogalma egy nagyobb általánossággal bíró, gazdagabb kapcsolatrendszert formáló fogalommal válik bennünk, s ennek következtében leszünk alkalmasak arra, hogy addig még nem látott típus esetén is megoldjuk a feladatot.

Nézzük meg ennek az elvnek egy alkalmazását! Mit mond itt kifejtett, a problémamegoldás folyamatával és optimális fejlesztésével kapcsolatos elképzelésünk a számítógépes tanulóprogramok fejlesztése számára? Igen gazdag ez a mondanivaló. A problémamegoldás elősegítése azt igényli, hogy programunk biztosítsa a feltételeket az előbb leírt folyamatok számára. Ha a problémamegoldás modellje a gondolkodásunkban az adott szűk tudásterület szakértői szintjének kialakítása (ellentmondás mentesítése, gazdagítása, kapcsolatrendszerének fejlesztése, a kapcsolatok erősítése, a külső kapcsolatok kiépítése), akkor a program mindehhez háttérismereteket, részproblémákat és azok megoldását, adatokat, tényeket kell, hogy biztosítson. Arra van tehát szükség, hogy a tanuló – szembesülve a problémával – önállóan nekiláthasson az adott terület feltérképezésének és elaborálásának, hogy aztán a folyamatban megtalálja a hidat a probléma és a megoldás között, s már „letisztázva” megadhasa a megoldást. Ez azt jelenti, hogy e gondolkodásmódra fel lehet építeni a problémamegoldás számítógéppel való segítségével egyfajta architektúráját. Erre egy megoldási lehetőség a következő, most csak a matematika tanításában való alkalmazásra koncentrálva:

- (0) A program megadhat, javasolhat valamilyen átfogóbb célt, tudásterületet a megismerés számára, vagy valamilyen gyakorlati problématerületet, problémacsomagot. Bemutathatja milyen gyakorlati jelentősége van a problémának, illetve a matematikán belüli jelentőségére is rámutathat.
- (1) Exponál valamilyen konkrét problémát (pl.: vajon milyen összefüggés lehet a háromszög magasságvonalai között?). Arra biztatja a tanulót, hogy önállóan alkosson meg hipotéziseket, társaival összefogva próbáljanak ilyeneket kigondolni, írják le javaslataikat, illetve lehetséges az aktuális képernyőn elhelyezni linkeket bizonyos háttérismeretekhez.
- (2) Természetesen a program lehetővé teszi az összefüggés megtekintését (ezzel ellenőrizhetik a tanulók, hogy jól gondolkodtak-e) s felszólít a bizonyítására.
- (3) Ötleteket ad a bizonyítással kapcsolatban, linkekkel a megfelelő ismeretekhez
- (4) Ha végképp szükséges, akkor megadja a teljes ismeretet.

Ez az architektúra egyben egy komoly szakértői rendszer kialakulását eredményezi, hiszen egy-egy ismeretlem több problémamegoldásnál is szerepet játszik. Hypertextes struktúra alakul ki, amelyben ráadásul szörfölni lehet. A hypertext megoldás lehetővé teszi, hogy egy feladatmegoldásnak, egy bizonyításnak egyszerre csak a logikai váza, a lényege legyen látható, ha valaki a részletekre is kíváncsi, akkor a hyperhivatkozásokhoz kell fordulnia. Ilyen rendszereket nem csak a matematikára, hanem elvileg bármilyen tantárgyra ki lehet alakítani.

6.3.3. A tudásrendszerek struktúrája

Már korábban is kiderült, milyen alapvető szerepet játszik ebben az elméletben (a konstruktivista pedagógiában) a *tudásrendszerek* fogalma. Mit is jelent valójában ez a fogalom? Először is: ma még nem vagyunk képesek az agyról kialakult biológiai, orvostudományi elképzeléseink keretei között megmagyarázni a tudás mibenlétével, működésével kapcsolatos jelenségeket. Nagyon sok részlettel kapcsolatban vannak korlátozott adaptivitású elképzelések a kognitív tudományokban a tudás agyi kódolásával és működésével, valamint a tanulással összefüggésben, azonban egyelőre nem beszélhetünk igazán hatékony, átfogó elméleti rendszerről ezen a területen. A pedagógia, amely mégiscsak használni szeretne bizonyos elképzeléseket a tudás „fizikai, biológiai interpretációjával” kapcsolatban, kénytelen bizonyos magyarázó modelleket felállítani. Ezek a modellek nem rendelkeznek nagyon határozott lehorgonyozottsággal a biológiában, nem épülnek valamifajta idegsejtműködési paradigmára, még akkor sem, ha egyébként lehetségesek áthallások, lehet olyan érzésünk, hogy egyik, másik idegélettani elképzeléssel, elmélettel modellünk jól összefér, míg másokkal kevésbé. A modell tehát önálló, bizonyos értelemben egyszerű, pusztán arra szolgál, hogy magyarázatok kerete legyen, tegye teljesebbé a konstruktivista paradigmát ott, ahol az nem támaszkodhat más tudományok jól megalapozott eredményeire.

A tudásrendszerek felépítésével kapcsolatban is alkothatunk egy ilyen, természetesen konstruktivista szemléletmódban megfogalmazható modellt. Képzeld el, hogy *a tudásrendszerek egymástól relatíve elkülönülő entitások, belülről viszont egymással kapcsolatban lévő elemekből, ismeretekből felépített rendszerek*. A tudásterületek ugyan relatíve elkülönülnek egymástól, de a „relatíve” szó itt azt jelenti, hogy kapcsolódások mégis vannak közöttük, s ezek a kapcsolódások az egész rendszert bonyolult, nem is hierarchikus felépítésűvé teszik (amennyiben hierarchikus struktúra alatt az egymásba ágyazottságot értjük, ahol egy halmaz csak egyetlen másik halmaznak lehet eleme). Ez az egész rendszer az objektív világ egy modellje, a modell jóságát nem az méri, hogy mennyire hű ez a modell, mennyire „hasonlít” ahhoz, amit modellez, mennyire kezelhető tükörképként, hanem hogy a magyarázatok, az előrejelzések és a cselekvés számára milyen háttérrel biztosít, vagyis hogy egészében és részeiben mennyire adaptív. Amikor a környezetünkkel kölcsönhatásba kerülünk, akkor ez a világmodell határozza meg, milyen módon reagálunk, milyen kezdeményezéseket teszünk, hogyan kommunikálunk más emberekkel. Eközben a modell, vagy annak valamely szegmense adaptívnak vagy kevésbé adaptívnak minősítetik, s ez további formálódásának (a tanulásnak) is kiindulópontja. Az adaptivitás sem objektív természetű, azt is magunk értékeljük, s döntjük el (a legtöbbször nem tudatosan), hogy milyen értéke is van egyes tudásainknak.

Ebben a folyamatban vajon a tudásterület milyen jellegzetességei játszhatnak szerepet? Egy tudásterület jellemzésével kapcsolatban a következő tényezők jöhetnek szóba:

- Egy tudásterületen belüli „atomok”, vagyis az *ismeretek*.
- Maga a relatíve elkülönülő *tudásterület* (amelynek elemei más tudásterületek is lehetnek, s nem pusztán ismeretek).

- A rendszer egészét alkotó entitások (tudásterületek és ismeretatomok) közötti *kapcsolatok*.

Mindezekkel kapcsolatban mennyiségi és minőségi kérdéseket lehet feltenni (mennyi tudás van, milyen jellegű az a tudás, hogyan viszonylik más, a rendszerben elhelyezkedő tudásokhoz, illetve bizonyos külső elvárásokhoz, milyen erősek a kapcsolatok, s milyen gazdagok). Mindezek alapján egy tudásrendszer jellemzése a következőképpen képzelhető el:

- Fontos jellemzője a tudásrendszernek az *alapvető tartalma*, vagyis, hogy ellentmondásban áll-e más tudásrendszerekkel, és melyekkel, illetve, hogy mennyire felel meg azoknak a tudástartalmaknak, amelyeket a hivatalos tudomány, a tantervek, a pedagógus képviselnek. (Itt most nem boncolgatjuk azt az episztemológiai problémát, hogy az utóbbi megfelelés vagy meg nem felelés értékelhető-e egyáltalán. Erre a problémára lehet adni egy bonyolult nyelvet használó, a megfelelés értékelésének mibenlétét leíró megoldást.)
- További jellemzője egy tudásrendszernek, hogy *milyen a viszonya a mély, eredeti, a világ jelenségeinek hétköznapi elemzése során alkalmazott más tudásrendszerekkel*, mennyire lehorgonyozott az alapvető struktúrákhoz, ellentmondás feszül-e, vagy nincs ilyen? Sok kapcsolódás van, vagy nagyon kevés? Erősek-e ezek a kapcsolódások, vagy nehezen átjárhatók, lazák? Elsősorban ettől a kapcsolatrendszer-től függ, hogy a hétköznapi alkalmazások során az adott tudásrendszer elérhető-e. A mindennapos tevékenység keretei között az alapvető információfeldolgozást a mély tudásrendszerek végzik, ide futnak be a külső jelzések, s ha a vizsgált tudásrendszerünk szükséges egy magasabb szintű feldolgozáshoz, akkor fontossá válik, hogy milyen a mély struktúrák kapcsolódása ehhez a tudásterülethez.
- A tudásrendszer minőségét nagyban meghatározza belső telítettsége, vagyis az általa tartalmazott ismeretek mennyisége, pontosabban az, hogy a releváns szituációkban való működéshez – az adaptivitás megnyilvánulásához – *rendelkezésre állnak-e azok az ismeretek, amelyek szükségesek*. Amint látható, nem is egyszerűen a tudásmennyiség a fontos (bár sok tudás esetén nagyobb a valószínűsége, hogy a releváns tudás rendelkezésre áll, vagy a folyamat közben megkonstruálható). Azt láthatjuk, ami sok pedagógiai szakember régóta vallott felfogása, hogy egy tudásrendszer teljesítőképességét inkább a struktúrájának „tartóelemei”, a fő vázat alkotó elemek határozzák meg. Ez a válasz az információrobbanás jelenségére. Minden tudást birtokolni persze nem lehet, a fontos egy tudásrendszer jó szerkezetének kialakítása, a meghatározó elemek birtoklása. Egy ilyen struktúra ugyanis lehetővé teszi egyrészt azt, hogy a rendszer sokáig fennmaradjon (a tartóelemek egy koherens, egymást erősítő rendszert alkotnak), másrészt azt is, hogy az aktuális feladatokban, a működés során konstruálódjanak meg azok a részelemek, amelyeket a rendszer adott pillanatban nem, vagy nem elég erősen kötve tartalmaz.
- Ugyancsak a tudásrendszer belső jellemzője *az elemei közötti kapcsolatrendszer jellege, a kapcsolatok mennyisége és erőssége*. A kapcsolatrendszer jellege alatt azt értjük, hogy a feladatok megoldásával adekvát-e az, ahogyan kiépült a kapcsolatrendszer, éppen a megfelelő elemek között vannak-e kapcsolatok. Az is nyilvánvaló a modellben, hogy a több és erősebb kapcsolatokat hordozó rendszerek jobban működnek, folyamataik optimálisabban és gyorsabban mehetnek végbe.
- Természetesen csak az a tudásrendszer működik adaptívan, amelyben *nincsenek ellentmondások*.

Ezek, a tudásrendszerek adaptív működésével kapcsolatos minőségi elvárások irányíthatják a tantervfejlesztést, a tanítás tervezését, a módszerek kiválasztását, az értékelést, az egész

tanítási munkát. Míg korábbi pedagógiák – legalábbis ezek közül a legfejlettebbek – mindenekelőtt a képességek rendszerét kívánják fejleszteni, s problémáikat is elsősorban egyes képességek fejlesztésével kívánják megoldani, addig ebben a képben a képességek, mint a fent definiált, körülírt tudásrendszerek működéssel kapcsolatos minőségei jelennek meg, de mindig az adott tudásterülethez kapcsolódóan. Ezeket a tudásterületeket fejleszthetjük tehát és csak ezeket, erősíthetjük és kiegészíthetjük a vázat, konceptuális váltással erős alternatívát alakíthatunk ki, gazdagíthatjuk a tudásrendszer „tömegét”, erősíthetjük a kapcsolatokat, növelhetjük ezek számát, megváltoztathatjuk egy tudásrendszer státusát azzal, hogy a korábbinál sokkal erősebben kötjük az alapstruktúrákhoz, ezzel elérhetőbbé, napi használatra alkalmasabbá tesszük.

A tudásrendszerek ilyen szemlélete felveti azt a nagyon súlyos kérdést, hogy vajon a pedagógiai értékelésben mit is mérünk, értékelünk. Sőt, a pedagógiai értékelés kapcsán ezen túlmenően is súlyos kérdések merülnek fel. Mint mondtuk, a konstruktivista pedagógiai rendszerben a pedagógus elveszíti azt a szerepét, hogy egyedüli, vagy akár csak legfőbb értékelője a gyermek tudásának, hiszen annak adaptivitását egyértelműen a tanulónak kell értékelnie. Mindezek miatt az értékelés problémáival egy külön alfejezetben foglalkozunk.

6.3.4. Az előzetes tudás fontossága

Már az alapelvek, a konstruktivista gondolat fő meghatározói között is említettük, hogy *a tudáskonstruálás talán legfőbb kritikus tényezője az előzetes tudás, a már birtokolt ismeretrendszer* (Dochy 1994). Ha ez így van, akkor a konstruktivista oktatásmélete is fontos helyen kell, hogy foglalkozzék oktatási hatásaival.

A konstruktivista didaktikának abból kell kiindulnia, hogy *a tanítás céljainak csakis az előzetes tudáshoz viszonyítottan van értelme*. Ez is aláhúzza azt a már korábban érzékeltetett tényt, hogy az e szellemben zajló oktatás nem lehet pusztán kívülről bevitt célok merev követése. A hagyományos tantervméletek az oktatás céljainak és tartalmának meghatározásában sokszor egyoldalúan hangsúlyozzák a normatív szerepet játszó tényezőket, így a szűkebb és tágabb társadalom, a tudomány, a pedagógiai szakma meghatározó jelentőségét. Természetesen a korábbi pedagógiák is eljutottak a gyermekhez a tantervet meghatározó tényezők felsorolásában, de ezekben a szemléletekben ez is egy normatív tényező szerepét játssza, amennyiben a fejlődéslélektan által közvetített, tehát a konkrét gyermekhez képest absztrakt ismeretrendszerek figyelembevételét szorgalmazza a tantervek összeállításában (életkori sajátosságok, a művelési rendszerek fejlődésének törvényszerűségei, stb.). *A konstruktivizmus számára azonban nem létezik általánosan érvényes kurikulum*, ahogyan azt a korábbi gyakorlat igyekezett megvalósítani. Létezik persze sok-sok ajánlat, ötlet, sőt szisztematikus feldolgozású program, de *a valóban érvényesülő kurrikulumot magának a tanuló közösségnek kell összeállítania*, természetesen legfontosabbként a pedagógus szakértő asszisztálásával. Az oktatás tartalma, eljárásrendszerei, ezek kompozíciója, az eszközrendszer ott, a valóságos, életszerű pedagógiai szituációkban formálódik ki, az itt zajló döntések formálják egységes egészzé a kurikulumleírásokban megtalálható elemeket, s *nem a pedagógiai szituáció igazodik valamely kurikulum elvárásaihoz*. Ebben a folyamatban az előzetes tudás a döntő tényező. Ez szabja meg a tartalom kiválasztását, s a tanulási környezet felépítését.

Az előzetes tudásnak természetesen a *tartalma* a fontos kérdés. Ez is egy jelentős megkülönböztető tényező a hagyományos és a konstruktivista didaktikai rendszerek között. Természetesen minden korábbi oktatásmélete is ismeri az előzetes tudás fontosságát abban az értelemben, hogy egy adott tananyag tanulmányának vagy képesség fejlesztésének megvannak-e ténylegesen az előfeltételei. Az oktatás folyamatát e szerint csak egy logikus sorként, úgy

szabad felépíteni, amelyben korábban mindig megteremtődnek a tanulás feltételei. Ez persze igaz marad a konstruktivista szemlélet keretei között is, azonban ebben az elméletben rendkívül fontossá válik ennek az előzetes tudásnak a tartalma. A konstruktivista pedagógust elsősorban az érdekli, hogy a gyerekek gondolkodásában, tudásrendszereiben milyen tartalmú elemek találhatók, lehorgonyozottak-e, lehetséges-e a továbbépítésük, mely pontokon van szükség konceptuális váltásokra. Míg a hagyományosan gondolkodó pedagógus úgy gondolja, hogy ha megtanulta a gyerek a korábbi leckéket, akkor azok jó alapot szolgáltatnak a további tanuláshoz, hiszen ő maga tanította, az ismeretek mindenképpen helyesek, addig a konstruktivista pedagógus tudja, hogy ez nem ilyen egyszerű, s a korábbi tanítás akár még meg is erősíthetett a későbbi tanulás számára akadályokat jelentő elemeket a gyermek tudásrendszerében.

Van azonban egy másik tényező is az előzetes tudás értelmezésével kapcsolatban, amely szerint élesen eltér egymástól minden hagyományos megközelítés és a konstruktivizmus. A hagyományos didaktikai rendszerekben – ha ez így nincs is kimondva, de immanensen mégis – *a gyermek tudatát tiszta lapnak tekintik*, amelyre a tanítás írja fel a tudást. Ezért csak a közvetítés milyensége a meghatározó tényező, ha a gyerek ép és egészséges, ha nincsenek speciális okok, amelyek miatt képtelen lenne tanulni, akkor meg fogja tanulni az anyagot amennyiben a pedagógus elég jól tudja a mesterségét. A konstruktivisták számára természetesen ez sem ilyen egyszerű. A gyermek minden pillanatban – már a megszületésekor is – *teljes világképet, világmodellt hordoz a fejében*, amely modell alkalmas a jelenségek értelmezésére, előrejelzésére és a cselekvés irányítására. Mindig van előzetes tudás, ami olyan amilyen, számtalan esetben segítő, s számtalan esetben gátló tényező a tanulásban. Ha a gyermek egészen új jelenségekkel találkozik, akkor is mindig megkeresi az alaptudásában azt a maximális tudás részhalmazt, amely alkalmazható, illetve nagyon sokszor azt a speciális tudásterületet, amely ha nem is pontosan erre a jelenségvilágra „készült”, de a jelenségek valamilyen hasonlósága miatt modellként használható. Így pl. könnyű a hetedikes gyerekeknek mechanikus modellt formálniuk az elektronok vezetőben való mozgásáról, amit egyébként soha nem láthatnak. Ha az atomokat nem lehet értelmezni egy csakis erre a jelenségvilágra konstruált modellel, akkor használjuk azt a nagyon is ősi elképzelésrendszert, hogy a környezetünkben kompakt, összefüggő, egymástól azonban jól elkülönülő, független tárgyak vannak, s ezek építik fel a környezetünket. Ez az ősi modell használtatik valószínűleg akkor, amikor először elképzeljük az atomokat. Csoda, ha közénk levegőt, szennyeződések és mikroorganizmusokat képzelünk? Ezt a modellhatást az oktatásban is számtalanszor használjuk, s nem is jelent túl nagy problémát ez az alkalmazás. Nem érthetünk egyet azokkal, akik szerint a fizikai erőterek tanítása nem indokolt az egész általános iskolai időszakban, mert valami olyasmiről kell a gyerekeknek tudást formálniuk, ami nagyon nehezen elképzelhető, nem látható, semmilyen más módon nem érzékelhető. A gyerekek megszületésük óta ezt teszik, itt elég talán csak a mesékre hivatkoznunk (a gyerekek kiválóan elképzelik a sárkányokat, a tündéreket, a királyokat, sőt, az erőszakot, a háborút, pedig soha nem láttak ilyesmiket). Bízunk jobban a gyerekek teremítő, konstrukciós erejében, s tanítsuk nyugodtan akár a fizikai erőtereket is, ha olyan tanulási környezetet tudunk teremteni, amelyben többek között a modellhatás kihasználása segítségével az erőterek fogalma megkonstruálható.

6.3.5. A kontextuselv

Szinte nincs olyan konstruktivista oktatáseméleti elképzeléseket a gyakorlatba átvivő rendszer (vagyis a tanítás-tanulás folyamata megvalósításával kapcsolatos konkrét elképzelés), amely ne említene alapelvei között annak szükségességét, hogy *a gyerekek a*

tanulás során mindig a számukra jól megragadható, gazdag kapcsolatrendszerrel rendelkező, jól ismert, életszerű szituációkban találkozzanak az új ismeretekkel. Ezen elv érvényesítésének fontossága valószínűleg mindenki által közvetlenül belátható. A konkrétság, a gyakorlatiasság nagyon sok nem konstruktivista didaktikai rendszernek is alapvető követelménye. A konstruktivizmus számára azonban még a szokásosnál is fontosabb ez az elv (Resnick 1987). Tekintsük át ennek az okait!

A gyermek által életközelinek értékelt kontextusok közvetlenül kapcsolódnak a gyermek legmélyebb tudásrendszereihez. Az ilyen szituációkban megfogalmazódó problémák, de egyszerűen csak az ingerek is olyan információfeldolgozó területekre futnak be, amelyek gazdagon strukturáltak, a legmélyebb, világnézeti jelentőséggel bíró tudásrendszerekhez kötődnek. Ez a tény fontos abból a szempontból, hogy az ilyen életszerű kontextusban elsajátított tudás nehezebben lesz iskolás, pusztán bemagolt tudás, nagyobb a valószínűsége annak, hogy az alapstruktúrákhoz jól lehorgonyzott tudás lesz. Már talán nem is kellene mondanunk, hogy ez azt eredményezi, hogy *az így elsajátított tudás a gyakorlati, életszerű szituációkban jobban előhívható lesz.*

Ez egyben azt is jelenti, hogy *az ilyen tanulás során nehezebb elkerülni a konceptuális ellentmondásokat.* Az értelmes tanulás bizonyos feltételei jönnek tehát létre az életközeli kontextusok alkalmazásával, s ezért az ellentmondások plasztikusabbá válhatnak, s kifejeződésük esetén jobbak az esélyek a konceptuális váltások végbemenetelére.

Az életszerű kontextus azt a lehetőséget is magában hordozza, hogy az új tudás lehorgonyzása gazdagabb „kötelékrendszerrel” történik meg, vagyis a konceptuális rendszer több eleméhez, kiterjedtebb módon asszociálódik az új tudás.

S még egy előny: *a valós kontextusok alkalmazásával az új tudás várhatóan több tudásrendszer elemeihez is kapcsolódik* (mert az életszerű szituációk általában nem egy, hanem több tudásrendszer bekapcsolódását igénylik), s ezzel az új tudás az egyébként elkülönülő tudásrendszerek közötti kapcsolódásokat is erősíti.

Mit jelent a gyakorlatban a valós, életszerű kontextusok alkalmazása? Azt, ami a megnevezésben benne van, azzal a nagyon fontos megjegyzéssel, hogy a valósság, az életszerűség mindig a tanulóhoz, a konkrét gyermekhez viszonyított. Lehet, hogy az egyik gyermek számára életszerű kontextust jelent egy elvont matematikai probléma is, mert őt éppen az izgatta az elmúlt napokban. A másik gyerek számára ez azonban teljesen idegen. Azt se gondoljuk, hogy elég a tananyagot pusztán valamilyen gyakorlati jellegű környezetbe helyezni, pl. elég a matematika feladatokat a termelés, az építkezések, a vásárlás, és hasonló, gyakorlatiasnak tartott témák keretében megfogalmazni. Pl. a legtöbb ilyen jellegű, szöveges matematika feladat egyáltalán nem jelent életszerű kontextust a gyerekek számára, mert olyan tevékenységekkel kapcsolatosak sokszor, amelyeket a gyerekek vagy egyáltalán nem, vagy csak nagyon ritkán végeznek. Az is súlyos probléma lehet, hogy a gyakorlatiasság erőltetett a kontextus kiépítésében, s inkább megmosolyogtató a feladat megfogalmazása. Az életszerű kontextusok létrehozása meglehetősen nehéz feladat, s tulajdonképpen professzionális eszközrendszerrel kidolgozott *projektek* keretében valósítható meg a leginkább. A kontextuselv érvényesítésében tehát – úgy tűnik – elsősorban a nagyobb, átfogóbb tanítási egységek egy közös projektbe való integrálása segíthet a legtöbbet, olyan projektek kialakítása, amelyek komplex problémamegoldást, önálló munkát igényelnek, érdekesek, a gyerekek életében valóban fontos szerepet játszó jelenségekkel kapcsolatosak.

6.3.6. A többféle megközelítés elve

A tudásrendszerek felépítésével kapcsolatban bemutatott modellből szinte azonnal következik, hogy a *tanulnivalónak többféle megközelítésben kell szerepelnie a tanulási*

folyamatban. Ez a többféle megközelítés azt jelenti, hogy az adott ismeret más konceptuális rendszerek felől megközelítve is szerepeljen, ennek keretében a tudás alkalmazása többféle cél érdekében történjék, s maga az új ismeret többféle kontextusban is előkerüljön. Mindez együtt azt is jelenti, hogy az új ismeret egészen egyszerűen többször is szerepel a tanulás során, ami elemi feltétele annak, hogy az alapstruktúrához, vagy valamilyen már ahhoz korábban rögzített rendszerekhez erősen kapcsolódják. A tantervszerkesztés során elemi feladat annak a rendkívül tudatos végiggondolása, hogy egy-egy új fogalom hányszor, milyen kontextusokban, milyen alkalmazás keretei között és milyen konceptuális rendszerekkel összefüggésben (milyen perspektívából) kerüljön elő. Különösen a tudásváz „igazi” tartóoszlopait jelentő tudáselemek esetén igaz ez.

Ebből az elvből kiindulva a konstruktivizmus is elfogadja azt a más didaktikai rendszerekben, korábban is kimondott következtetést, hogy *a fogalmak érlelődésére hosszú időt kell biztosítani*, s ez úgy lehetséges, ha a lehető legkorábban vezetjük be az iskolai tanítás során ezeket a fogalmakat. Itt kell megemlítenünk – bár ezt sok más ponton is megtehetnénk – egy nagyon fontos, a fogalmak, vagy általában mindenfajta tudás konstrukciójával kapcsolatos gondolatot. Ennek lényege, hogy a tudáskonstrukció nem a konkrétól az absztrakt felé, hanem pont fordítva történik. A kisgyermek is birtokol a felnőtt számára nagyon bonyolultnak, nehezen elsajátíthatónak tartott fogalmakat (anyag, részecskék, hatalom, szabadság, szeretet, stb.), de elvont formában, mintegy rendkívül diffúz struktúraként a világról alkotott alapmodellben, nagyon kevés konkrét ismerethez való kapcsolódással. Ezek egyfajta protofogalmak, természetesen nem meghatározhatóak nyelviileg a kisgyermek számára, legfeljebb egy-két példát, esetet, jelentkezési formát tud mondani velük kapcsolatban. A fogalmak konkrétá válásának folyamata nem más, mint gazdag kapcsolatrendszer formálódása ezen absztrakt elképzelések körül, a fogalmak „megtöltése tartalommal”, nem csak konkrét esetekkel, hanem azok osztályaival, vagyis más absztrakt fogalmakkal is (amelyek szintén protofogalmak voltak korábban). *A konstruktivizmus gondolkodásmódjában tehát az absztrakt fokozatosan konkrétá válik, s nem a konkrét hozza létre az absztraktat.* A többféle megközelítés elvének érvényesítése teljesen világos szerepet játszik ebben a folyamatban. Az elvont fogalmak konkretizálódása éppen a sokféle megközelítés, a több konceptuális rendszer bekapcsolása, a célok pluralizmusa révén játszódik le.

6.3.7. A differenciálás

Evidens tény a konstruktivista gondolkodási rendszerben, hogy a gyerekek különböző tudásrendszerekkel, s így eltérő metakognitív tudással rendelkeznek. Ez a helyzet arra ösztönöz bennünket, hogy a konstruktivista tanulási környezeteket alkalmassá tegyük *különböző előzetes tudásokra épülő, különböző előfeltételeket használó, különböző szándékok és célok alapján felépülő tanulási folyamatok szervezésére.* A korábban már említett, a közösség szintjén megformálódó tanulási folyamatnak tehát olyan gazdag tevékenységstruktúrát kell tartalmaznia, amely lehetővé teszi mindenki számára, hogy az együttes tevékenységbe a saját fejlődését legjobban szolgáló módon kapcsolódják be. Vagyis nincs közös tananyag, nincs közös cél és követelményrendszer, nincsenek egységesen mindenkire ráhúzott módszerek, hanem egy differenciálódást lehetővé tevő, komplex közösségi tevékenységrendszer van, amely biztosítja minden individuum számára az optimális fejlődés feltételeit. A közösségek pedagógiai mérnökei (szakértői), a pedagógusok természetesen rendelkeznek azzal a tudással, ami az ilyen környezetek tényleges felépítéséhez és működtetéséhez szükséges.

A differenciálás legfontosabb, a konstruktív didaktika által is elfogadható alapelveit már a reformpedagógiai gondolkodók kidolgozták. Eszerint a differenciálás nem kötődhet valamilyen tantárgyi teljesítményi szinthez, nem az „okosok” és a „butácskák” közötti megkülönböztetés, kasztosítás és ezzel a szelektív fejlesztés megteremtése a cél, hanem a személyiség gazdagságához való idomulás, minden tanuló legjobban működő tudásterületeinek felhasználása más tudásterületek fejlesztésében (ez utóbbi már konstruktivista megfogalmazás, a reformpedagógiai gondolatokban inkább a mindenkinek a sajátos képességeihez való idomulás követelménye fogalmazódik meg).

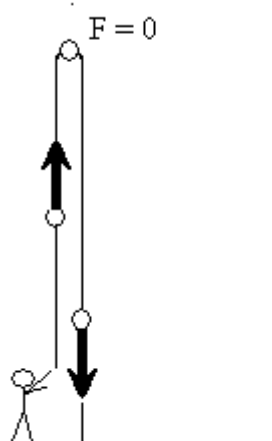
Ha valaki a differenciálás elvét azzal támadja, hogy képtelenség egy akárcsak közepesen nagy tanulócsoportban mindenkit az igényeknek megfelelően ismerni, és egyéni gondoskodásban részesíteni, akkor az a valaki továbbra is a vezérlésre épülő pedagógusi szerepben gondolkodik. Ha pontosan ki akarom jelölni minden egyes gyermek tevékenységét a lehető legnagyobb részletességgel, akkor természetesen a differenciálás lehetetlen vállalkozás. Mi azonban ebben a munkában nem ezt a pedagógusi szerepet tartottuk ideálisnak, hanem azt, amely a közösségnek, e közösség önfejlődésének, öndeterminációjának sokkal nagyobb szerepet biztosít. Olyan „automatizmusokat” kell kiépítenie a közösségnek, amely biztosítja minden előírás, vezérlés nélkül, hogy minden tanuló megtalálja a számára optimális fejlesztést biztosító feladatot. A példa nem teljesen korrekt, de van némi megvilágosító ereje, ezért leírjuk. Gondoljunk a rovarársadalmakra! Ezekben nincsenek irányítók, nincs semmilyen vezérlés, nincs eleve adott program, nincs egy szuperintelligens vezető, aki kijelöli minden egyes rovaregyed (termesz, méh) feladatát, a tevékenység mégis a legnagyobb rendben zajlik. Minden egyed sajátos feladatot lát el. A példa azért sántít, mert a rovarok viselkedését genetikailag kódolt parancsok irányítják, egyáltalán nem beszélhetünk szabad tevékenységről, a cselekvés rendkívül erős korlátokkal rendelkezik. A decentralizált rendszerek működésével kapcsolatban mégis jelez bizonyos összefüggéseket ez a példa, s talán némileg érthetőbbé teszi, mire gondolunk akkor, amikor a tanulócsoportok működését is ilyen decentralizált rendszerműködésnek képzeljük.

6.3.8. *Az értékelési folyamatok a konstruktivista szemlélet keretei között*

Minden pedagógus számára evidens követelmény lehet, hogy *a pedagógiai értékelésnek a mély, a hosszú távon megmaradó tudást kellene mérnie*. Mit mond egy ötös, ha három hónap múlva már szinte teljesen elenyészett az a tudás, amire vonatkozott? Márpedig túl gyakran ez a helyzet. Olyannyira, hogy a pedagógiának nagyon komoly lelkiismeret furdalást kellene éreznie. Nézzünk meg bizonyos tényeket!

Ma már nagyon sok mérési adattal alátámasztott állítás, hogy az emberek többsége a fizikai mozgásokat nem az iskolában tanult, newtoni szemléletben értelmezi, nem az iskolában szerzett tudás szerint gondolkodik a testek mozgásáról, hanem ahogyan ezt annak idején Arisztotelész tette (Viennot, 1979). Az emberek 80 %-áról van szó, azokról, akik legalább kétszer (általánosban és középfokú tanintézetben is) megtanulták Newton törvényeit. Illusztráljuk ezt egy példával, amit a következő rajzzal szemléltetünk:

6.2. ábra: Milyen válaszokat adott 92 megkérdezett középiskolás egy egyszerű, a Newton féle mozgástörvények alkalmazását igénylő kérdésre?

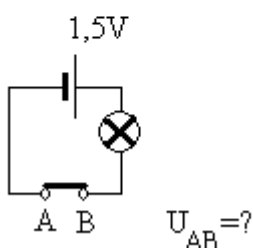
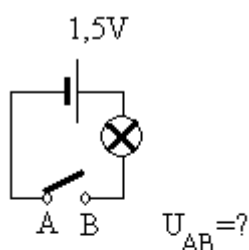


Gimnáziumi 3. osztályosokat kérdeztünk arról, hogy vajon milyen irányú erő hat egy feldobott labdára a felfelé repülésének egy pontjában, a pályája tetőpontjában és a leszálló ág egy pontjában. A megkérdezett közel 100 középiskolás közül szinte mindenki, akik akkor egy-két éve tanulták újra a Newton-törvényeket, rosszul válaszolt a kérdésre, egy kivételével az itt is lerajzolt ábrát kaptuk tőlük. Az ábra hibás, hiszen mindhárom pontban ugyanakkora, lefelé ható erőt gyakorol a gravitációs mező a labdára (a feladat szövegében a levegő hatását kértük elhanyagolni). A példára még visszatérünk, mert egyéb vonatkozásai is érdekesek számunkra, most csak annyi fontos, hogy egy a fizika tantárgy alapvető fejezeteihez tartozó témában szinte teljesen elveszett a tudás, vagy pontosabban fogalmazva, egy egészen egyszerű, hétköznapi kérdést feltéve a tanulók nem a megkívánt választ adják, méghozzá egészen megdöbbentő arányban.

Ugyanezt a jelenséget szemlélteti a következő ábra is. Itt két nagyon egyszerű áramkör van, az egyikben a kapcsoló nincs zárva, a másikban zárva van. A kapcsoló kivezetésein mérhető feszültségre kérdezzük rá a két esetben.

6.3. ábra: Egy egyszerű elektromosságtani feladat – mekkora a két esetben a kapcsoló kivezetésein mért feszültség?

A gyerekek döntő többsége, bármikor tanulták is korábban az ide tartozó ismereteket, úgy



válaszol, hogy a nyitott áramkör esetén 0 V a feszültség, a zártnál pedig 1,5 V. Ez azonban a fizika tudománya szerint éppen fordítva van. Pedig ezek a gyerekek, vagy legalábbis egy jó részük elég jól tudtak válaszolni az elektromosság tanulása során a dolgozatokban feltett, szokványos kérdésekre, amelyek esetén fel kellett eleveníteniük valamilyen tanult, bebiflázható, tényszerű ismeretet, vagy reprodukálniuk kellett valamilyen, szintén elég jól memorizálható feladatmegoldási algoritmust. Akkor mit mértek vajon azok a dolgozatok?

Úgy tűnik, hogy *amit az iskolai értékelésben mérünk, az egy idő után akár szinte teljesen elveszhet, illetve az iskolai értékelés gyakran egyáltalán nem a mélyrétegekben elhelyezkedő tudást méri*, hiszen annak alkalmazásával a gyerekek valami egészen más következtetésre jutnak, mint amit az iskolában elsajátított tudás alkalmazása esetén várnánk.

A már említett, Csapó Benő által irányított kutatásról szóló beszámolókból, az itt középpontba állított jelenséggel kapcsolatban szintén találunk nagyon alapos vizsgálati eredményeket. B. Németh Mária (1998) a gyakorlati jellegű természettudományos tudás szintjét, míg Korom Erzsébet (1998) a tévhitek jelenségvilágát vizsgálta, többek között egy az általunk is leírt (labdás) feladathoz hasonlóval is.

Lehet sokaknak hiányérzetük, hogy itt csak természettudományos és matematikai ismeretekről van szó. A szerző ezzel a nevelési területtel foglalkozik, amelyen ráadásul a kutatások is sokkal előrébb tartanak, ezért ez az egyoldalúság. De talán nem árthat, hiszen ha az objektívebbnek, jobban értékelhetőnek tartott reál területeken ez a helyzet, akkor mit várhatunk a humán, társadalmi, történelmi, művészeti területektől? Úgy véljük, így fogalmazva az egyoldalúság inkább még komolyabb figyelmeztetést jelent, a problémák még élesebb felvethetőségét eredményezi.

Vizsgáljuk meg a pedagógiai értékelés egyik funkciójának, a gyerekek számára való visszajelzésnek a lényegét és gyakorlati megvalósulását! Azt kell állítanunk, hogy *e funkció értelmezésével és gyakorlati érvényesülésével alapvető problémák vannak*. Először is tisztázzuk ennek a funkciónak a lényegét! Minden értékelési mozzanat visszajelzés, a pedagógiában ez azt jelenti, hogy a gyermek teljesítményének mérésével kapott információk fontosak lehetnek a gyermeknek magának, a pedagógusnak és a szülőnek egyaránt. Vajon miért és hogyan válnak fontossá ezek az információk, s hogyan használatnak fel a tanítás-tanulás folyamatában? Ne foglalkozzunk itt a szülők számára történő visszajelzéssel (a téma egyébként fontos, de nem kapcsolódik szorosan itteni tárgyalásunkhoz).

A *pedagógus számára való visszajelzés* azért lenne fontos, mert tájékoztatna az elsajátítás mértékéről és tartalmi problémáiról, lehetővé tenné, hogy hibákat korrigáljunk, megváltoztassuk eredeti terveinket. Ez a visszajelző szerep – jól ismert – a tanítás-tanulás folyamatának szabályozási folyamatá tétele szempontjából lenne fontos, azt jelentené, hogy a pedagógus munkája nem merev program szerinti *vezérlés* lenne, hanem az irányított rendszerben kiváltott hatásokat állandóan figyelembe vevő, flexibilisen működő *szabályozás*. Ilyen típusú visszajelző szerepe azonban az iskolai értékelésnek ma alig van. A korábban kifejtett, a pedagógus szerepének változásával kapcsolatos konstruktivista elképzelések szerint pedig ez a visszajelzés valójában az egész pedagógiai közösségnek szólna. Erről meg már végképp nem beszélhetünk.

A magyar iskolarendszerben a pedagógiai értékelés formái közül elsősorban a *szummatív* jellegűeket alkalmazzuk, és szinte teljesen háttérbe szorulnak a *formatív* és a *diagnosztikus* formák. Mint ismeretes a szummatív értékelés lezáró, összegző, nem teszi lehetővé a korrekciókat, tehát nem érvényesül vele az értékelésnek magára a folyamatra ható, visszajelző funkciója. Ilyen formák a vizsgák, a felelések, a témazáró és egyéb dolgozatok, tehát mai értékelési gyakorlatunk legfőbb formái.

A *formatív értékelés* formáló, fejlesztő, vagyis elsősorban azért csináljuk, hogy a tanítás-tanulás folyamata közben szerezzünk információkat a részcélok eléréséről. A formatív értékelés lenne tehát az az értékelési forma, amely az előbb jellemzett, valódi, kibernetikai

értelemben felfogott visszajelzést megvalósítaná. Sajnos az ilyen értékelések szinte teljesen hiányoznak a hazai pedagógiai gyakorlatból.

Foglalkozunk most azzal, hogy *az értékelés milyen visszajelzést jelent a gyermek számára!* Bizonyára sok kollégánk fogalmazna úgy, hogy az értékelés figyelmeztetés a tanuló számára, hogy esetleg jobban kell tanulnia, vagy éppen ellenkezőleg: megerősítés egy jól végzett munka után. A pedagógusok többsége a visszajelző funkció lényegének éppen ezt tartja, tehát, hogy *a tanuló számára van jelző értéke az értékelésnek.* Ez azonban a helyzet súlyos félreértése. Az ilyen értékelés a már lezárt tanulási szakaszra nincs hatással, legföljebb a következőre. Nyoma megmarad, megváltoztatni a beírt jegyet – az esetek döntő többségében – már nem lehet, még akkor sem, ha esetleg a tanuló a későbbiekben mégiscsak jól megtanulja a szóban forgó anyagrészt. De még súlyosabb probléma, hogy ez a vélemény egyoldalúan a tanuló felelősségévé teszi a tanulás eredményességét, azt a hallgatólágos véleményt tartalmazza, hogy a pedagógus mindent megtesz a magas szintű elsajátítás érdekében, a gyerek felelőssége, hogy ebből mennyit tud profitálni. Vagyis a visszajelzés a legtöbb pedagógus számára nem a folyamatot befolyásoló, a differenciálást, a módszerkiválasztást, a feladatokat, s a folyamathoz tartozó más, a pedagógustól – illetve tágabban a pedagógiai közösségtől – függő döntéseket meghatározó tényező, hanem a tanuló regulázása, s ezzel az egyoldalú vezérlés eszköze.

Az értékelés tanuló számára visszajelzést jelentő szerepe azonban egy még az itt felsoroltaknál is sokkal súlyosabb problémát rejt magában. Az értékelést a csak a tanuló számára visszajelzésként kezelő szemlélet erős *behaviorisztikus gyökerei* könnyen felfedezhetők. A mechanisztikus inger-válasz tanulásszemlélet, a *megerősítés* jelentőségének egyoldalú kiemelése nyilvánul meg ebben a gondolkodásmódban, teljesen figyelmen kívül hagyva mindazt, ami az elmúlt 40 – 45 évben, a kognitív forradalomnak nevezett folyamat hatására bekövetkezett. Ez a gondolkodásmód nem az iskola, az adott pedagógus által értékesként nyilvántartott tudás szerinti *belső meggyőződések* kialakítását tartja a fontosnak, hanem egyfajta „idomításként”, az állandó megerősítések és nem megerősítések játékaaként képzei el ennek az értékrendnek az elfogadtatását. A követelmények formális teljesítésére, s nagyon sokszor magolásra, formális elsajátításra nevel. A tanulónak meg kell mérnie természetesen saját tudása adaptivitását, de ez egy mechanisztikus, egyértelműen a pedagógus által meghatározott formában történik, vagyis *a tudás „pedagógiai adaptivitása” értékeltetik.* A gyerek a pedagógiai szituációkhoz kezd el igazodni, kondicionálódik bizonyos viselkedésekre, „kitanulja”, hogyan, milyen nyelven, milyen fordulatokat és milyen formális, nem igazán megértett algoritmusokat alkalmazva kell válaszolnia. Elsősorban a pedagógiai szituáció jellegzetességeire figyel, s nem a tudás tartalmára, a tudásnak pedagógiai, s nem a saját életében érvényes adaptivitását méri le. Ez teljesen világosan a behaviorizmus tanulásszemléletének megfelelő folyamat, miközben számunkra a kognitív folyamatok, a tudás „valódi” adaptivitásának megmérése lenne a fontos.

Tragikusan látszik ez a hatás a fent tárgyalt példák kapcsán. Azt láttuk, hogy a szokásos pedagógiai értékelés keretében nem a tanulók mély, hétköznapi szituációk elemzésére szánt tudása nyilvánul meg (mozgáskép, elektromos áramkörrel kapcsolatos elképzelések), hanem a pedagógiai szituációkban történő megméréstésre tartogatott tudás. Vagyis a mindenki által nagyon fontosnak tartott, csak a gyerek számára információkat adó visszajelzés az értékelési folyamatokban valójában egy régen meghaladott (vagy csak meghaladni kívánt?) pedagógiai gondolkodásmód maradványa.

Kritikánk nem általában a visszajelzés problematikusságáról szól, hiszen ilyen típusú értékelő megnyilvánulásokkal van tele minden ember élete; az a szociális közeg, amelyben élünk, állandóan értékeli tevékenységünket, teljesítményeinket. Ez a közeg természetesen az iskolából sem hiányozhat. A probléma sokkal inkább a következőkben keresendő. (1) A tudás adaptivitását szinte *kizárólag csak a pedagógus megnyilvánulásai* értékelik. (2) Az értékelés

nem a belső, kognitív folyamatokra irányul, hanem *csak a külső, viselkedéses megnyilvánulásokra*. (3) Az eljárás egyáltalán nem törődik azzal, hogy mindenfajta értékelés a gyermek kognitív szűrőmechanizmusain halad át, vagyis *az értékelés is értékeltetik*. (4) Az értékelés kritériumrendszere sokkal inkább igazodik egy *pedagógiailag megkonstruált világhoz*, mint a gyermeket ténylegesen körülvevő, valóságos társadalmi, technikai és természeti környezethez.

Kísérreljünk meg azonban felvázolni egy alternatív elképzelést a pedagógiai értékeléssel kapcsolatban. Mit is mérünk az értékeléssel? Ha egy kicsit leegyszerűsítő is a válasz, akkor is elég jó közelítéssel válaszolhatjuk erre azt, hogy a gyerekek tudásának szintjét mérjük. Korábban már bemutattuk, mit is értünk tudásrendszer alatt, felvázoltuk szerkezetét, működését, s leírtuk azt is, hogy miként értelmezzük a minőségét.

A konstruktivista pedagógia egyik nagyon fontos értékelési mondanivalója: *számunkra a gyerekek mély, eredeti meggyőződése a fontosak, pontosabban azok, amelyeket a hétköznapi szituációkban, életteli kontextusokban használnak, illetve amelyeket ilyen tudásrendszerekhez horgonyoznak le*. Ezek azok a tudáselemek ugyanis, amelyek megmaradnak, amelyek hosszabb távon hatnak, mert a világ nagyon mély, eredeti elképzelésének részei vagy továbbépítései.

Természetesen az iskolában megtanult tananyag is lehet ilyen, s valójában ez a célunk. Szeretnénk, ha a gyerekek olyan tudást konstruálnának meg magukban, amelyet az életben a valóságos, életszerű szituációkban használnak majd. Szeretnénk, ha nem csak a matematika feladatok iskolai megoldása során, hanem egy-egy gyakorlati probléma, pl. egy családi ház tervezgetése közben is azt használnák, amit matematikából tanultak. Szeretnénk, ha a verseket nem csak a magyar tanártól való ötoszterzési akciók eszközének, a szöveggyűjtemény furcsa objektumainak tartanák, hanem életük részének. Szeretnénk, ha a nemzetiségi politika történelmi tényei nem csak egy történelem felelés szükségyszerűen visszaadandó rekvizitumai lennének, hanem a valóságos életben más népekkel való találkozás során kialakítandó értelmes, a másságot elfogadó magatartás alapjai. Ez azonban nem megy akkor, ha az iskolában elsajátított tudás *iskolás tudássá* válik, ha csak azért birtokoljuk, hogy másnapi felelésben, vagy a hétfői érettségi dolgozatban vissza tudjuk adni, aztán a feledés homályába veszhet az egész. Persze az iskolás tudás is konstrukció eredménye, a gyerek kifejezetten a pedagógiai szituáció kedvéért, a visszaadás kötelezettsége miatt hozza létre, még sajátos struktúrája is lehet. Másodlagos tudás ez, a mély, eredeti ismeretekhez képest „egy másik rétegben” helyezkedik el, sokszor csak gyengén kötött, bemagolt elemeket tartalmaz, nincs erős struktúrája, nehezen hívható elő a gyakorlati szituációkban, mert nem azoknak belső képeihez kapcsolódik.

A konstruktív pedagógia azt állítja, hogy nagyon sok értékelési problémánk ebből a helyzetből származik. Amit mérünk, *az a legtöbbszor csak a nem igazán belsővé vált, az eredeti világképhez nem igazán lehorgonyzott, iskolás tudás*. A konstruktív pedagógiai elképzelés segítségével nagyon jól tudjuk magyarázni, hogy miért veszik el olyan hamar az ilyen tudás, hogy miért lehet olyan kicsi hatékonyságú nagyon sok gyerek esetében, s azt is, hogy az osztályzatok miért különülnek el olyan bántó mértékben a tesztekkel vizsgálható tudástól. A döntő ok természetesen a tanításban van, maga a tanítás nem teljesíti ezeket a szigorúbb feltételeket.

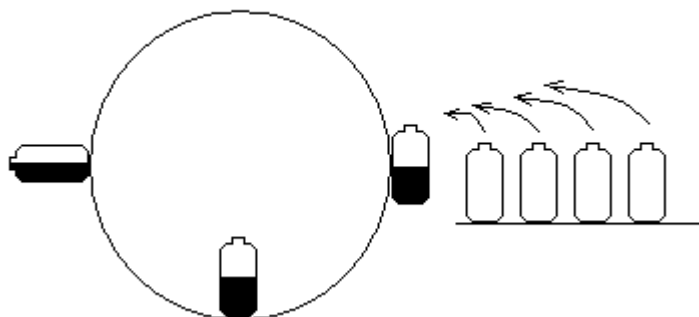
Az értékelésnek, legalábbis annak az értékelésnek, amely diagnosztizálni akarja a tanulási folyamatot, amely tehát elsősorban formatív funkcióval bír, hozzá kell férnie az itt középpontba állított tudásrendszerekhez, vagyis értékelnie kell a következőket:

- *Értékelnie kell a tudásrendszer telítettségét, gazdagságát*, vagyis azt, hogy megvannak-e azok az elemek, amelyek feltétlenül szükségesek a rendszer felépítéséhez. Ezt azonnal viszonylagossá tesszük, mert valójában nem az a fontos, hogy sok apró információval rendelkezzen az ember, hanem az, hogy jó (értsd: a

való életben adaptívna bizonyuló) struktúrákat birtokoljon, vagyis sokkal inkább egy tudásvázlat, amelynek elemei közül más, kevésbé fontos elemek kieshetnek, de a váz, a mindig könnyen kitölthető szerkezet – az alapvető világszemlélethez jól lehorgonyozva – megmarad.

- *A tudásrendszer elemei közötti kapcsolatok erősségét* kell értékelni. A laza kapcsolatok azt eredményezik, hogy a megfelelő helyzetekben sem elég gyors egy-egy feladat, probléma megoldása, vagy esetleg nem is lehetséges.
- Értékelni kell *az adott tudásrendszernek más tudásrendszerrel kialakított kapcsolatai gazdagságát és erősségét* is, hiszen ez alapvetően meghatározza a tudásrendszer alkalmazhatóságát. Elő lehet-e hívni más területről ezt a tudást, el lehet-e jutni hozzá? Megvannak-e az ehhez szükséges kapcsolatok, s elég szorosak-e?
- Átfed az előzővel, hogy értékelni kell a *tudásrendszer elérhetőségét*. Vajon egy gyakorlati szituáció előhívja-e az adott tudásrendszert? Hiszen ez a legfőbb célunk, gyakorlati, használható tudás konstrukcióját szeretnénk elősegíteni.
- Azt is értékelni kell, hogy vajon *az adott tudásterület tartalma milyen*. Ez alatt most azt értjük, hogy a gyermek alapvető elképzelése azzal a tudásterülettel kapcsolatban micsoda, jól megfelel-e annak, amit tanítani szeretnénk, vagy valamilyen más, sajátos, egyéni gyermektudományi elem. Ez utóbbi nem feltétlenül baj, de sokszor gátja lehet a későbbi tanulásnak. Ha valakinek nem sikerül mélyen elsajátítania a newtoni mozgásleírást, hanem megmarad az arisztotelészi világképnél, vagy ha nem sikerült versolvasóvá nevelnem, akkor az ő esetében hiábavalóak voltak a törekvéseim, s további iskolai pályafutása során is nagyon nehéz helyzetben lesz.
- Tudnunk kell, hogy egy adott teljesítmény mögött milyen státuszú tudás áll! Vajon a gyerek azért tudott megoldani jól egy feladatot, mert nagyszerűen elsajátította az ilyen feladatok során szokásos viselkedést? Valójában ilyenkor nem fogja fel a probléma lényegét, csak azt a bizonyos iskolás tudást működteti. Olyan feladatokra, olyan megmértetésre van szükségem, amely szinte megkerüli ezt az iskolás tudást, nem teszi lehetővé annak formális működtetését. Íme egy példa:

6.4. ábra: Milyen módon helyezik el felnőttek is a Földre a tintával félig telt flaskákat?.



Itt az a feladat, hogy el kell képzelni a Földgolyót, s rajta az északi sarkon, a déli sarkon, a rajzon a szélső keleti és nyugati pontokon el kell helyezni óriásinak képzelt flaskákat félig tintával töltve. A feladat nehéz, pedagógusi diplomával rendelkezőknek is egy nem elhanyagolható része küzd problémával a megoldása során, s rajzol olyan hibás elemeket, mint amelyeket az ábrán is bemutatunk. A gyerekek is, pl. nyolcadikosok is így vannak ezzel, pedig egészen jól tudják, hogy a Föld gömb alakú, s a gravitációja a tárgyakat a középpontja felé húzza. E nehéz feladat esetén, még e nagyon jól elsajátított tudás ellenére is előbukkanhat a régebbi, a már eltemetett elképzelés, vagy a Föld laposnak képzelése, vagy az a korábbi tudás, hogy létezik a Világűrben egy abszolút, a Földtől független, függőleges irány.

Az ezekben a követelményekben kibontakozó értékelés-felfogás alapvetően eltér attól, ahogyan ma gondolunk a pedagógiai értékelés folyamatára. Nézzük végig pontokba szedve, hogy milyen konkrét következmények vezethetők le mindebből egy konstruktivista pedagógiai gondolkodásmód keretében!

- Az értékelés eredménye legalább annyira a *pedagógus munkájára* vonatkozik, mint a gyermek teljesítményére. A fentiek alapján ez a következtetés világos lehet, s valahol mélyen minden pedagógus nagyon jól tudja. Az a fontos kérdés, hogy vajon megtettem-e mindent azért, hogy a gyerekekben a konstrukciós folyamatok valóban végbemenjenek, s lehetőleg egy használható végeredményt produkáljanak? Ha nem az a feladatom, hogy valamit közvetítsek – hiszen a konstruktivista felfogás nem fogadja el, hogy a pedagógusnak ez lenne a feladata – akkor azonnal sokkal nagyobb lesz a felelősségem. Fontossá válik, hogy milyen körülményeket teremtettem a konstrukciók személyes formálásának folyamatához, mennyire tudtam differenciáltan, szinte az egyes gyerek konstrukcióinak szintjéig lemenően menedzselni ezt a folyamatot, észrevettem-e közben a problémákat, de még előbb is, az egész tanítási blokk megkezdésekor jól mértem-e fel az adott helyzetet, a gyerekek előzetes tudását és lehetőségeiket? Vagyis az a szemlélet, amely a gyermekre hárítja a felelősséget egy tudás elsajátításával kapcsolatban, mondván, hogy „én minden tudásomat latba vetve átadtam tisztességesen az anyagot”, ez a szemlélet a konstruktivista pedagógia keretei között megbukik. A konstruktivizmus totálisan gyermekközpontú pedagógia.

- A konstruktivizmus fentebb kifejtett nézetei a tudásról, annak szerveződéséről egy meglehetősen összetett, komplex képet vázolnak fel. Lehetne persze a következőt mondani: „A gyerekeket az értékelés során problémák elé kell állítani, olyanok elé, amelyek igénylik, hogy alkalmazzák az adott tudásterületüket. Ekkor valójában ennek a tudásterületnek a színvonala mérettetik meg, minden jellegzetességével, tehát a teljesítményből globálisan lehet következtetni az adott tudásterület milyenségére”. Lehet ezt mondani, de ebben az esetben kifejezetten valamilyen szummatív értékelésről beszélünk, s szóba sem jöhet az értékelés formatív vagy diagnosztikus hatása. Ha a gyerek egy probléma megoldása során kudarcot vall, akkor annak vajon mi lehetett az oka? A tudásterület nem kellő telítettsége, vagyis tudáshiány? A kapcsolatok nem elég szorosak voltak? Vagy a gyerek esetleg nem is tudja értelmezni a feladatot, mert a világ szóban forgó szeletéről ő egészen másképpen gondolkodik, s a problémával nem tud mit kezdeni? Vagy a szituációból nem tud eljutni a megfelelő tudásterülethez? Ha csak egy szummatív értékelés a célom, akkor ez nem probléma, végül is majdnem mindegy, hogy a gyerek miért nem tudta megoldani a feladatot, a kudarc valamilyen módon negatívan minősíti az elsajátított – pontosabban megkonstruált – tudását. S ez a szemlélet a valóban kiküszöbölhetetlen szummatív értékeléseknél, pl. az érettségi vizsgánál tulajdonképpen elfogadható. De nem elfogadható akkor, ha formatív vagy diagnosztikus értékelés a célom. Ezekben az esetekben éppen az a lényeg, hogy mi a kudarc oka.
- Az értékelésnek, amennyire csak lehet *valóságos szituációkon, életszerű helyzeteken kell alapozódnia*. Ilyennek kellene lennie már az oktatásnak is, s nem csak az értékelésnek. A gyakorlatban ez csak ritkán érvényesül. A valóságos szituáció azt a tudást hívja elő, amellyel a gyerek a való életben szokta elemezni és megoldani a problémákat, s mi éppen ezt a tudást szeretnénk értékelni. A valóságos szituáció megméri a tudás innen való elérhetőségét, információt nyújt a teljesítés arról, hogy a megszerzett tudás csak egy pedagógiai kontextusok számára fenntartott, vagy pedig mélyen a világképi elemekhez rögzített tudás-e.
- Ha a konstrukció fontos a tanulásban és eredményességében, akkor világos, hogy nagyon fontossá válnak az *önértékelési folyamatok*. Ez azonban itt nem pusztán egy elvont gyermekközpontúság, egyfajta absztrakt humanizmus következménye, hanem nagyon is racionális következtetés. Ugyanis a konstrukciós folyamatok közvetlenül nem befolyásolhatók, a gyermekben magában zajlanak, nagyon személyesek. A tudás ilyen személyessége, azt igényli, hogy használhatóságát, az önmaga számára való fontosságát elsősorban maga a tanuló ember mérje föl. *Ez lép a behaviorisztikus külső megítélés, visszacsatolás, megerősítés helyébe. A gyermek nem gépként olvasztja magába, s engedi érvényesülni a külső értékelést, hanem saját „kognitív szűrőin” átengedve, az önértékelés egyik tényezőjeként használja.* Ehhez persze nekünk eszközöket és viszonyítási pontokat kell szolgáltatnunk. Ha pl. azt tesszük, hogy a hibásan megoldott feladat, hibásan megválaszolt kérdés általunk helyesnek tartott megoldását, megválaszolását tárjuk a gyermek elé, s arra kérjük, hogy elemezze, hol hibázott a gondolkodásban, pontosabban próbálja meg megmondani, hogy miért más az ő megoldása, mint a mienk, akkor ez az eljárás nagyon sok haszonnal járhat. Ez egy sajátos önértékelés, azt a folyamatot követheti végig a gyerek, amit bejárt a feladat megoldása során, s ez fontos tapasztalatokhoz juttathatja. Egy ilyen tapasztalat sokat ér a tanítás folyamatában, s valami egészen más attitűdöt igényel a pedagógus részéről, mint az, ha – bocsánat a kifejezésért – szinte megtorlásként egyest adunk a kudarc okán, mindenféle elemzés, önértékelés nélkül. Rájöhetünk, rájöhet a gyerek e folyamat

során, hogy a tudásterület szervezésével, az alapvető elméleteivel van valami baj, vagy legalábbis eltérés a mások által birtokoltakhoz képest. De más is kiderülhet, s természetesen az is lehet, hogy adott esetben nem derül ki semmi. De nagyobb a valószínűsége annak, hogy a folyamat sikerre vezet.

- Szinte kapcsolódik e ponthoz, hogy *az értékelésnek valamilyen módon ki kellene térnie a metakognitív tudásra is*. Ez ahhoz hasonlít, amit a reformpedagógiai szemléletmódban a személyiség értékelése iránti igénynek neveznek. Nem könnyű ez az értékelés, hiszen a metakognitív tudás is konkrét, más tudásterületekhez tartozó problémák megoldása, kérdések megválaszolása során nyilvánul meg, s ezért nehéz elkülöníteni a metakognitív tudás hatását a konkrét feladathoz kötődő tudásterület jellemzőinek hatásától. Még a pedagógiai kutatásokban is gyermekcipőben jár az ilyen jellegű vizsgálatok módszertana, mit szóljon akkor a pedagógus. Fontos azonban, hogy adott konkrét esetekben számításba vegyük a metakognitív tudásban esetleg jelen lévő problémákat is. Mondjunk egy olyan példát, ami nem ismeretlen a matematika tanárok előtt. Főleg kisebb gyerekek metakogníciójában helyezkedhet el egy olyan elem, ami problematikus következtetésekre vezetheti őket, ez az a gondolkodásmód, hogy egy példából, esetleg néhány példából általánosíthatunk minden esetre. Korábban már bemutattuk, miért problematikus ez az eljárás egy általánosabb, ismeretelméleti szempontból. Ha egy gyerek a geometria feladata kapcsán azt mondja, hogy amit kérdeztek az „látszik az ábrán”, akkor ott bajok vannak a gondolkodásmóddal. Ez egy triviális jelentkezése a metakogníció átalakítandó jellegzetességének, s érdekes, hogy a matematika tanárok még számos ilyen tipikus „hibát” tudnak említeni. Ezek nagyon fontosak számunkra, nem renyheséget, nem lustaságot, nem fegyelmezetlenséget, nem tanulási zavarokat mutatnak, hanem a metakognitív rendszer bizonyos sajátosságait, olyasmit, aminek megváltoztatását esetleg ki kell tűznünk feladatként.
- A konstruktivizmus nehezen tűri a tudásrendszer értékelésének osztályozásos módszerét. Persze ismét arról van szó, hogy ha szummatív értékelés a célunk, s egy általánosan elfogadott standardhoz viszonyítva akarjuk megmondani, hogy milyen színvonalú egy gyermek tudásszintje, adott tudásterületének minősége, akkor eljárhatunk így is. Óvatosságra int azonban, hogy az ötfokú skála nem túl jó megkülönböztető képességgel rendelkezik, valójában azonban itt nem csak skálaproblémáról van szó. Általában is van egy bizonytalanság a teljesítmények megítélésében, amit még csak fokoznak azok a pszichikai tényezők, amelyek jelentősen befolyásolják a gyermekek teljesítményét (izgulás, a teljesítménykényszer aktuálisan negatív hatásai, a környezet befolyásoló szerepe, stb.). A szummatív megmérések ezért nem csak a tudásrendszer milyenségét mérik, hanem a stresszel kapcsolatos tűrőképességet, a szerepléshez kapcsolódó képességeket (amik mögött persze a gyerekeknek a világgal, önmagával kapcsolatos tudásrendszere áll). *A formatív és a diagnosztikus értékelések esetén pedig már egészen problematikus az osztályozás.* (Igaz persze, hogy a legtöbb hagyományos megközelítés sem állított mást!) Nem is elsősorban negatív pszichikai hatásai miatt, hanem mert *nem fejez ki semmit*. Amikor tartalmi jellegzetességeket akarunk megállapítani egy tudásrendszerrel kapcsolatban, vagy értékelni akarjuk magát az elsajátítási folyamatot, amikor problémák okait vizsgáljuk, akkor abszolút semmitmondó, hogy a gyerek teljesítménye pl. 3-as volt. Ráadásul az osztályzat a gyermek és a szülő számára nem az adott tudásrendszer színvonalára vonatkozó jelzés, hanem generalizálódik, kiterjed az egész gondolkodásra, tanulásra, ahogy mondani szokták (igencsak helytelenül) a „képesség” megítélésére. Vagyis az

osztályzat sajnos nagyon is alkalmas a szelekciós funkció szolgálatára, s ezzel valójában negatív pedagógiai szerepet játszik azokban az esetekben, amelyekben nem szummatív értékelésről van szó.

- Az értékelés kérdését tekintve valójában a sötétben tapogatózunk egyelőre. A jól hangzó és a nem beavatottak számára kellően misztikus eszmefuttatások a mérésmetodikáról csak elfedik azt, hogy a nagyon magas szintű módszerek csak a szummatív értékelés objektivitásának, reliabilitásának és validitásának emelését szolgálják (ez sem kevés persze), de lényegében *semmilyen mondanivalójuk nincs a formatív értékelés metodológiájával kapcsolatban*, s ebben a kérdésben valójában nagyon keveset tudunk mondani. Hogyan mérjük egy tudásterület megkomponáltságát, vagyis azt, hogy a megfelelő tudáselemek között vannak-e kapcsolatok, s azok kellően erősek-e? Hogyan mérjük egy tudásterület elérhetőségét? Egy probléma megoldása során mi tulajdonítható az adott tudásterület fejlettségének, s mennyire játszik szerepet a teljesítményben a metakogníció megfelelő színvonala? És általában, ha előttünk van egy komplex tanulói teljesítmény, akkor abból hogyan hámozhatók ki az egyes összetevők? Egy komplex teljesítményből valószínűleg sehogyan sem. Olyan speciális feladatokra, kérdésekre, problémaszituációkra van szükségünk, amelyekben reményeink szerint viszonylag vegytisztán megnyilvánulhat egy tudásterület egy és csak egy jellegzetessége. Pl. a gyermektudományi vizsgálatokban szereplő feladatokkal (ld. később) valószínűleg lehet mérni azt, hogy a gyermek adott tudásterületet meghatározó, saját, belső elmélete megfelel-e annak, amit tanítani szeretnénk (pontosabban: a gyermek reakciója a feladatra az-e, amit egy a tanítás követelményeinek megfelelő kognitív struktúra megléte esetén vár az, aki vizsgálja a gyermek adott tudásterületét). Világos, hogy ehhez nagyon gondos analízis kell, a feladatban nyújtott teljesítmény valóban csak attól az egy jellegzetességtől kell, hogy függjön, a feladat megoldásához valóban a tudás mélyrétegeit kelljen igénybe venni, stb. Ezek rendkívül erős feltételek, s nagyon sok kísérletezés, alapos elemzés, kritikus vizsgálat szükséges ahhoz, hogy a megfelelő feladatok rendszere a tudásterületekhez rendelt módon kialakulhasson. Egyes jellegzetességek mérésével kapcsolatban ma még elképzeléseink sincsenek, ilyenek elsősorban a tudáselemek közötti kapcsolatok erősségét, valamint a metakogníciót érintő kérdések.

A fentiekből elvileg már kibontakoznak egy a jelenlegi gyakorlatban meghatározónak tekinthető pedagógiai értékeléssel még csak köszönő viszonyban sem álló, lehetséges modell körvonalai. A pedagógiai értékelésnek ebben a modellben három funkciót kellene hordoznia, s ez a három funkció egyben három különböző értékelési tevékenységrendszerben jelenne meg (természetesen itt csak a gyerekek teljesítményének értékelési feladataival foglalkozunk). A három felállítandó funkció:

1. Egy csakis a gyerekek tudásának megmérésére épülő, szummatív jellegű értékelésekben realizálódó minősítő funkció.
2. A pedagógus, tágabban a pedagógiai közösség számára való visszajelzés, amelynek konkrét hatása a tanítás programjának szabályozása.
3. A tanuló saját tudásának önértékelési folyamata, amelyben a tudás való életbeli adaptivitása válik értékelhetővé a gyermek számára, azért, hogy a belső konstrukciók optimálisan formálódhassanak.

Nézzük meg részletesebben ezeket a funkciókat és a nekik megfelelő tevékenységi rendszereket!

A *minősítésre* – nem mai, sok problémát hordozó formájában – úgy tűnik, még hosszú ideig szükségünk lesz. A minősítési funkció jelenti a továbbtanulásra való hatást, a munkába állást segítheti, stb. Meg kell mérnünk, hogy tanulóink egyenként milyen helyet foglalnak el saját korosztályukon belül, egy-egy tudásterületüket tekintve. Ez egyéni és intézményi döntéseket befolyásoló tényező.

A minősítő funkció kiteljesítéséhez szükséges méréseknek azonban nem szabad hordozniuk azokat a problémákat, amelyeket ma hordoznak. Nyilván *szummatív értékelésekről van szó*, de mindenképpen *kritériumorientált formában* szükséges a megvalósításuk. Ez a központi érettségik és a felvételi dolgozatok esetében ma is így van. Azt azonban nem állíthatjuk, hogy a teljes érettségi és a teljes felvételi rendszer kritériumorientáltan működik, tudjuk, milyen sok az olyan elem ma, amely két azonos tudás értékelését egészen különbözővé teszi. Hosszú távon ugyan – mert ma igen nagy az ellenállás ezzel szemben -, de „ki kell irtani” az ilyen elemeket ezekből a megmérésekből.

A minősítő funkció ellátásának tevékenységrendszerébe nem értjük bele az iskolában szerezhető félév- és év végi osztályzatokat, valamint a részosztályzatokat. Így pl. a fent kifejtett alapelvek alapján egyértelműen szemben állunk a felvételi pontszámok kiszámításának azon módjával, amely a középiskolában szerzett jegyeket is figyelembe veszi. Itt nem kritériumorientált értékelésről, vagyis egymással nem összevethető értékelési eredményekről van szó, beszámításuk alapvetően sérti azt az elvet, hogy az ilyen szummatív értékelések során valóban a tanuló mély, hosszú távú, gyakorlati relevanciával bíró tudása legyen az értékelés tárgya.

A felvételi esetében a 120 pontos rendszer (tehát az, hogy nem egy szűk, ötfokú skálát használnak) jónak tekinthető. Az azonban nem jó, hogy egy egyszeri, három órás megmérés alapján dől el, hogy az adott tudásterületen, tantárgyban a tanuló hogyan teljesít. Fizika tantárgyból pl. hat feladatot kell megoldani az írásbeli felvételi dolgozatban. A feladatrendszer szűkös volta sajnos alapvetően befolyásolja, hogy mennyire reálisan tükrözi az így megszerezhető pontszám a valóságos tudás szintjét. Az is probléma továbbá, hogy a legtöbb tantárgyban az érettségi és a felvételi feladatok kifejezetten az iskolás tudásra összpontosítanak, s pl. matematikából és fizikából egy közepes teljesítés bőven elérhető úgy, hogy szinte egyáltalán nem kell érteni a feladatok mögött meghúzódó valóságtartalmat.

Mindezek alapján négy követelmény fogalmazható meg: (1) Az ilyen, vizsga jellegű, a minősítés funkcióját szolgáló, szummatív értékelések teljes egészükben kritériumorientáltak legyenek (tesztek, külső vizsgák, stb.). (2) Széles skála álljon rendelkezésre a teljesítmények értékelésére (százalékos értékelés, vagy legalább száz pont, stb.). (3) Minél bővebb legyen az a feladatrendszer, amellyel lemérjük a tanulók tudását, illetve olyan technikákat kell kialakítani, amelyekben az éppen adott, aktuális készenléti állapot nem tudja jelentős mértékben befolyásolni a teljesítményt. (4) Minden tantárgyban teljesen újra kell gondolni a feladatok rendszerét, s minden esetben a gyakorlati (és nem a pedagógiai) érvényességre kell helyezni a hangsúlyt, a mély világszemlélethez rögzült tudás mérésére alkalmas feladatokat kell szerkeszteni.

Az itt sorolt követelmények közül külön meg kell magyarázni a harmadikat. Egy lehetséges konkrét javaslat a feladatok számának növelésére és a teljesítmény esetlegességeinek kiküszöbölésére a többfordulós felvételiztetés és érettségiztetés. Álljon rendelkezésre több feladat, hosszabb idő, több alkalom, hogy a tanuló a tudását megmutathassa. Ez természetesen óriási szervezési problémákat vetne fel, de emiatt nem kellene azonnal elvetni ezt a megoldási lehetőséget, hiszen megvalósítása az értékelési folyamatok nagyon sok betegsége gyógyír lenne.

Az itt leírtak tehát azt célozzák, hogy a minősítő funkció valóban a tanulmányok végén (és csak ott), minél objektívebben, mindenkire azonos követelmények szerint, a valódi, a mély és a hosszan megmaradó tudás megméréseivel működjön.

Szinte semmit nem kell a pedagógus és a pedagógiai közösség számára való visszajelzéssel kapcsolatban írunk, hiszen a fentiekben már részletesen elemeztük ezt a hatást. Változatos eszközrendszert kell kiépíteni ahhoz, hogy folyamatosan mérhessük a munka hatékonyságát, s a tanítás-tanulás folyamatát szabályozássá tehessük. Természetesen nagyon jók az egyszerű tanári kérdések is (ha nem a gyerekek teljesítményének megítélését, hanem valóban a visszajelzést szolgálják), de szükség lehet kis dolgozatokra, a gyerekektől egészen egyszerű visszajelzések kérésére (pl.: óra végén megkérni a tanulókat, hogy írják le azt a részét az anyagnak, ami a legnehezebben volt érthető számukra), s természetesen a lehetséges egyszerűbb és bonyolultabb eljárások sora végtelen. Teljesen világos, hogy itt szó sem lehet osztályozásról. Még formálódó tudásrendszeréről van szó, még nem fejeztük be a folyamatot, semmi értelme sincs annak, hogy egy értelmezhetetlen jeggyel értékeljük azt, amit a gyerekek nyújtanak. E funkció következetes érvényesítése a hazai pedagógiai gyakorlatban teljesen újszerű lenne.

Amint látható, a fenti két funkcióhoz tartozó tevékenységrendszerből hiányzott egyelőre a hagyományos osztályozás, a feleltetés, a témazáró és egyéb dolgozatok íratása, a fekete és piros pontok, a boszorkányok és angyalkák osztogatása. A fentiekből világos lehet, hogy ha alkalmazunk is ilyen, vagy hasonló formákat, annak nem lehet célja, hogy egy külső megítélésnek közvetítsünk a gyermek felé valamilyen értékelést, s behaviorisztikus megfontolások keretében irányítsuk tudáselsajátítási folyamatait. Itt valami egészen másról kell, hogy szó legyen, arról, hogy *milyen módon mérheti le maga a tanuló a saját megkonstruált tudása adaptivitását, fontosságát, használhatóságát*. Ez azt jelenti, hogy ennek az értékelésnek alapvetően önértékelésnek kell lennie, tehát azt a célt kell szolgálnia, hogy a tanuló megismerhesse saját tudása milyenségét. Ennek legfeljebb csak egy részeleme lehet, hogy a pedagógus hogyan értékeli az adott tudásrendszert. Milyen eszközök állnak rendelkezésre ezen, a tanulás folyamata szempontjából meghatározónak tűnő folyamat elősegítéséhez?

Furcsa lesz a válasz, mert azt állítjuk, hogy erre – persze lényegesen átalakított módon – valójában alkalmasak a hagyományos értékelési formák, tehát a dolgozatok, a feleltetések. Ahhoz, hogy a tanuló felmérhesse saját tudásának hatékonyságát, adaptivitását, elsősorban bizonyos problémák megoldása során kell tapasztalnia, hogy birtokolt tudása valóban alkalmazható valamire. Adjunk tehát ilyen problémákat, tegyünk fel kérdéseket, kérjük, hogy a tanuló elemezzen bizonyos szituációkat, műveket, jelenségeket, vagyis hozzunk létre olyan helyzeteket, amelyekben megnyilvánulhat a tudása. Már szinte le sem kellene írunk: természetesen olyan helyzeteket, amelyekben a mélyen rögzült, a valódi világra vonatkozó tudása nyilvánulhat meg. Ezek a helyzetek lehetővé teszik, hogy a tanuló bemérje a saját sikerességén keresztül, hogy mennyire biztos, mennyire gazdag, mennyire kiépült már a tudása. Ezért van szó önértékelésről, az értékelés döntő mozzanata magában a tanulóban játszódik le. Az összehasonlítás alapja a személyes tapasztalat, s nem a pedagógus véleménye. Ez utóbbi azonban nem jelenti azt, hogy a pedagógus értékelése, és hozzáteesszük, hogy a tanuló társainak értékelése nem játszhat szerepet. Természetesen nagyon fontos szerepet játszhat, hiszen az egész világhoz való viszonyunkat környezetünk, így mindenekelőtt társas környezetünk értékelő folyamatai segítségével alakítjuk ki. Bármennyire fontos is azonban ez a szociális mozzanat, akkor is a világegészhez való viszony megmérése szempontjából, annak mintegy alárendelve lesz fontos ebben az értékelési folyamatban.

Ez a szemléletmód azt is jelenti, hogy az így létrejövő teljesítmények értékelésének egyáltalán nem szabad hordoznia minősítő jelleget. Nem értünk egyet azzal a gyakorlattal, amely tanulói részteljesítményeket naplóból kitörölhetetlen osztályzatokkal minősít. Azt javasoljuk tehát, hogy ez az értékelési tevékenység a tanulási folyamat közben ne eredményezzen számértékekkel jellemzett minősítést, tartalmi értékelés legyen, szolgálja a tanulást, az esetleges problémák diagnosztizálását, a tanulók tudásának egymás közötti

összehasonlítását tartalmi szempontból („te így gondolkodsz, én meg úgy gondolkodom”). Az egy más kérdés, hogy egy-egy téma végén, amikor intézményesen (értsd: az egész osztállyal) már nem térünk vissza az éppen megtanultakra, indokolt lehet egy végső, ezért szummatív jellegű értékelés, amely lehetővé teszi, hogy minden tanuló globálisan is értékelhesse megszerzett tudásának színvonalát, azt, hogy egy általánosan elvárt szinthez képest neki hogyan sikerült teljesíteni a követelményeket. Ennek a szummatív értékelésnek azonban kritériumorientáltnak kell lenni, vagyis lehetőleg központi feladatbankokból szerzett, standardizált feladatokon kell alapulnia, s nem szabad, hogy végeredményének bármilyen további következménye legyen. Lehet kapni év végi jegyet is az ilyen jegyek átlaga alapján, de a lehetőséget mindig nyitva kell hagyni a korrekcióra, az esetleg gyengébben elsajátított tudásrendszer „javítására”. Ezek a jegyek csak „jelzőpontok”, többek között azzal kapcsolatban is szolgáltatnak információt, hogy majd a tanulás legvégén mire számíthat a tanuló és szülője (alapvizsga, érettség, felvételi).

Az osztályzatoknak ez a szemlélete teljesen idegen a mai pedagógiai gyakorlattól. Ugyanakkor a rá épülő értékelési mód sok előnnyel jár. Keretei között értelmetlen a csalás, mert az osztályzatnak egyáltalán nincsenek messzire ható következményei (csak a tényleges tudás felmérését szolgálja). A tanuló nem a jegyért fog tanulni, hanem – remélhetőleg – a tudásért. A pedagógus számára nem az lesz a fontos, hogy tanulói jó jegyeket szerezzenek, mert senki nem ez alapján ítéli meg a munkáját, hanem, hogy minél jobb tudást tudjon kialakítani a gyerekekben, s legyenek képesek egyre magasabb szinten teljesíteni a teljesen kritériumorientált értékelésekben. Egy pedagógus a tanítás bármelyik pillanatában, így az elején is lemérheti, hogy csoportja milyen átlagos szintet képvisel egy standardhoz viszonyítva, vagyis képes lesz arra, hogy lemérje később tanításának eredményességét, vajon a csoportja előrébb kerül, megtartja helyét, vagy hátrébb csúszik. A kritériumorientált értékelés (talán ezért is irtóznak tőle a pedagógusok) lehetővé teszi a „hozzáadott érték” mérését. Közben a gyermeket nem nyomorítjuk meg, nem állítjuk formális megmérések elé, teljesíthet csakis azért, hogy a tudását demonstrálja, s az esetleges gyengébb teljesítmény sem kudarc, többé már nem korrigálható hiba, hanem javításra ösztönző mozzanat lehet.

7. Gyermektudomány

A *gyermektudomány* a gyermekekben a világra vonatkozó, a világ jelenségeinek magyarázatára, előrejelzésére szolgáló, nagy elvontságú tételeknek, „elméleteknek” az összességét, pontosabban rendszerét jelenti. Az intenzív kutatásokat ezen a területen már maga Piaget elkezdte (Piaget 1972). Talán ez a terület hozta a legtöbb eredményt a konstruktivista pedagógiai kutatások során. Van azonban ezeknek a kutatásoknak egy csak nagyon lassan oldódó egyoldalúsága: döntően a természettudományos és a matematikai tudásrendszerek konstrukciójával kapcsolatosak.

A gyermektudomány egy csodálatos világ. A konstruktivizmus szerint a gyermekek saját világképüket saját maguk konstruálják, éppen ezért az egyéni variációknak, a zseniális ötleteknek, a sokszor furcsa, de önmagukban mégis csak logikus és adaptív képeknek, elgondolásoknak se szeri se száma. A gyerekek képesek nagy bonyolultságú tudásrendszereket felépíteni magukban a jelenségvilág bizonyos területeinek magyarázatára és saját cselekvéseik irányítására. Ezek a rendszerek akár lényegesen is különbözhetnek egymástól, illetve a pedagógusokban meglévő elképzelésektől, a tanterv szemléletétől és a tudósok gondolkodásától. Semmi okunk sincs azonban arra, hogy ezeket a tudásrendszereket értelmetlen, illogikus valamiknek tartsuk, amelyeket minél hamarabb el kellene felejteniük a gyerekeknek. Jóllehet szeretnénk, ha más rendszereket is megkonstruálnának magukban a gyerekek, tudomásul kell vennünk, hogy ezeket is meg fogják tartani az esetek nagyobb részében, sőt még használni is fogják szinte egész életük során. Hiába tanulja meg a newtoni fizika törvényszerűségeit az emberek többsége ma már kétszer (néhányan háromszor) is az iskolában, a mozgásokkal kapcsolatos hétköznapi szemléletünk, az, amit az utcán jártunkban keltünkben, biciklizés vagy tekézés közben önkéntelenül használunk, marad az arisztotelészi kép. A gyermektudomány felé tisztelettel kellene fordulnunk, ennek elemei inkább zseniális kognitív teljesítménynek tűnnek ma már, és sokkal kevésbé elfelejtendő, káros tévképzeteknek.

7.1. A gyermektudomány értelmezése, egy gyermekontológia felépítésének lehetőségei

Természetesen feltehető a kérdés, hogy vajon hogyan formálódnak, milyen közös jellegzetességekkel rendelkeznek azok a világok, amelyeket a gyerekek magukban megkonstruálnak? Van-e a fejlődésnek valamilyen szabálya, kimutathatók-e bizonyos tendenciák a gyerekek konstrukcióinak alakulásában?

Széleskörű kutatások folytak és folynak általában a *természettudományos tudás konstrukciójával* összefüggésben (Driver és mts. 1994, Brewer & Samarapungavan 1991, Driver és mts. 1985). A kutatások eredményeként kibontakozóban van egy átfogó, a gyermekontológia természetét magyarázó leírás a gyermektudományról. Gyermekontológiának nevezzük itt a világ alapfolyamatainak megértésével kapcsolatos, ontológiai előfeltevésekként megfogalmazódó gyermektudományi elemek összességét. A gyermekontológia arról szól, hogy „miképpen is működik alapjaiban a világ”. Az erről kialakított képben talán a legfontosabb vonás, hogy *a gyerekek gondolkodása, problémamegoldása, cselekvéseik irányítása nem a közvetlen szenzoros inputokon, vagyis a*

tapasztalaton alapszik, hanem az általuk birtokolt „naiv elméleteken”, „implicit teóriákon”, s a fejlődés elsősorban ezeknek az elkülönülő tudásterületeknek a belső fejlődésétől, valamint a közöttük fokozatosan formálódó kapcsolatok minőségétől függ (Carey 1985).

Kiderült a kutatások során, hogy a gyermekek olyan képeket hordoznak magukban a világgal kapcsolatban, amelyek az ő életükben feltétlenül *adaptívnek bizonyulnak*, azonban nagyon sok esetben nem egyeznek meg a tudósok, a tanárok, a tantervek által kívánatosnak tartott képpel. Kiderült, hogy ezek a kognitív struktúrák *rendkívül stabilak*, alternatíváik nagyon nehezen hozhatók létre, s ha sikerül is ezeket létrehozni, nem biztos, hogy az információfeldolgozás a hétköznapi élet jelenségeinek elemzése során ezekre kerül át (valójában nem történik meg a konceptuális váltás). A gyermektudomány valójában az az *előzetes tudás*, amelyről fentebb már volt szó, vagyis olyan tudás, amely alapvetően befolyásolja az új tudások megszerzésének folyamatát, sikerességét.

A gyermek az iskolai kérdésekre adott válaszaiban, a jelenségekkel való gyakorlati kapcsolatában, problémamegoldásaiban az adott tudásterületen kialakított elképzeléseit alkalmazza. Minél kisebb, annál inkább többfélét is, ha egyáltalán rendelkezik ezekkel, s természetesen az eredmény az, hogy válasza, cselekvései *nem lesznek teljesen konzekvensek*. Úgy képzeljük, hogy minél kisebb egy gyerek annál inkább igaz rá, hogy tudásrendszerei kevésbé fejlettek, ami azt jelenti, hogy a belső kapcsolatok gyengébbek, kidolgozatlanabbak, illetve azt is, hogy tapasztalati világának felépítése még nem következetesen megy végbe. Ez utóbbit úgy értjük, hogy egy-egy a tapasztalati világban megjelenő jelenséghez még nem egyértelműen rendelődnek hozzá a tudásrendszer mindig ugyanazon, megfelelő információfeldolgozó részrendszerei, hanem attól függően, hogy milyenek a helyzet konkrét körülményei, milyen kontextus jellemző a szituációra, más és más tudásterületek kapcsolódhatnak be az információfeldolgozás során. Ennek a folyamatnak a kisebb gyerekek esetében még igen nagy az esetlegessége, nagyon nehezen megmondható előre, hogy milyen válaszokat kapunk a kérdéseinkre, amennyiben kellően különböző „körítést” adunk hozzá.

Hogy melyik információ feldolgozó apparátust használja éppen a gyermek az adott probléma megoldására, az tehát a *kontextus* függvénye, s nagyon konkrét jelzésektől függ. Ez az oka annak, hogy a gyermek gondolkodásában következetlennek látszik, ez a következetlenség azonban pontosan ugyanaz a jelenség, mint amikor a komoly tudós is következetlen, mert ugyanabban az érvelésben többféle paradigmát is használ. Ez elsősorban akkor fordulhat elő, mikor az a tudásterület, amellyel éppen foglalkozik, még nem kellően kidolgozott, a paradigmák még nem elég élesen váltak el egymástól.

Már az oktatásba bekerülő legkisebb gyerekek is rendelkeznek előzetes elképzelésekkel, gyermektudománnyal. Sőt, *az újszülött tudata sem tekinthető tiszta lapnak*, amelyre ezután írják rá a tapasztalatok a tudást. Ezt korábban világosan láthattuk, amikor bemutattuk a látási preferencia vizsgálatokkal kapcsolatos eredményeket.

A *gyermeki elképzeléseket nem szabad egyszerű tévhiteknek tekintenünk*. A gyermek „használja” ezeket a kognitív struktúrákat, többnyire sikerrel. Pedagógiai szempontból nem az a feladat, hogy felderítsük eme elképzelések helytelen voltát, ez a konstruktivizmus szemléletével nem is fér össze. A *gyermek gondolkodása nem helyes vagy helytelen, hanem adaptív vagy kevésbé adaptív*. Azok a leírások, amelyek pusztán szakmailag korrigálni akarják ezeket a helytelennek, hamisnak tartott gondolkodásmódokat, elfeledkeznek erről az összefüggésről. Számos leírást olvashatunk arról, miért problematikusak a gyerekek körében, vagy a felnőtteknél, esetleg tankönyvekben, a médiában terjedő elképzelések bizonyos területeken. Különösen kedvelt az orvosi-, egészségügyi-, betegségekkel kapcsolatos félreértelmezések kritizálása. A feladat azonban inkább az a pszichológia és a pedagógia számára, hogy feltárja ezen elképzelések keletkezésének körülményeit, folyamatát, elemezze azt a kognitív rendszert, amelyben ezek helyet foglalnak, s amelynek sokszor teljesen logikus

elemei, s megkíséreljen gyakorlati alternatívákat kialakítani az adott tudásterületen a szükségessé váló konceptuális váltások elősegítésére.

A gyermektudományi kutatások módszerei rendkívül kifinomultak. Metodológiai szempontból az a legfontosabb követelmény, hogy *a gyerekek valóságos, életszerű kontextusban találkozzanak a problémákkal*, megfosztva azokat az iskolás tartalmaktól. A gyerekek a vizsgálatokban szinte meglepő következetességgel használják a megfelelően megfogalmazott kérdések, feladatok esetén az eredeti, általában az iskolai tanulmányok előtt kialakult, s a tapasztalatokkal inkább még jobban megerősített elképzeléseiket a természeti jelenségek magyarázatára, előrejelzésére.

Azt lehet mondani, hogy a szokásos iskolai természettudományos ismeretrendszer szinte minden területén a meghatározó, struktúraalkotó tudáselemek formálódásában találhatunk sajátos gyermeki elképzeléseket, amelyek sokszor alapvetően mások, mint amit tanítanak a számukra. Az iskolai tudásanyag, s ezek az ősből elképzelések szinte soha nem kerülnek konfliktusba a legtöbb tanuló esetén, vagyis kialakul egy világmodell a valóságos kontextusok, az életszerű szituációk számára, s kialakul egy iskolás, csak a pedagógiai megmértetések (felelések, dolgozatok, vizsgák) kontextusában alkalmazandó tudás. A kettőnek azonban a legtöbb gyermek esetében nincs semmi köze egymáshoz.

A kutatások egy következő általános eredménye, hogy a gyermeki elképzelések néha meglepő módon követik az emberi tudomány történetében is létezett, tudományosnak tekintett, bár ma már túlhaladottnak vélt elképzeléseket, modelleket. Az arisztotelészi világkép, a geocentrikus világmodell, a lapos Föld képe, a hóanyag elmélet, a levegő tömeg nélkülségének elképzelése, a vákuum szívóhatásával kapcsolatos gondolatok, stb. mind a tudomány történetében is létezett, valamikor tudományos rangúnak tekintett elméletek voltak. Ez a tény részben megkönnyíti a kutatásokat, hiszen a jellegzetes gyermeki elképzelések azonosítása így könnyebb lehet. Ugyanakkor nehézségek is felmerülnek a tudománytörténeti analógiákkal kapcsolatban, hiszen túl csábítóak lehetnek ezek, s esetleg meggátolhatják a gyermeki elképzelések még aprólékosabb, precízebb feltárását, a fejlődés nyomon követését.

A gyermekontológia sajátos jelensége, hogy a természet jelenségeinek leírására használt fogalomrendszer viszonylag jól leírhatóan *két nagy fogalom-konglomerátumból alakul ki fokozatos differenciálódással*. Chi és munkatársai (1994) „anyag-alapú” és „folyamat-alapú” fogalomrendszerekről írnak, mi most itt talán közkeletűbb szavakat, valójában az előbbieket jól fedő megnevezéseket fogunk használni, és „statikus” valamint „dinamikus” fogalomrendszerekről fogunk beszélni.

Sok empirikus kutatás eredménye támasztja alá azt a felfogást, hogy a fogalomfejlődés kezdetén van egy inkább a statikus viszonyok jellemzésére használt fogalomgyűttes, ami azonban lényegében csak egyetlen fogalmat jelent, s ez a *mennyiség* (a sok, a kevés a nehéz, a nagy, a hosszú, a sűrű, kemény és ellentéteik tartoznak ide elsősorban). Ha azt kérdezzük egy 5-7 éves gyermektől, hogy melyik több (bármilyen anyaggal, vagy tárgyakkal kapcsolatban), akkor nem feltétlenül a darabszám, nem feltétlenül a térfogat és nem feltétlenül a tömeg alapján válaszol a kérdésünkre. Bár ezeknek a fogalmaknak a differenciálódása már elkezdődött, az információfeldolgozás mégsem mindig arra az útra kerül, amely a felnőttek számára is elfogadható választ eredményez. A kisebb és nagyobb keresztmetszetű pohárban lévő ugyanakkora térfogatú víz „mennyisége” nem feltétlenül egyforma a gyermek számára, mert a „több-kevesebb” reláció feldolgozása esetleg nem a térfogat – valószínűleg még nagyon kialakulatlan – fogalma felé viszi az információ-feldolgozást, hanem a gyermek a hossz, a folyadékszint magassága alapján dönt. De tegyünk ugyanolyan magasságig a kétféle pohárba a gyermek által kedvelt üdítő italt, alig akad olyan, aki azt mondaná, mindegy melyiket választja. Az utóbbi esetben a mennyiség megítélése egy sokkal életközelibb kontextusban történik, s valószínűleg a térfogat alakuló fogalma felé terelődik az információfeldolgozás. Erős a gyanúnk – bizonyítékaink azonban egyelőre nincsenek -, hogy

Piaget állandóságokra vonatkozó elképzelései nem jól írják le a gyermeki gondolkodás törvényszerűségeit. Hipotézisünk szerint a térfogatállandóság megvan, amint kialakul a térfogat fogalma, a híres Piaget kísérletekben tapasztalt jelenségek inkább annak tudhatók be, hogy a gyerekek a több-kevesebb relációkat nem ugyanúgy határozzák meg a konkrét esetekben, ahogy a felnőttek, s a szituáció esetlegességein múlik az, hogy a fogalom-konglomerátum mely kész, vagy még csak alakuló elemét használják az információ-feldolgozás során. Korábban ígértük, hogy adunk példát olyan esetekre, amelyekben ugyanazon jelenségeket két különböző tudományos paradigma egészen eltérő módon interpretál. Nos éppen erre a példára gondoltunk (bár a Piaget kísérletekkel kapcsolatban sok mást is említhetnénk). Itt arról van szó, hogy ugyanaz a jelenség – a pohárban lévő víz mennyiségének gyerekek általi megítélése – az egyik paradigma szerint a térfogatállandóság képzetének hiányával (Piaget), a másik elképzelés (a modern konstruktivizmus) szerint viszont a „mi mennyi” kérdések megválaszolása esetén lehetséges különböző információ-feldolgozási utak létezésével, s az ezek közötti választás esetlegességével, kontextus-függőségével magyarázhatók.

A másik nagy fogalom-konglomerátum *a dinamikus fogalomrendszer csírája*. Ide tartoznak a mozgás, az erő, a gyorsaság (s csak később a sebesség), a nyomás, hő, hőmérséklet, savasság, stb. E fogalomkörben viszont biztosan hiányzik az állandóság elképzelése, és sokkal inkább jellemző a gyermeki gondolkodásra e „mennyiségek” elfogyása. Sajátos, e fogalomrendszerrel kapcsolatos gyermekontológiai összefüggés, hogy *a gyerekek erősen keverik az extenzív és intenzív fizikai mennyiségeket*. Pontosabban több intenzív mennyiséget (vagyis a folyamatok során kiegyenlítődő, és nem összeadóó mennyiséget) extenzívnek gondolnak. Ennek legjobb példája a hőmérséklet, amely a „felnőtti”, tudományos gondolkodásban intenzív fogalom, a gyermekiben azonban azonosul az extenzív energiafogalommal, vagy másképpen a hő fogalmával. Mi felnőttek tudjuk, hogy egy hidegebb és egy melegebb test érintkezésekor a hidegebb felmelegszik, a melegebb pedig valamennyire lehűl. A gyerekek bizonyos feladatokban úgy válaszolnak az ilyen kérdésekre, hogy a közös hőmérsékletnek a két eredeti hőmérséklet összegét gondolják.

Egy további nehézséget jelent a gyerekek számára a környezetük jelenségeinek értelmezésében, hogy a két fogalom együttes (statikus és dinamikus) nem úgy válnak el többségük számára, mint a felnőtteknél, illetve a tudományban. A súly pl. erő, s a tudományos értelmezés szerint ezért dinamikus fogalomnak kell tekintenünk, miközben a gyermek konceptuális rendszerében statikus fogalom.

Kiterjedt kutatások folytak a gyerekek és a tudósok gondolkodásának összehasonlításával kapcsolatban (Gopnik 1993, Brewer, Samarapungavan 1991). Az elterjedt nézetek szerint a gyermek és a tudós gondolkodása között nem csak mennyiségi, hanem elsősorban minőségi különbségek vannak. A gyermeki elméleteket az így érvelők konkrétanak, inkonzisztensnek, kontextusfüggőnek, magyarázó erő nélkülinek, részekre szétesőnek, empirikusan hamisnak tartják, míg a tudósok gondolkodását – szól az érvelés – éppen ezek ellentétei jellemzik. Brewer és Samarapungawan zseniális érveléssel, és kutatások eredményeinek tömegével mutatják ki, hogy a gyermeki elméletek elvontak, konzisztensek, képesek áttérjedni a speciális kontextusok határain, van magyarázó erejük, egységesek és a gyermek számára empirikusan alátámasztottak. Éppen az a lényeg, hogy a világ jelenségeinek magyarázatára, az előrejelzésre és a cselekvés irányítására létrejött konstrukciók a gyermek számára adaptívak, mint ilyenek logikusan működnek még akkor is, ha a felnőttek vagy a hivatalos tudomány következtetéseivel ellentétes eredményekre vezetnek. Az egyre inkább kiforráló vélemény szerint *a gyermek és a tudós gondolkodása ugyanolyan természetű*, ugyanazokon az elveken alapszik, nincs semmiféle minőségi különbség. Jelentős mennyiségi különbség van, amennyiben a tudós tudásrendszerei sokkal nagyobb tömegű ismeretet szerveznek egységbe, illetve sokkal több kapcsolat is működik ezen tudáselemek között. Egyébként szinte minden

tudományág történetéből bőven lehet sorolni példákat arra is, hogy tudósok tudtak illogikusan, inkonzisztens módon, kicsi magyarázó erővel rendelkező elméleteket használva érvelni tudományos munkájuk során.

7.2. Illusztrációk

E fejezet további részeiben példákkal szeretnénk alátámasztani érvelésünket. Ezek a példák a gyermeki gondolkodás bizonyos „nagyrendszereivel” kapcsolatosak, a tanítási gyakorlatból is jól ismerjük őket. A huszadik század hetvenes éveitől gyorsult fel a gyermeki világ, a speciális „tévhit”, a *gyermeki elképzelések* kutatása. A folyamatot még Piaget indította el, akinek a gyermeki gondolkodás feltárásával kapcsolatos kutatómunkája, annak tematikája, a klinikai interjú módszere utat mutatott a későbbi vizsgálódásoknak (Inhelder – Piaget 1984). A kutatómunka felgyorsulásának kezdetén a gyerekek sajátos értelmezéseit, naiv elméleteit nevezték tévhiteknek, utalva arra, hogy itt a tudomány álláspontjával nem egyező, naiv felfogásokról van szó. A „tévhit” szó („misconception”) a későbbiekben visszaszorult, elsősorban azért, mert túlságosan negatív színezetű megjelölés a gyermek működő felfogásaira. Majd látni fogjuk a későbbiekben, hogy ilyen alapon minden meghaladott tudományos tételt is tévhitnek nevezhetnénk, még magát a newtoni mechanikát is, amit nyilván nem szeretnénk megtenni. Szép és nagyon kifejező megnevezés a „gyermektudomány” („children science”), fejezetünk címében is ezt a megjelölést használtuk. De találkozni fog az olvasó a „tévhit” szóval is, mert sokszor olyan munkákra hivatkozunk, amelyek még ezt használták.

1988-ban megjelent egy bibliográfia (Pfundt – Duit 1988), amely mintegy 1500, gyermeki tévhitekkel foglalkozó tanulmányt sorol fel. Az International Journal of Science Education (korábbi nevén: European Journal of Science Education) Magyarországon is hozzáférhető számai az 1980-as évek legelejétől szinte áttekinthetetlen mennyiségben „ontották” a gyerekek természettudományos fogalmi rendszerének fejlődésével kapcsolatos tanulmányokat. Miért vált ez a téma oly fontossá a kutatók számára? Ebben valószínűleg szerepet játszott az is, hogy ez a kérdéskör rendkívül érdekes volt, és vizsgálata meglepő következtetésekhez vezetett már a kezdetekben is. Izgalmas vállalkozás felderíteni a gyermeki gondolkodás alakulását, azt a jelenségegyüttest, amelyben a belső világ és a tapasztalatok találkozásakor kialakuló dinamikus folyamatok a világról alkotott konstrukciók megformálásához vezetnek. Kiderült – s mi is alátámasztjuk ezt hamarosan bemutatandó példáinkkal -, hogy *a gyerekek az őket körülvevő világról paradigma értékű konstrukciókat alkotnak*; ezek a legritkább esetben felelnek meg a tudomány vagy az iskolai tanítás elvárásainak; ezek a konstrukciók rendkívül stabilak; stabilitásukban kifejezetten gátjai lehetnek az iskolai ismeretszerzésnek; s hogy ezek a konstrukciók adaptív szerepet töltenek be a gyermek és környezete közötti kapcsolatokban. Az egész „tévhit-kutatás” fokozatosan a konstruktív szemléletre alapult. Voltak, akik szorosabban kötődtek a konstruktivizmus piaget-i változatához, sokan azonban új utakat kerestek. A munka eredményeként kibontakozott egy rendkívül széles, gazdag ismeretrendszer, a gyermeki felfogások fehér foltokkal tarkított, de egyre nagyobb területen befestett és jelekkel ellátott térképe. S az ismeretek egyre jobban láthatóan a konstruktív tanulásszemlélettel voltak a leginkább rendszerbe illeszthetők.

7.2.1. Hogyan tanulják meg a gyerekek, hogy a Föld gömbölyű?

A modern, vagy másképpen Piaget utáni konstruktivizmus paradigmája által meghatározott „tévhit-kutatások” egyik első példája az a vizsgálat, amelyet sok országban elvégeztek, s azt a kérdést fogalmazta meg, hogy vajon *hogyan alakul ki a gyerekekben a Föld alakjáról alkotható elképzelés.*

Az egyik első publikáció e témában még 1976-ban jelent meg, a Magyarországon is olvasható Science Education című folyóiratban, Joseph Nussbaum és Joseph Novak tollából. A kutatók azt találták, hogy a *gyerekek fejlődésük során jól leírható, koherens, képileg is ábrázolható, naiv elméleteket alakítanak ki a Föld alakjával, a rajta élő emberek helyével, a tárgyak esésével, a Nap és a Hold mozgásával kapcsolatban.* Ezeknek a képeknek, felfogásoknak, naiv elméleteknek a sorrendje meghatározott, azonban nem kihagyhatatlanok, nem minden gyermek birtokolja mindegyiket fejlődése során. Az eredetileg Izraelben elvégzett vizsgálatot a későbbiekben még számos országban megismételték. Ezek között volt fejlett ország (Egyesült Államok, Ausztrália), volt latin amerikai fejlődő ország (Brazília), európai fejlett ország (Olaszország), európai közepesen fejlett ország (Görögország), szegény, fejlődő ország (Nepál, India, Szamoa), s valószínűleg a szerző sem ismer minden e témában végzett kutatást (Nussbaum 1979; Mali – Howe 1979; Snieder – Pulos 1983; Nussbaum 1985a; Vosniadou 1994). Meglepő volt a gyerekekben megtalálható földképek nagyfokú azonossága, „izomorfiaja” a különböző helyeken. Ez az azonosság a kutatókat eljuttatta ahhoz a következtetéshez, hogy nagy valószínűséggel a földképpel kapcsolatban kulturális környezettől, hagyományoktól, helytől függetlenül nagyon hasonló fejlődésmenettel kell számolnunk, bárhol is éljenek a gyerekek. Nézzük részletesen is ezeket a földképeket, s egymásba való átalakulásuk dinamikáját!

Minden ember birtokolja fejlődésének első szakaszában a *lapos Föld elképzelését.* Közvetlen tapasztalataink alapján ez a felfogás alakul ki bennünk (valószínűleg még ősi, néhány velünk született elemet is tartalmazó naiv elmélet közreműködésével), mindenki ezzel a földképpel kezdi a Föld megismerését.

7.1. ábra: A lapos Föld elképzelése egy gyermekrajzon

Ebben a képben a Föld lapos, a tárgyak a felszínre merőlegesen esnek, az égitestek a Föld körül keringenek. Pontosabban egy korábbi változatban a gyermeknek nincs arról képe, hogy amikor a Hold és a Nap nem látszanak, akkor mi van velük (sokszor meseszerű elemek élnek benne a realiztikus elképzelések helyett: a Nap is és a Hold is aludni térnek). Az emberek ezen a lapos Földön élnek, ami természetesen nem teljesen sík, hiszen hegyek, völgyek teszik változatossá a felszínt. Ennek az elképzelésnek vannak változatai, amelyek akkor alakulnak ki, amikor a gyermek már elkezd gondolkodni azon, hogy vajon meddig tart ez a lapos Föld, mi van a szélein túl, ha van egyáltalán széle. A végtelent ezek a gyerekek még nem tudják

elképzelni, pontosabban nem tudják gondolkodásuk részévé tenni (hiszen elképzelni mi sem tudjuk), ezért vagy nem alakul ki még ezzel a kérdéssel kapcsolatban bennük semmilyen elképzelés, vagy végesnek gondolják a Földet (pl. korong alakú) és a végtelenség problémáját átteszik valami másra, időlegesen megoldva a konfliktust, pl. az „Óperenciás tenger” nyújt menekvést ebből az intellektuális csapdából. Egy tanári beszámolóból tudjuk, hogy amikor a gyerekek már a Föld szerkezetét, s azon belül a forró maggal kapcsolatos ismereteket tanulták, egy tanuló megkérdezte, hogy vajon miért nem hűl ki a Föld magja, hiszen az egyik oldalról a világűr határolja.

Már a 4-6 éves gyerekek közül is a legtöbben azt válaszolják a Föld alakját kérdezőnek, hogy bolygónk gömb alakú. Ez azonban nem jelenti azt, hogy valóban így is képzelik el. A Föld gömb alakja számukra egy hallott, valószínűleg nem sok jelentéssel bíró, s valódi felfogásukkal nem egyeztetett kijelentés. Kérdezzük meg a gyermektől, hogy ha elindulunk a közeli élelmiszerüzlet irányában egy olyan jó repülőgéppel, amellyel mindig a talaj közelében maradva egyenes irányban tudunk repülni, akkor hová lyukadunk ki! Ekkor nagyon sok kisgyermek azt válaszolja, hogy az óceánhoz, a tengerhez, az „Óperenciás tengerhez”, illetve néhányan azt mondják, hogy a Föld széléhez, s ott nagyon kell vigyázni, hogy le ne essünk a világűrbe. A mélyrétegben tehát egy lapos Föld képe él a gyermekben, a gömb alakkal kapcsolatos válasz csak „bemagolt”, felnőttektől, idősebb testvértől ellesett reakció.

A lapos földkép ma már ellentmondásos még a kisgyermek életében is. Ez nem volt mindig így. A történelemben nagyon sokáig az emberek döntő többsége úgy halt meg, hogy azt hitte, a Föld valóban egy lapos korong. Ez ekkor még adaptív ismeret, hiszen beválik a hétköznapiakban (ha nem vagyok hajós, kereskedő, távoli területek meghódítója és leigázója, esetleg tudós). Lehetett így gondolkodni: „ugyan lehetett valamit arról hallani, hogy a Föld állítólag egy golyóbis, de én ezt nem hiszem el, ellentmond hétköznapi tapasztalataimnak, s nincs is rá szükségem, hogy ezt a képet forszírozzam magamban”. A mai gyermek azonban már egészen kicsi korától kénytelen elszenvedni azoknak az információknak a záporát, amelyek azt közvetítik, hogy a Föld egy gömb alakú test. Hallja a felnőttektől, idősebb gyerekektől. Látja a tévében számtalan esetben a Föld ábrázolását. Gyermekkönyvekben rajzolják a Földet gömbölyűnek. Sci-fi képregényt vagy videofilmet néz, s abban azt látja, hogy az űrhajó a Földhöz közeledve valamilyen gömb alakú égitest felé repül. Van otthon a családnak egy földgömbje, s az édesanyja egyszer megmutatta, hol élnek az ausztrálok. Ezek az új információk nem értelmezhetők a lapos földképpel. A gyermek konfliktust él át, amelynek eredményeként hosszabb, rövidebb idő alatt egy új földkép alakul ki benne. Az új kép konstrukció eredménye. Valószínűleg csak kevés esetben fogad el a gyerek egy kívülről származó képet, magyarázatot, de ha így is van, a konstrukció akkor is működik, hiszen magyarázó, további információkat befogadó kognitív rendszerré kell alakítania az új felfogást.

Sok gyermek oldja meg a problémát úgy, hogy *megkettőzi a Földet*. „Létrehoz”, tehát valóban *megkonstruál* egy másikat a meglévő, egyelőre laposnak képzelt Föld mellé, egy gömbölyűt, ami valahol a világűrben van, s szintén Földnek nevezik. Ezen a Földön nem élnek emberek, a világűrben nem is lehet élni, legfeljebb űrhajón lehet odamenni, az emberek továbbra is a lapos Földön élnek.

7.2. ábra: megkettőzött Föld egy gyermekrajzon

Miért is alakul ki ez a kép? Azért, hogy a gyermek megoldhassa azt az intellektuális problémát, hogy az új információk nem egyeztethetők össze a birtokolt és magyarázatok keretétül szolgáló földképpel. A megoldás megszületik. „Itt van a gömbölyű Föld, ha nektek az kell”. Persze ez a kép ellentmondásos, és csak időleges megoldást jelent a konfliktusra. De megoldást jelent, s itt kezdetben ez a lényeg.

Vegyük észre a megoldás *kreativitását*. Vegyük észre azt is, hogy ez valóban *egyéni konstrukció*. Nincs az a felnőtt, aki ilyen képet közvetítene a gyermek felé. Nincs az az ábrázolás, amely ezt a megkettőzöttséget sugallná (ugyanakkor vannak ábrázolások, amelyek a gömbölyű Földet mutatják, s ezek valószínűleg segítik e felfogás kialakulását). Ez a kép *lényegesen különbözik is az előzőtől*, nem annak valamilyen változata. Az is szinte hátborzongató tapasztalat, hogy semmilyen észlelés, semmilyen megfigyelés nem mutat soha kettőzött Földet a gyermek számára, vagyis ennek a megismerési folyamatnak az eredménye *nem vezethető le a korábbi tapasztalatokból*.

A következő földkép ismertetése előtt had írjak le egy kedves történetet. Amikor a szerző először olvasott erről a témáról, azonnal szeretett volna gyakorlati tapasztalatokra is szert tenni. Egy hét éves, első osztályos kislánytól kérdezte, hogy ő milyennek gondolja a Földet. – Gömbölyű -, hangzott a kategorikus válasz. Az már világos volt, hogy ezt nem szabad automatikusan a gömbölyű földkép birtoklásának tekinteni, s ezért logikus volt a következő kérdés: mihez hasonlítaná a Földet? – Egy labdához – volt a válasz, ismét nagyon meggyőzően. Akkor még nem kellően birtokolva az ismereteket, a kérdező úgy képzelte, hogy a kislány úgy gondolja, egy gömb alakú égitesten élnek az emberek, s ezen belül lehet valamilyen variáció a felfogása. Rajzolt hát egy kört, megmondta, hogy ez jelképezi a Földet, rajzolt egy-egy embert az Északi-sarkra, a Déli-sarkra, a rajzon nyugati és keleti szélső pontokra, s azt kérdezte, hogy ha ezek az emberek leejtenek egy-egy követ, akkor azok hogyan esnek le a földre. Meglepetésre a kislány nem értette miről van szó. Tovább magyarázva sem tudta a kérdező a kérdést érthetőbbé tenni, de ennek hamarosan kiderült az oka. A kislány egyszerre csak kifakadt: – Miért kérdezed, hogy hogyan esnek a kövek a földre, amikor a kövek nem a Földre esnek, hanem a Földben. – Ekkor jött rá a kérdező, hogy hibázott, téves következtetésekre jutott a kislány felfogását illetően, ugyanis ő egy korábbi földképet birtokolt. Ez a „sorban” a harmadik.

Ebben a képben a gyermek még mindig megtartja azt az elképzelését, hogy az emberek egy lapos valamin élnek, azonban *a Földet azonosítja a rájuk boruló éggel vagy a Világmindenséggel*. Ha felnézek az égre, akkor látom, hogy a „világ gömbölyű”. Ezért az

emberek nem a Földön élnek, s a kövek nem a földre esnek, hanem az emberek a Földben élnek, s a kövek a Földben esnek le.

7.3. ábra: A ránk boruló ég, mint Föld egy gyermeki ábrázolása

Szerintünk ez a konstrukció zseniális, kíváncsiak lennék, hány felnőtt tudna ehhez hasonlókat kitalálni. Ismét elmondhatjuk ugyanazt, amit az előbbi átalakulásnál: nem a felnőttektől tanulta, valószínűleg nem látott ilyen ábrázolást (bár létezik ilyen középkori metszet), valóban gyermeki konstrukcióról van szó, ismét jelentősen különbözik minden megelőző képtől, s ismét nem egyszerűen levezethető a tapasztalatokból.

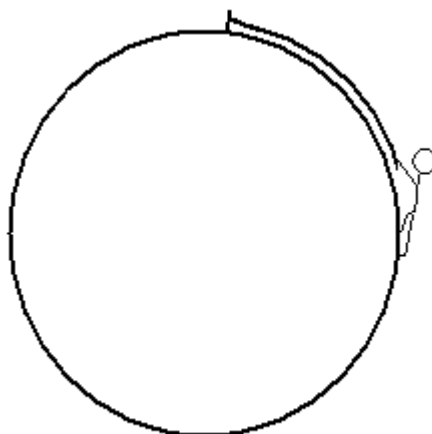
A következő képen a gyermek már a Földet, magát a bolygót gondolja gömbölyűnek, úgy gondolja, hogy rajta élnek az emberek, de *a tárgyak Föld felé esése még nem a bolygó középpontja felé történik, hanem a rajz külső megfigyelőjének függőlegesébe esik. Pontosabban a gyermek számára van egy abszolút függőleges irány, ez független a Földtől.* Ezt a képet lehet diagnosztizálni a Földre elhelyezett négy emberrel, egyáltalán háznak, embereknek, tárgyaknak a Földet ábrázoló körre való rajzolásával.

Itt is had meséljünk el egy történetet! Egy másik kisfiú (6 éves, még nem járt iskolába), szintén tudta, hogy a Föld gömb alakú. Szívesen rajzolt házakat és embereket a Földet ábrázoló körre, de csak „felülre”. Hogy megbizonyosodjunk arról, hogy ez a kisfiú valóban az előbb leírt földképet birtokolja, a „Föld másik oldala” felől kezdtünk érdeklődni. Tudtuk, hogy a Föld másik oldala, Amerika, felhőkarcolók a gyermek számára értelmezhetők, ezért megkérdeztük tőle, hogy tudja-e, hogy Amerika a Föld másik oldalán van. Igennel válaszolt. Megkérdeztük, tudja-e, hogy Amerikában nagyon sok felhőkarcoló van. Tudta. Kértük, hogy rajzoljon amerikai felhőkarcolókat az ábránkba, amelyen a „kör tetején” már voltak házak és emberek. Azt válaszolta, hogy ő szívesen rajzol ilyeneket, de akkor rajzol egy másik Földet, mert erre az ábrára már nem férnek felhőkarcolók. Az eset világosan mutatja, hogy az ezt a képet birtokló gyerekek számára a függőleges irány, vagyis a tárgyak esésének iránya abszolút, nem a Föld középpontja felé mutat.

7.4. ábra: Gyermekrajz a Földről az abszolút függőleges irány feltételezésével

A kisiú szerint „oldalt” nem élnek emberek, mert ott nem lehet élni, hiszen leesnének. Viszont a hegymászók speciális felszereléssel odamehetnek, ahogy azt a 7.5. ábra is mutatja.

7.5. ábra: „Mászókötéll” megközelíthetők az „oldalsó” területek is



Ez az a földkép amit nagy valószínűséggel mindannyian birtokolunk fejlődésünk egy adott szakaszában. Nem tudjuk elképzelni, hogy a Föld másik oldalán is élnek emberek, hogy ott vannak hétköznapi, közöségi dolgok, s az is nehezen fér a fejünkbe, hogy milyen módon lehetnek a Föld másik oldalán is tengerek. A víznek itt „le” kellene folynia.

A szerző maga is emlékszik, hogy ezzel a földképpel rendelkezett – talán nyolc éves lehetett – és megkérdezett valakit, hogyan élhetnek emberek a Föld másik oldalán, miért nem esnek le onnan. Az illető felnőtt meglehetősen zavaros belső képeket hordozhatott, mert azt válaszolta – egyébként meglehetősen nagy meggyőző erővel -, hogy azért nem esnek le, mert a Föld forog a tengelye körül. Utólag értékelve az esetet, valószínűsíthetjük, hogy e felnőtt gondolkodásában valami egészen furcsa ok-okozati kapcsolatok lehettek a kozmológiai tényekkel kapcsolatban, mindenesetre számára valószínűleg megnyugtató volt, hogy egy belső képeivel nem magyarázható tényhez (ahhoz, hogy a Föld másik oldalán is élnek emberek, s azok nem esnek le onnan) hozzárendelt magyarázatként egy másik igaznak tartott, iskolában tanult tény, tudniillik, hogy a Föld forog a tengelye körül. A példa világosan mutatja, hogy kognitív struktúráinkban lehetnek olyan elemek, amelyeket a struktúra kapcsolatba hoz egymással, holott e kapcsolattal összefüggésben semmilyen tapasztalatunk nem lehet, nem is tanítja nekünk senki, és persze sok esetben egyáltalán nem felel meg a tudományos leírásnak.

Wagner Évával elvégzett vizsgálatunkban (részletesen lásd később) megnéztük, vajon a gyerekek között vannak-e olyanok, akik elfogadható magyarázatnak tartják a Föld forgását

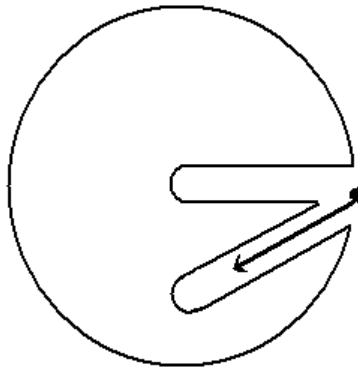
arra, hogy a Föld másik oldalán nem esnek le az emberek. Azt vártuk, hogy ez csak egy különleges kép, azt sem tartottuk valószínűnek, hogy akárcsak egy gyerek produkálni fogja az elfogadást. Nem így történt, nem elhanyagolható arányban tartották 12 éves gyerekek elfogadhatónak az érvelést. Kicsit meglepődtünk, később azonban sikerült megtalálni a vélekedés valószínű okát is. 3. osztályos, tehát átlagban kilenc éves gyerekekkel rajzoltatta le tanárunk a Földet, milyennek képzelik azt (a vizsgálat eredményét és a 7.6. ábrán látható rajzot Dr. Cserey Gyuláné tanárnő engedélyével közöljük). A gyerekek közül viszonylag sokan, a húszból ötven rajzoltak egy érdekes ábrát: a Föld gömbölyű volt, de a lerajzolt körnek a belsejére rajzoltak házakat, embereket, fákat. Ezt az alkalmi „vizsgálatot” nem tudtuk kiegészíteni interjúkkal, ezért a mögöttes kép részleteit sajnos nem ismerjük. Nagyon valószínű, hogy itt a „leesés probléma” megoldásának egyik változatáról van szó, amelyben a föld forgásának is jut szerep.

7.6. ábra: A „belső Föld képe” egy gyermekrajzon

A kutatók regisztráltak a tudományos földképhez vezető úton egy utolsó állomást is, amelyen nem biztos, hogy megáll a gondolkodás vonata. *Ebben a képben a Föld gömbölyű, s az emberek rajta élnek, minden helyen, azonban a kövek még mindig nem pontosan a középpont felé esnek, hanem a rajzi függőleges irányába térnek el kisebb, nagyobb mértékben.*

A következő ábrán e kép diagnosztizálására szolgáló feladatot rajzoltuk le. A Földet ábrázoló körbe oldalról két „alagutat” rajzolnak, az egyik a Föld középpontja felé halad, a másik a rajznak megfelelően, „ferdén”. A közös nyíláshoz egy követ rajzolnak, s azt kéri a gyerekektől, rajzolják be a leeső kő útját. A gyerekek egy része a nem a középpont felé haladó alagutat választja.

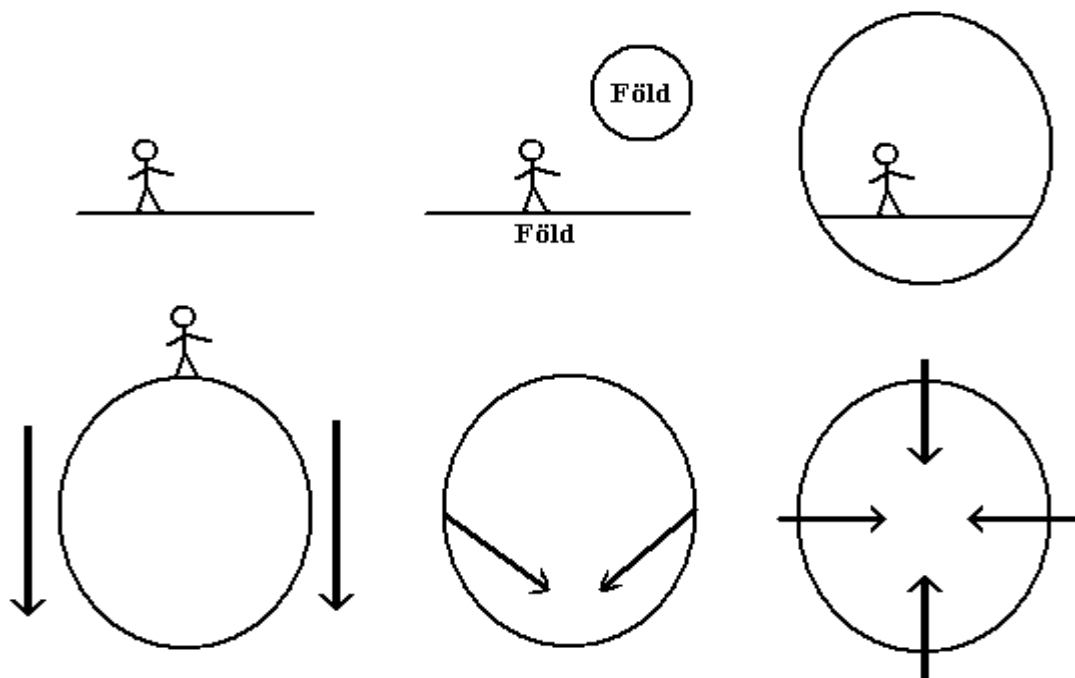
7.7. ábra: A feladat: merre esik a kő? Néhány gyerek a „ferde alagutat” választja



Ebben az esetben azt mondhatjuk, hogy az előbbi kép hatása még nem múlt el teljesen. A gyermek még bizonytalan, éppen egy váltási folyamat közben tart valahol, nemsokára teljesen elfogadja majd a tudományos szemléletet.

Egyszerű, szimbolikus ábrák segítségével összefoglaljuk a földkép alakulásának állomásait. A jelek magukért beszélnek.

7.8. ábra: A gyermeki földképek



A korábbi képek nem vesznek el, sőt befolyásolják továbbra is a gondolkodásunkat, jóllehet a háttérbe szorulnak. Ez a hatás mutatható ki olyan feladatokkal, amelyek esetében a viszonylag frissen elsajátított felfogás alkalmazása nem könnyű, jelentősebb megfontolást igényel. Ilyen esetekben könnyen visszatérhetünk a korábbi, egyszerűbb, „használatóbb” képhez. Ezt a jelenséget mutattuk be korábban, amikor használtuk már a Föld alakjáról kialakított elképzelések példáját (ld. 6. fejezet, a pedagógiai értékelés elemzésekor bemutatott egyik

példa, ... o.). Emlékeztetünk rá, hogy itt a Földet ábrázoló körre kellett elhelyezni négy palackot, félig tintával töltve.

A vizsgálat, amelyet egy közepes nagyságú magyar város egy iskolájának 6. osztályaiban (91 tanuló), tanév vége felé végeztünk el, azt mutatta, hogy ezzel a feladattal vizsgálva a gyerekek 44 %-a hordozta a tudományos ismereteinknek megfelelő földképet. A „lapos”, a „megkettőzött”, a „ránk boruló” földkép ebben a vizsgálatban egy-egy tanuló esetén volt kimutatható, a „leesnek az emberek” kép 41 %-uk esetén volt jellemző, míg a „ferde alagutas” esetet is egy gyermek esetében találtuk (1,10 %). A gyerekek 11 %-a egyáltalán nem kezdett hozzá a feladat megoldásához. Tekintve, hogy vizsgálatunk nem valamely populációból vett reprezentatív minta alapján, illetve interjúk nélkül zajlott, s mivel viszonylag speciális, nehéz feladat segítségével elemeztük a gyermeki felfogásokat, ezért az eredményt egyelőre csak jelzés értékűnek kell felfognunk.

Legalább főiskolai végzettséggel rendelkező pedagógusok körében is elvégeztük a vizsgálatot. 43 óvóképzőben, tanítóképzőben, tanárképzőben és egyetemen szerzett diplomával rendelkező értelmiségi közül csak 23 tudott maximálisan helyes választ adni a kérdésre (53 %), 20 válasz (5 %) valamilyen szempontból problematikus volt (nem kaptunk választ 8 esetben, illetve 12 rajzon többségükben a palackok mind egy irányban, a rajzolónak megfelelően felfelé álltak).

Összefoglalóan mit mondhatunk a földkép formálódásával kapcsolatban, milyen tanulságai vannak számunkra ennek a jelenségnek? A konstruktív tanulásszemlélet szerint a világról *modelleket* alkotunk magunkban, s e modellek segítségével magyarázzuk a környezetünkben zajló folyamatokat, értjük meg a ránk záporozó információkat. Ezek a modellek *konstrukciók*, a korábbi modellek és a tapasztalatok, információk kölcsönhatásából jönnek létre. Úgy véljük, hogy a földkép alakulása fényesen demonstrálja ennek a felfogásnak a hatékonyságát, magyarázó erejét. Itt a gyerekek tényleg személyes konstrukciókat alakítanak ki a kozmológiai viszonyokról. Két felfogás közötti váltás drámai lehet, a kép teljesen átalakul egy szinte forradalminak nevezhető folyamatban. Felfogásunk szerint tehát *a földkép gyermekekben való alakulásával kapcsolatos ismereteink alátámasztják a konstruktív tanulásfelfogást*. Alapszemléletünknek megfelelően azonban azt kell mondanunk, hogy ugyanakkor *nem igazolják, nem bizonyítják* számunkra. Ez egy példa, amelyben a konstruktív tanulásfelfogás jól alkalmazható a jelenség leírására, az összefüggések magyarázatára, új, korábban nem tapasztalt jelenségeket tudunk segítségével a rendszerbe illeszteni. A konstruktív tanulásszemlélet tehát ebben az esetben hatékony, adaptív ismeret.

7.2.2. Energia a gyermeki szemléletben

A 19. században zajlott le a természettudományokban az a fejlődés, amely „véglegesen” tisztázta, hogy az energia egy olyan konstrukció, amely rendkívül hasznos a természeti folyamatok megértésében, s amely – legalábbis a megszülető új paradigma keretei között – nem kezelhető valamifajta szubsztanciaként. Rendkívül fontos mozzanat a tudomány fejlődésében az energia megmaradásának felfedezése, a természettudományok fejlődésének bizonyos fordulópontjai éppen a megmaradási törvények felismeréséhez köthetők. Gondoljunk Newton törvényeire, amelyek legmélyén a tömeg dinamikai értelmezhetősége, vagyis a lendületmegmaradás szabja meg a természettörvények kereteit, illetve arra, hogy az energia-megmaradás felfedezése, együtt a hőanyagelmélet cáfolatával jelentősen hozzájárult a 19. században a termodinamika kialakulásához.

Magyarországon is jól ismert Richard Feynman munkássága, s azok a gondolatok, amelyek rendkívül tisztán magyarázzák a modern természettudományok energia-felfogását. Eszerint az energia az anyagi testek egyik állapothatározója, a klasszikus fizikában egy

skaláris fizikai mennyiség, s az a sajátossága, hogy – legalábbis eddigi ismereteink szerint – akármilyen folyamat játszódjék is le a világban, a folyamat előtti teljes mennyisége, vagyis az egyes testekre vett értékeinek összege ugyanannyi lesz a folyamat lezajlása után is. Az energia tehát egy konstrukció, emberi alkotás, amely azonban egy megmaradási tételbe foglalva alapvető természeti összefüggést tükröz. E szemlélet szerint az energia nem valamifajta anyag, amelyet tárolni, szállítani lehet, amely áramolhat. Az energia a testekhez rendelhető fizikai mennyiség, teljes összege a Világmindenségben mindig ugyanannyi.

A modern szemlélettel tehát nem férnek össze az olyan nyelvi fordulatok, amelyek szerint az energiát raktározzuk, szállítjuk, vagy amelyekben az energia egyik testről a másikra, egyik helyről a másikra áramlik. Ezeket a kifejezéseket mégis rendszeresen használjuk, mintegy szemléletes képet igyekszünk rendelni a folyamatok közben zajló energetikai változásokhoz. Már sokan leírták, hogy a fizika, közelebbről a termodinamika nyelve tele van olyan fordulatokkal, amelyek sokkal inkább tartoznának egy hőanyag-elképzeléshez, semmint a modern tudományok szemléletéhez. Az 1996-ban kiadott Nemzeti alaptantervben még mindig van „hőmennyiség”, amelyről a fizika rész szerkesztői biztosan nem gondolták, hogy anyagi szubsztanciát jelentene. Sokszor beszélünk „energiát tároló vegyületekről”, amelyek pl. a biológiai energetikai folyamatokban játszhatnak fontos szerepet. Villamos vezetőink „szállítják az energiát”, s a szerző is bajban lenne, ha erre a folyamatra valamilyen nem a hőanyagot, illetve elektromos fluidumot idéző szövegezést kellene adnia. Hányszor mondjuk, hogy „az egyik test energiát adott át a másiknak” ütközés vagy termikus kölcsönhatás közben! Az egész természettudományos nyelvezet tele van a szubsztanciaként felfogott energiához köthető kifejezésekkel.

Ebben a helyzetben szinte csoda lenne, ha tanulóink nem produkálnának sajátos elképzeléseket az energiával kapcsolatos értelmezéseikben, gondolkodásukban. Ez az egyik olyan terület azonban, amely egy világos példát ad arra, hogy a „tévhit” szó miért nem felel meg a valóságos helyzet leírására. Szakdidaktikai szempontból ugyanis egyáltalán nem elvetendő az energiának kvázi szubsztanciaként való kezelése (Duit 1987). Valójában a klasszikus fizikai paradigmák megférnek egy ilyen elképzeléssel. Azt kell mondanunk, hogy szakmódszertani szempontból nem káros, sőt rendkívül sok előnnyel jár az energiának ilyen, talán kevésbé elvont kezelése. Itt arról van szó, hogy a gyerek a természeti folyamatok képéhez hozzáilleszti az energia áramlásának képét, mintha valóban valami „átmenne” az egyik testből a másikba a kölcsönhatások során. Tudnia kell persze, hogy itt csak egy képről, a gondolkodást segítő konstrukcióról van szó, s nem valamifajta szubsztanciáról, amelynek kiterjedése, tömege, lendülete, térfogata, szaga és hasonló tulajdonságai, mértékei lennének. Ez sem a „legkonkrétabb” képzet, de valamivel jobban kezelhető, mint a világban előforduló anyagi testekhez és mezőkhöz rendelt skalár mennyiségek, amelyek változni tudnak, ahogyan a szereplők között kölcsönhatások jönnek létre, de azért a teljes összegük mindig ugyanannyi. A kvázi szubsztanciaként értelmezett energia megmaradása természetesebben megragadható (hiszen szubsztanciaként nem tűnhet el, s nem is keletkezhet), persze csak az energia különböző formáival, s a kölcsönhatásokkal való kellő megismerkedés során.

Egy szakdidaktikai álláspont szerint tehát, amíg klasszikus fizikát tanítunk (az általános relativitáselméletben és a kvantummechanikában ez már nem igaz) következetesen taníthatunk egy kvázi szubsztanciális energiafogalmat. Ennek azonban veszélyei is vannak. Az lehet, hogy a kvázi szubsztanciaként felfogott energia megmaradását könnyebb elfogadni, asszimilálni, de sajnos könnyen vezet olyan válaszokra is, hogy pl. a gömblobbik szájára húzott, leeresztett lufi a gömblobbikban lévő levegő melegítése során felfújódik, s az egész rendszernek megnő a tömege, mert a melegítéstől energia áramlott a lobbikba és a lufiba (a relativitáselmélet szerint persze tényleg nagyobb lesz a tömege, de a gyerekek nem erre gondolnak). Az ilyen és hasonló veszélyekre és meglévő problémákra szeretnénk felhívni a figyelmet ebben a részben.

A gyerekek energiafogalmának alakulása során is érdemes alapparadigmánkból kiindulni, vagyis érdemes azt vizsgálni, hogy milyen képpel, értelmezéssel érkeznek a gyerekek az energiával kapcsolatban formális természettudományos tanulásuk elejére. Meg tudunk-e ragadni vajon olyan általános, jellemző felfogást, amelyhez képest a tudományos energiafogalom kialakítása konceptuális váltást jelent? Igen ez lehetséges, s a pedagógusok jól ismerik ezt a jelenséget: a gyerekek olyan energiafogalmat hoznak magukkal az iskolába, amelyben az energia termelése és felhasználása dominál, vagyis a gyerekek döntő többségének semmilyen képzele nincs az energiáról, mint megmaradó mennyiségről. Alapvetően „utilitarisztikus” jellege van a fogalomnak a gyermeki tudatban, az energia elsősorban arra van, hogy háztartási gépeket, gépkocsikat hajtson, világítsunk vele, s az energiát valahol megtermelik, mi pedig felhasználjuk (Sexl 1981, Duit 1981, Solomon 1983, Brook – Driver 1984, Trumper 1990). Ebből a perspektívából nézve a tudományos energiafogalom, a megmaradó energia fogalmának kialakítása valóban konceptuális váltást igényel.

A kutatások azt bizonyították (id. művek), hogy az energia-megmaradás képzele rendkívül nehezen alakul ki a gyerekekben. Szinte a teljes sikertelenség kíséri még azokat a próbálkozásokat is, amelyek az energiafogalom rendkívül alapos elemzéséből, a szokásos tanítási hibák elkerülésének szándékával vették kezdetüket (A Kiel-ben működő Természettudományos Nevelés Pedagógiai Intézetében végzett ilyen vizsgálatokról Duit (1981) számol be). Pedig a szokásos tanítási hibák súlyosak, azok elkerülése – gondolhatnánk – már garanciája lehetne a sikernek. Ismert, hogy az energia valójában nem definiálható, legfőbb körülírható, s egy gazdag, tévhitektől mentes beágyazó fogalmi rendszer szükséges ahhoz, hogy használható energiafogalmat alakítsunk ki. Ehhez képest a szokásos tanítási eljárások inkább növelik a zavart.

Ha most megkérdeznénk olyan felnőtteket, akik még emlékeznek, hogyan definiálták az iskolában annakidején az energiát, akkor nagy százalékban kapnánk azt a választ, hogy az energia munkavégző képességet jelent. A fizika tankönyvek többsége ma is a munka definíciójából indul ki az energiával való ismerkedés során, ehhez képest legfeljebb csak kitérő, hogy egyes tankönyvekben a termodinamikai folyamatok esetén vezetik be az energia fogalmát, mert később – elsősorban az energia mértékegységének magyarázatában – mégiscsak a munkára alapozott definíció dominanciája érvényesül. Az energiafogalom munkafogalommal való megalapozásával kapcsolatban három didaktikai probléma vethető fel: (1) a „munka” szó hétköznapi jelentése sok gyerek számára zavaró, mert elsősorban az időhöz kötődik, s nem az úthoz; (2) a munka a test energiájának változását fejezi ki mechanikai-, vagyis az impulzus nagyságának változását eredményező kölcsönhatások esetén, tehát nem a test energiájához, hanem annak változásához kötődik; (3) a munka csak a mechanikai kölcsönhatások elemzésére alkalmas „eszköz”. Ebből a felsorolásból a második a döntő, hiszen a munkafogalom didaktikai használatában éppen ez okozza azt, hogy a bevezetett fogalom nem segíti az energia megmaradásának képzetét formálni.

A potenciális energiák bevezetése aztán csak növeli a bajt, hiszen itt meg arról van szó, hogy valami olyan energiát rendelünk hozzá a testhez, amely annak állapotán „nem látszik”. Gondoljunk bele milyen nehéz lehet megérteni egy a mechanikai folyamatokkal tudományosan csak éppen hogy ismerkedni kezdő gyerekeknek azt, hogy a vízszintesen elhelyezett, összenyomott rugótól 0,1 mm távolságra elhelyezett golyónak van valamifajta energiája, potenciális energiája, ami a rugó összenyomásából következik, mondván, hogy ha elengedjük a rugót, akkor az képes felgyorsítani a golyót, s a potenciális energia mozgási energiává alakul át. A gyerek számára jóval természetesebb úgy gondolni, hogy a rugónak van valamekkora energiája, ez csökken, miközben az elengedés után a kölcsönhatás következtében a golyónak nő az energiája. Ugyanígy a Földön felemelt és álló testnek nincs mechanikai energiája, a gravitációs mezőnek nő meg az energiája, miközben emeljük a testet. Tudjuk persze, hogy ez is emberi konstrukció, s paradigmatisztikus döntés kérdése, hogy az

energiát mihez rendeljük hozzá. Fizikai tanulmányokat magas szinten folytató fiatalok számára már teljesen elfogadható az ilyen energiáknak a testekhez rendelése, vagyis a potenciális energia fogalmának következetes használata. Nem azt mondjuk tehát, hogy itt szakmai hiba van. Sokkal inkább didaktikai, pedagógiai kérdésről van szó: a kvázi szubsztanciálisként értelmezett energia fogalmával a kisebb gyerekek számára sokkal inkább összeegyeztethető az a kép, amely a potenciális energiákat a mezőkhöz, rugókhöz, s hasonlókhöz rendeli, s nem is potenciális energiáról, hanem gravitációs, elektromos, mágneses vagy éppen rugalmas energiáról beszél. De a feynmani kép szerint is kezdetben logikusabb ez az eljárás, mert ha egy kisgyerek az energiát nem is gondolja szubsztanciális jellegűnek, hanem a testek

állapotával hozza kapcsolatba azt, akkor sem gondolja úgy, hogy a golyó állapotához rendelhető hozzá az energia, hanem nyilván arra gondol, hogy az összenyomott rugóhoz érdemes ezt a mennyiséget rendelni.

Említsünk egy magyar példát az e témában kialakult zavar szemléltetésére! A Holics László szerkesztette, szakmailag rendkívül alapos fizika összefoglaló (Holics 1986) sem kellően tisztán magyarázza el a potenciális energiával kapcsolatos problémákat (nem lenne érdemes példát mutatni problematikus részekre szakmailag alacsony színvonalú művekből, ezért választottuk Holics könyvét). A potenciális energiák bevezetésénél a könyv igyekszik nagyon pontosan fogalmazni. Konzervatív erők esetén definiálja természetesen a fogalmat, s a testen a tér által végzett munkaként írja le, miközben a test az adott pontból a zérusszintnek választott pontba jut. Az energiát a testhez rendeli, hiszen maga a definíció is így kezdődik: „valamely test adott pontbeli helyzeti (potenciális) energiáján értjük...” (i.m. 148. o.). Ehhez képest azonban már következetlenség, hogy egy alfejezetben a rugó potenciális energiájáról van szó (i.m. 153.lap), sőt, egy külön apró betűs részben ez szerepel: „a rugalmassági energia a rugó, és nem a hozzáerősített test tulajdonsága. A rugalmassági energia a rugóban tárolódik” (i.m. 154. o.). Ha világosan tisztáznánk, hogy a potenciális energia egy emberi konstrukció, akkor nyugodtan rendelhetnénk a rugalmas potenciális energiát a testhez, hiszen mondhatjuk azt, hogy az állapota miatt, jelen esetben a rugóhoz viszonyított helyzete miatt rendelhetünk hozzá energiát, így a megoldás következetes lenne. Számunkra szimpatikusabb (de szakmailag semmivel nem korrektebb), ha nem beszélünk potenciális energiákról, hanem csak anyagi objektumok energiájáról, amely valamilyen állapotuk miatt van nekik, s így – különösen kisebb gyerekeknél – nemcsak a rugóhoz rendelnénk az energiát, hanem a mezőkhöz is. De még egyszer leszögezzük, ezek a különböző paradigmák egymás mellé helyezhetőek, mindkettő megállja a helyét a fizikai testek és mezők kölcsönhatásainak elemzése során.

Az energia fogalmának formálódásával kapcsolatban tehát úgy tűnik, az energia-megmaradás elfogadása, a termelő és elfogyasztható energia elképzelésének meghaladása a legfontosabb konceptuális váltás. Ezen kívül azonban még további nehézségekkel is szembe kell nézni e témakör tanítása során. Kiseb gyerekekre jellemző, hogy az energiát az élő anyaggal társítják, eszerint energiája csak élő dolognak lehet. Ez az elképzelés az önmozgással lehet kapcsolatban, vagyis azzal, hogy a kisgyermek a saját mozgással, s ezért – szerinte – energiával rendelkező testeket tekinti élőnek. A gyerekek közül sokan a testek mozgásával kapcsolatos, saját szavaikkal előadott beszámolóikban gyakran használják az

„energia” és az „erő” szavakat egymás szinonimájaként (egyik test „erőt ad át a másiknak”, a testnek „elfogy az ereje”, „nagy energiával löki meg az egyik test a másikat”, stb.). Sokadik tapasztalatunk ez azzal kapcsolatban, hogy a gyermeki gondolkodásban differenciálatlan fogalomgyűttesek formálják az értelmezéseket.

Sajnos a kisiskolásoknak szánt természetismereti tankönyvek sem mentesek gyakran az energia- valamint az erőfogalom „keverésétől”. Van olyan leírás, amely szerint minél

nagyobb a szél sebessége, annál nagyobb az ereje (Nem a pellengérré állítás a célunk, itt nem adunk hivatkozást), vagy máshol ilyet olvashatunk: „Kik vonszolják magukat? Akikben nincs erő.”. E tankönyv egy másik helyén ez szerepel: „A mozgáshoz erő kell. Semmi sem mozog magától. Ez az erő lehet bennünk, az élőlényekben, gépekben, érkezhét kívülről is”. S hogy az elektromos energiával való zavaros viszonyra is mutassunk példát: „Az elemekben az elektromos áram ereje van elraktározva”. Fizika szakosok különösen a „mozgáshoz erő kell” kijelentésnél ráncolják leginkább a homlokukat. Néha az az érzése az embernek, hogy a „tévhitet” mi pedagógusok meg a rossz könyveink alakítják ki a gyerekekben. Anélkül, hogy a tankönyvszerzőket felmentenénk, azt világosan le kell szögezni, hogy a sajátos elképzelések a gyerekekben már iskoláskoruk előtt kialakulnak.

Mindezekon kívül találkozhatunk az energiának kizárólagosan a mozgó testekhez való rendelésével, az energiának az energiahordozókkal való azonosításával, az energia folyadékként való viselkedésének elképzeléseivel, s azzal a felfogással, hogy az energia valamilyen hozzáadott anyag, illetve egy termék (Brook – Driver 1984).

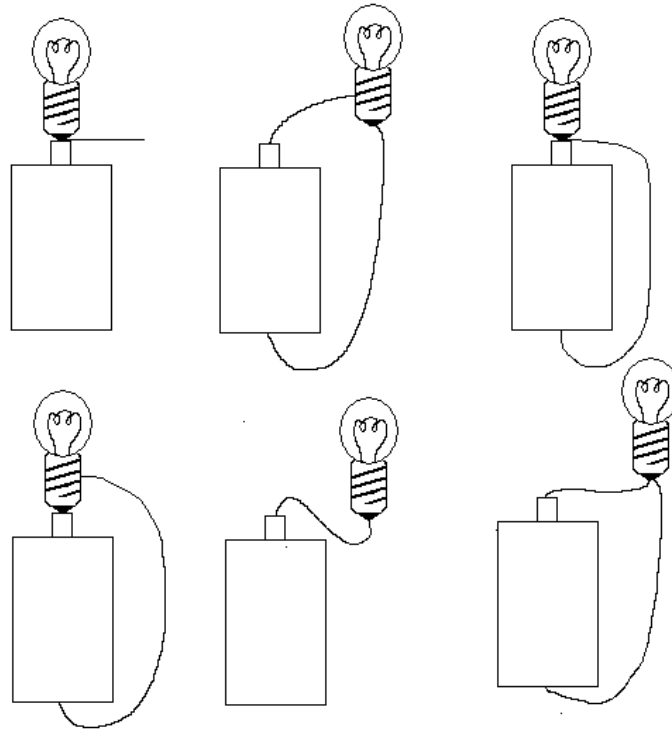
7.2.3. *Hogyan „látják” a gyerekek az elektromosságot?*

Valószínűleg sokan úgy gondolják, hogy az elektromos árammal kapcsolatban a gyerekeknek nincsenek előzetes ismereteik, nincs semmilyen felfogásuk arról, hogy mi történik egy elektromos áramkörben. A valóság azonban az, hogy a gyerekek már formális elektromosságtani tanulmányaik előtt kialakítanak magukban elképzeléseket az elektromos áramról, s ezeket működtetik a gyakorlatban is és elektromosságtani tanulmányaik során is. A tanulás aztán az egymást követő képek gyors változását hozhatja, azonban egy-egy „masszív tévhit” erős gátja is lehet az eredményes tanulásnak.

A elektromos áram jelenségeivel kapcsolatos vizsgálatokat elsősorban R. J. Osborn (1981), D. Shipstone (1985) és M. Cosgrave (1995) végezték. Az eredetileg Osborn által leírt gyermeki értelmezések meglétét és tanulást befolyásoló szerepét mutatták ki a későbbi vizsgálatok is. Nézzük meg itt is a gyermeki szemlélet alakulásának állomásait.

A gyermek elektromos árammal kapcsolatos elképzeléseit kezdetben a *forrás-fogyasztó szemlélet egyoldalúsága* jellemzi. Ez alatt azt kell érteni, hogy a gyermek egyfajta egyirányú kapcsolatot tételez fel az áramforrás és a fogyasztó, mondjuk egy elem és az izzólámpa között, az „igazi” áramkör fogalom kialakulása itt még nem történt meg. Két különböző kép is kötődik ehhez a szemlélethez. Az egyik képben a gyermek úgy gondolja, hogy elég egy huzallal összekötni az elemet és az izzót, s akkor már az utóbbi világít is. Van már áramfogalom, hiszen az áram valamilyen módon a vezetéken keresztül jut el a fogyasztóhoz, de nincs áramkör fogalom. E szemlélet jelenlétét pl. a 7.9. ábrán látható rajzok segítségével lehet vizsgálni (Shipstone (1985) után, kiegészítve saját esetekkel), megkérve a gyermeket, válassza ki azokat az elrendezéseket, amelyekben szerinte az izzó világítani fog.

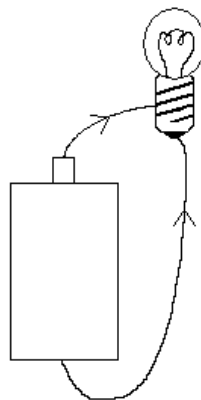
7.9. ábra: Mely esetekben világít az izzó?



8-12 éves gyerekek egy része a fenti ábrák közül azokat választja, amelyek az előbb jellemzett modell meglétére engednek következtetni.

Az egyoldalú, forrás-fogyasztó szemlélet másik jellemző típusa az, amelyben a gyermek már áramkört rajzol, azonban ez még nem a valódi áramkör, hiszen itt az áram még nem jár körbe, hanem csak a teleptől a fogyasztóhoz folyik. A két áramköri ágban a töltések a fogyasztó felé mozognak, s ott összeütközve egymással (ezért ez az „ütközős” modell) fény kibocsátására készítetik az izzót.

7.10. ábra: Az „ütközős modell”

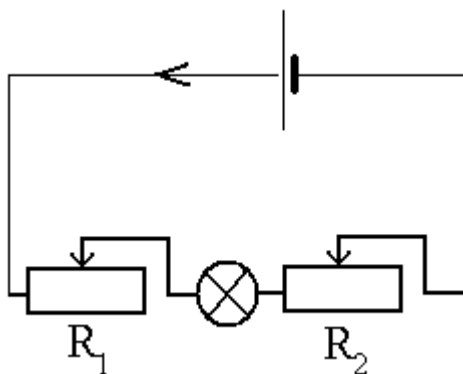


A már egyszer idézett, 9-10 évesek számára írt Környezetismeret tankönyv szinte sugallja ezt a képet ilyen szövegeivel: „Az elektromos áram az áram forrásától az áramot felhasználó eszközökig vezetékeken jut el”. Vagy később: „Amikor felkapcsolod a villanyt, az áram a villanykörtébe jut, és világít [sic!]. De honnan érkezik az áram? Nézzük meg a vezeték másik végét is!”.

Ettől kezdve már a fejlettebb felfogások (s nem feltétlenül a tankönyvszerzőké) az áramot valamilyen cirkuláris folyamatnak képzelik, de nem feltétlenül úgy, hogy a kialakuló modellben érvényesülne a töltésmegmaradás elve. Sok gyerek gondolja azt, hogy az egymással sorosan kapcsolt izzók közül az, amelyet „előbb ér el az áram” fényesebben világít, mint a másik. Az áram szempontjából előbb lévő lámpa mintegy elfogyasztja az energia egy részét, a másik lámpának már kevesebb jut. A tapasztalatok felhasználásával is módosulhat ez a kép, s látva, hogy az egyébként teljesen azonosnak tekinthető izzók az áramkörben egyformán világítanak, a gyerekek kialakíthatják azt a képet, hogy az izzókon azonos az áram, de az izzók „után”, pl. a telepen átfolyó áram már gyöngébb. Ez tehát még mindig a „nem megmaradó töltés” elképzelése, beépítve a tapasztalatot, nem lényegesen megváltoztatva a belső képet, naiv elméletet.

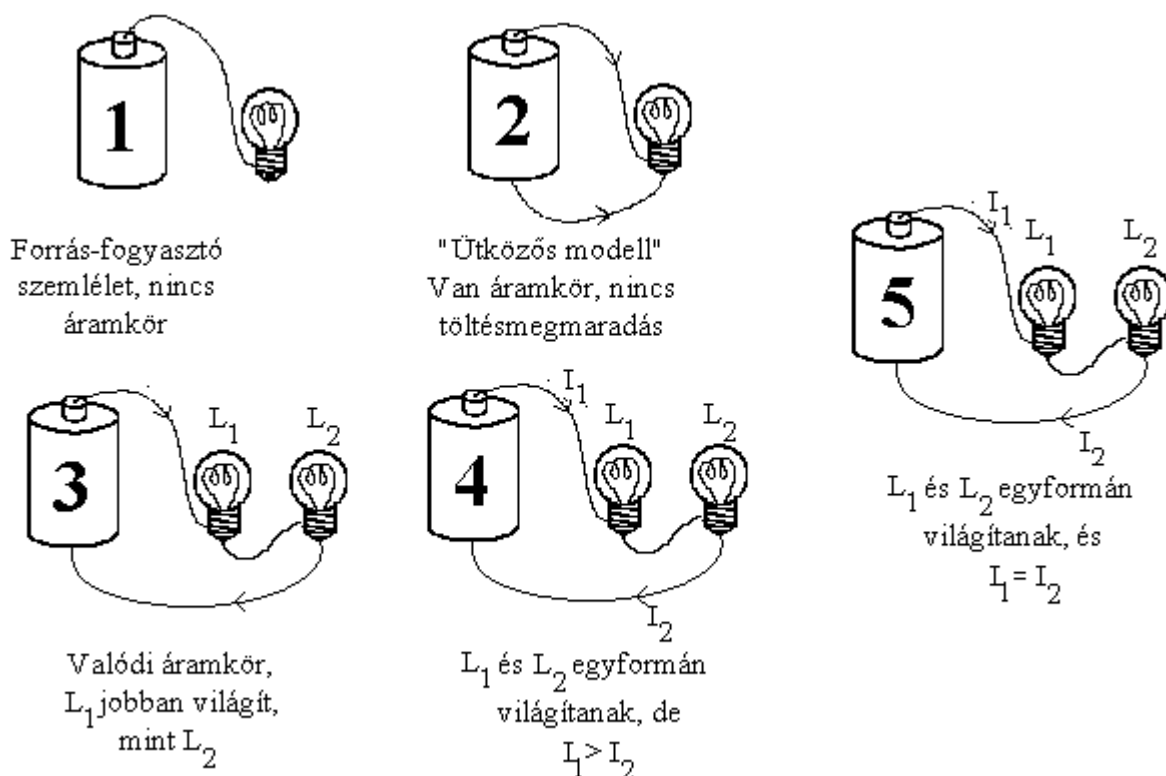
E felfogások pl. olyan feladatokkal diagnosztizálhatók, amelyekben sorosan kapcsolt, de mindenben azonos izzók egymáshoz viszonyított fényességére kérdezzük rá. Kicsit összetettebb áramkörrel vizsgálható ez az értelmezés a következőképpen: a 7.11. ábrán látható áramkör esetén válaszolni kell arra a kérdésre, hogy mi történik az izzó fényességével akkor, ha R_1 vagy R_2 ellenállást növeljük illetve csökkentjük.

7.11. ábra: A töltésmegmaradásra vonatkozó elképzelés meglétét vizsgáló feladat. Hogyan változik az izzó fényessége, ha változtatjuk az R_1 illetve az R_2 ellenállásokat



A tudományos elképzelés kialakulásakor a gyerekek már értik, hogy az áram cirkuláris folyamat, az áramkörben (most még nincs elágazás) mindenhol ugyanakkora az áram erőssége. Ezek szerint öt, egymástól kisebb-nagyobb mértékben különböző elképzelés élhet a gyerekekben az áramkör fogalmának kialakultságát és a töltésmegmaradást illetően. Ezek rajzban így szemléltethetők:

7.12. ábra: Az áramkörre vonatkozó gyermeki elképzelések



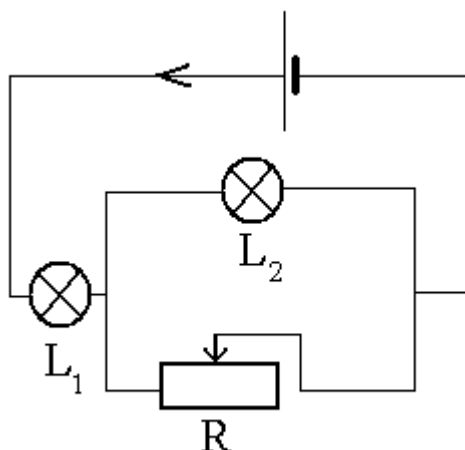
Shipstone (1985) adatai azt bizonyítják, hogy még a 17 éves angol gyerekeknek is több mint a harmada birtokol nem konzerváló modellt (a 3. vagy 4. modellt).

A gyermeki felfogásnak azonban további jellegzetességei is vannak. Az áramkör fogalmának kialakulása után a gyerekekben megformálódhat az elektromos folyamatoknak egy olyan képe, amely szerint egy áramkörben végrehajtott változtatás csak ezen a ponton, illetve az áram haladási iránya szerinti, „utána következő” pontokon eredményez változást. A fenti, 7.11. ábrán is bemutatott áramkör esetében ez azt jelenti, hogy ha az R_2 ellenállást növeljük, akkor az nincs hatással az izzó fényességére. Ez az ún. „soros modell” (Shipstone 1985) természetesen rokonságban van a „nem konzerváló” modellel, de nem teljesen azonos azzal. Sőt, a töltésmegmaradás elvének elfogadása után is elképzelhető ennek az elképzelésnek a konstrukciója. A 7.11. ábrához tartozó feladat természetesen alkalmas a probléma diagnosztizálására. Ez a gyermeki felfogás alapvetően gátolja az áramkörökkel kapcsolatos kvantitatív összefüggések megértését (pl. soros és párhuzamos kapcsolások esetén az eredő ellenállás kiszámítása, változtatható ellenállások esetén a módosítás hatása az áramkör más elemeire, stb.). Shipstone megemlíti azt a tényt, amit saját hazai viszonyainkra kevésbé gondolunk igaznak, hogy sok fizikatanár is birtokolja ezt az értelmezést.

Kérdezzük meg a gyereket, hogy a 7.13. ábrán látható áramkör esetében hogyan világít majd az L_1 és L_2 izzó, ha az R ellenállást növeljük!

7.13. ábra: A hatások lokális jellegére vonatkozó elképzelés vizsgálatára alkalmas feladat. Hogyan változik az L_1 és az L_2 izzó fényessége, ha változtatjuk az R ellenállást? Magyarázzuk meg a hatást.

Gyakran hallhatunk helyes választ, hogy ti. az L_1 fényessége csökken, az L_2 izzó viszont



erősebben világít majd. Ha viszont megkérdezzük a jelenség okát, akkor sokan úgy válaszolnak, hogy a párhuzamosan kötött R és L_2 esetében az áram inkább az izzó felé megy, mert a másik ágon nagyobb lett az ellenállás. Ezért L_2 erősebben fog világítani. Akkor viszont – a meggondolás mögött az energia-megmaradás képzete állhat – a másik izzónak gyengébben kell világítania, mint a változtatás előtt. Az érvelés – a tudományos felfogás szerint – hibás, helyesen azt kellene mondani, hogy a párhuzamosan kötött ellenállások eredője növekszik, ezért a telep feszültségéből az előbbi helyzethez viszonyítva nagyobb feszültség jut rájuk, s kisebb a velük sorosan kötött izzóra, így az L_1 halványabban, az L_2 erősebben világít majd.

A tudományosnak nem megfelelő érvelés mögött az az elképzelés áll, hogy sok gyerek a feszültséget az áram illetve az áramerősség fogalma alá rendeli, vagy legalábbis nehezen tesz különbséget a két fogalom között. Gyakori, hogy a feszültséget az áram tulajdonságának tekintik, s összetettebb áramkör vizsgálatá esetén elsősorban az áram viselkedését próbálják meg nyomon követni, s a folyamatokat ebből magyarázni. Pedig a jelenségek magyarázatában az elektromos mezőből, az annak leírására használt potenciálból, illetve az annak két ponton felvett értéke közötti különbségként értelmezett feszültségből érdemes kiindulni, s a konkrét körülményeknek megfelelően meghatározni az áramerősséget.

Még egyértelműbben szemléltethető ez a gyermektudományi elem, ha azt kérdezzük a gyerekektől, hogy egy rendkívül egyszerű, áramforrást, huzalokat, egy fogyasztót és egy kapcsolót tartalmazó áramkörben mekkora a feszültség a kapcsoló két kivezetése között, ha a kapcsoló nyitott illetve zárt állapotban van. Ezt a feladatot már használtuk illusztrációként a pedagógiai értékeléssel foglalkozó részfejezetben (ld. ... o.). Láttuk, hogy a gyerekek hajlamosak azt válaszolni, hogy a feszültség a nyitott állapotban 0 V, míg zárt állapotban megegyezik a telep feszültségével. A fizika szerint épp fordított a helyzet. A gyerekek válasza azonban érthető, ha arra gondolunk, hogy esetükben a feszültség fogalma szinte azonos az áramerősség fogalmával. Talán valami ilyesmi fogalmazódik meg a fejükben: „6 V-os áram folyik a körben – a két pont között is, ha zárt az áramkör – tehát 6 V a feszültség, míg ha nyitott az áramkör, akkor nincs áram, tehát a feszültség is 0”.

Példa ez a jelenség arra is, hogy a gyermeki gondolkodásban eredetileg differenciálatlan fogalomegyüttesek, konglomerátumok alakulnak ki, majd ezeknek bizonyos elemei

fokozatosan differenciálódnak. Az áramerősség, a töltés, az energia, a feszültség fogalmak a tanulmányok kezdetén átfedők, sok gyermekben talán teljesen, vagy nagy mértékben azonosak is. Nagyon jól ismertek számunkra ezek a fogalomegyüttesek, korábban már bemutattuk a gyermekontológia olyan értelmezési lehetőségét, amely éppen az ilyen konglomerátumok feltételezésére épül. Az ilyen kognitív rendszerek léte a konstruktivizmus alapfeltevései segítségével jól magyarázható. Az eredeti gyermeki fogalmak, ismeretek kiindulópontot jelentenek több tudományos fogalom elsajátításához is, a tanulás során a már ismerttel való kapcsolatok kialakítása zajlik, s a még diffúz, sokhelyütt pontatlan megismerés, a tudás nem kellő részletezettsége még nem teszi lehetővé e fogalmak világos differenciálását.

Az elektromos áram megértésével kapcsolatos tanulási jelenségek a következőkre figyelmeztetnek: *a gyerekek gondolkodásában fogalmi rendszerek differenciálatlan szövedékével kell számolnunk.* A tanulást segítheti olyan kognitív struktúra kialakítása, amely megfelelő kiindulópontot jelent a fogalmak kellő differenciálásához. Ha az oktatás e kognitív struktúrát nem építi ki, akkor *a gyerek a tanulás során a fejében meglévő struktúrákhoz igazodik.* Itt egy mechanikai információ-feldolgozó rendszer áll rendelkezésére, a töltésmozgás lesz az alapjelenség, minden más fogalom ebbe a kognitív struktúrába ágyazódik. Az elektromos jelenségek azonban az elektromágneses tér jelenségei, az elektromos mezőre vonatkozó speciális törvényszerűségek működnek, s kicsit leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy a töltésmozgás „csak” következménye az elektromos mező folyamatainak. *Indokolt tehát olyan tanterveket készíteni, amelyek az elektromos mezőre vonatkozó ismeretekre alapoznak, olyan kognitív struktúrát építenek ki, amelybe az elektromosságtan fogalmai jól illeszthetők.* Van ilyen kognitív struktúra, a Maxwell-egyenletek rendszere, azonban matematikai bonyolultsága miatt teljes absztraktságában nem tanítható a közoktatás évfolyamain. Szükség van tehát egy olyan kurrikulumra, amely a Maxwell-egyenletek kognitív struktúrájára épül, de „csak” kvalitatív leírást ad. Egy ilyen kurrikulum kialakításának alapvető módja az elektromos mező fogalmának a tanítás legelejétől való fokozatos, de következetes kiépítése.

7.2.4. Az anyagról alkotott gyermeki elképzelések

A gyerekek számára a gázokkal kapcsolatos jelenségek, az anyag részecskékből való felépítettsége, majd később az atom- és molekulaszervezet megértése jelent komoly kihívást az anyag fogalmával kapcsolatban a természettudományos ismeretszerzés során. Az eredeti gyermeki szemléletben a levegő azonos a „semmivel”, a gáz nem más, mint a fűtéshez, világításához vagy főzéshez használt „gáz”, s az anyagok, legyenek szilárd, cseppfolyós vagy légnemű halmazállapotban, folytonosan kitöltik a teret. Ez az az alapállapot, amellyel az iskolai természettudományos nevelésben számolnunk kell, ez az a pont, ahonnan mintegy tíztizenkét év alatt el kell juttatni a gyerekeket oda, hogy az anyagot sokféle formában megjelenő, szerkezettel bíró, jelentős átalakulásokra képes valamiként értelmezzék. Ez a folyamat számos konceptuális váltást igényel.

Kisiskolás korban alakul ki a levegőnek, mint speciális anyagnak a felfogása. Bár a levegő szó már egészen kicsi korban része a gyermek szótárának, sok esetben azonban ez nem egy anyagfajtának a neve, hanem lényegében a „semmi” szinonimája. A levegő anyagként kezelése azonban viszonylag hamar kialakul, 11-12 évesek már így használják a fogalmat (Séré 1985). Piaget kísérleteiből azonban tudjuk, hogy ez az anyagként kezelés is érdekes, sajátosan gyermeki színezetet ölt, amikor a gyerekek az álom, a gondolkodás, a memória leírásával kapcsolatban használják a szót (Piaget 1972, 93. o.). A 11-12 évesek már „jó” (a tudományosnak megfelelő) választ adnak arra a kérdésre, hogy mi van az „üres” tartályban. Előfordul azonban, hogy nehezebb kérdésre már több a hibás válasz, így pl. a felfúj

kerékpárgumiban a gyerekek döntő többsége szerint levegő van, de a leeresztett gumiban (ami csak „lapos, de nem került ki belőle minden levegő”) szerintük nincs semmi (Séré 1985, 107. o.).

A szél létezése is megerősíti a gyerekekben a levegő anyagként való felfogását, azonban egy érdekes gyermeki elképzelés keletkezésének is oka egyben. Még 12 éves korban is akadnak olyan gyerekek, akik a szelet élőnek tekintik. Ennek oka az, hogy az önmozgással rendelkező testek, anyagok a gyermek számára az élők, valószínűleg velünk születő felfogásról, az élő dolgokkal kapcsolatos információfeldolgozó rendszer specialitásáról van szó (Carey – Spelke 1994, 176. o.). Magunk is tapasztaltuk a levegőnek élőként kezelését még 12 éves gyerekeknél is, igaz nem nagy arányban. A már említett vizsgálatban a 91 tizenkét éves tanuló közül 24 produkálta ezt az elképzelést, amikor egy felsorolásban alá kellett húznia az élőket jelölő szavakat, kifejezéseket. Mindezek miatt, tehát azért, mert a gyerekek a levegőt a semmivel azonosíthatják, illetve mert élőként értelmezhetik, a levegő fogalmának kialakítása egyáltalán nem könnyű feladat.

A gázokkal kapcsolatos ismeretrendszer fejlődésében alapvető szerepet játszik, hogy a gyermek mikor kezd mértékeket rendelni a gázokhoz. Kisebb gyerekek a gázokat (ha anyaginak gondolják is) súlytalannak képzelik. Ezen elképzelés átalakítása szempontjából alapvető jelentősége van annak, hogy a gyerek lássa, hogy a gázok felfoghatók, palackokba zárhatók, érzékeny eszközökkel a tömegük is mérhető. Az anyagmennyiség azonban a gyermekben egy darabig a térfogattal asszociált fogalom. Egy tanítási modul előtt bemutattak a gyerekeknek egy fecskendő, amelynek dugattyúja kihúzott állapotban volt. A fecskendő nyílását befogva, jól látható mértékben benyomták a dugattyút, s megkérdezték a gyerekeket, hogy most több, kevesebb vagy ugyanannyi levegő van-e a fecskendőben. A 11 évesek fele azt válaszolta, hogy kevesebb most a levegő (Séré 1985). Ismét egy példa arra, hogy differenciálatlan fogalomgyűttesekkel kell számolnunk a gyerekek kognitív struktúráiban. A gyerekek a mennyiséget a térfogattal, a nagysággal azonosítják. Korábban említettük, hogy van egy még korábbi állapot, amikor a hossz, pontosabban a lineáris méretek játszanak – bár ellentmondásos – szerepet a mennyiség felfogásában. Emlékezhetünk rá, Piaget térfogat állandóságával kapcsolatos kísérleteinek eredményeit (a keskenyebb pohárban lévő, ugyanannyi vizet a kisebb gyerekek többnek gondolják) is nézhetjük ilyen szemmel, hogy tudniillik a kisebb gyerekek számára a hosszabb egyben több is. Megfogalmaztuk azt a hipotézist, hogy mindezekben az esetekben nem az adott mennyiség állandóságának birtoklásáról vagy nem birtoklásáról van szó, hanem arról, hogy az adott mennyiség, vagyis pl. a víz térfogata a Piaget kísérlet esetében, illetve a gázok tömege Séré-nél még nem kialakult fogalom, nincs is értelme az állandóságáról beszélni. A gáz mennyisége egyelőre a gyermek számára a térfogatával mérhető valami, s nem a tömeg állandóságát nem birtokolja még, hanem a gáz tömegének fogalmát általában. E hipotézis ellentétben áll Piaget elgondolásával, amelyben a folyamatok értelmi műveletekben való megfordíthatósága játssza a döntő szerepet az állandóság felfogásának kialakulásában. A hipotézis szerint viszont magának a speciális fogalomnak a kiépülése, majd gazdagodása, elaborálása játssza a meghatározó szerepet a helyes felfogás kialakulásában. Ez a különbség egyben konkrét megjelenése annak a kognitív pszichológián belüli vitának, amely az általános értelmi műveletek létezését és fejlődését középpontba állító szemlélet és a tudásterület-specifikusság (domain specificity) hirdetése között zajlik, s korábban már bemutattuk. Piaget, valamint régi és mai hívei az általános értelmi műveletek meghatározó szerepében hittek és hisznek. A másik oldal szerint ilyenek nem léteznek, s kognitív rendszerünk részben elkülönülő, s egymással kapcsolatban álló, tudásterület-specifikus információ-feldolgozó modulokból épül fel.

Rendkívül érdekes az az ugyancsak Séré által leírt elképzelés, hogy a gyerekek 1/3-a az anyagszerkezeti ismeretek tanítása előtt úgy képzelte, hogy a levegőt nem lehet melegíteni,

2/3-uk pedig a gázokat általában nem tartotta melegíthetőnek. Ugyancsak Séré tanulmányából tájékozódhatunk arról, hogy miközben a tanítás előtt a gyerekek 2/3-a tudja, hogy a melegített levegőnek ugyanakkora a tömege, mint a nem melegítettnek, a tanítás után a gyerekeknek több mint a fele szerint megváltozik a levegő tömege. Egy részük szerint kisebb lesz, mert a melegítés hatására a levegő kitágul, egy másik vélemény szerint viszont nagyobb lesz, mert megnő a levegő nyomása, illetve másik érvelés szerint: a tágulás során levegő termelődik. Világos példa arra, hogy a nem kellően mélyen birtokolt tudás (a gázok is tömeggel rendelkező valamik) új ismeretek megszerzésekor, az értelmezés sajátos, belső, egyéni folyamatai következtében a tanító akarata ellenére is a tudományostól eltérő értelmezésekhez vezethet.

A gázokkal kapcsolatos szemlélet formálódásában az is fontos szerepet játszik, hogy miképpen alakul a gázok nyomására, a gázok által gyakorolt erőre vonatkozó elképzelés. E kérdésre is Marie Séré tanulmánya alapján válaszolhatunk. Sok gyermek gondolja úgy, hogy csak a mozgó gázok (pl. a szél) fejtenek ki erőt. A vérnyomásmérésnél zajló folyamatokat pl. úgy értelmezik, hogy a „pumpálás” során az eszközbe bekerülő levegő nyomja a karunkat (érezzük), de amikor kiengedik a levegőt, akkor már semmi nem hat erővel a karra. Mindebben tetten érhető egy rendkívül mély szemlélet is, a mozgás és az erő összekapcsolása, amiről részben már szóltunk, illetve amire még részletesebben visszatérünk egy következő részfejezetben. Ugyancsak a mechanikai mozgások értelmezésének problémáira vezethető vissza az a gyermeki szemlélet, amely szerint a gázok csak akkor fejtenek ki erőt, ha rájuk valamilyen erő hat, vagy melegítjük őket. Minden esetre e szemlélet szerint valamilyen külső hatás kell ahhoz, hogy a gáz erőt tudjon gyakorolni valamire. Ugyancsak a gázok nyomásának értelmezési nehézségeit mutatja, hogy sok gyermek képzei, hogy a gázok csak egy irányban képesek erőt kifejteni, pl. a fecskendő dugattyújára, de nem a fecskendő oldalfalára.

Minden fizikatanár jól ismeri azt a gondolkodásmódot, gyermektudományi elemet, amely a vákuumnak szívóhatást tulajdonít. A pipettában e szerint a vizet nem a vízben uralkodó és minden irányban azonosan ható hidrosztatikai nyomás, a változatlanul tovaaterjedő légnyomással megnövelve és a fecskendőben uralkodó nyomással lecsökkentve hajtja fel sok gyerek szerint, hanem a vákuum szívja fel. Ha már megtanulták, hogy semmiféle szívásról nem lehet szó, akkor sem feltétlenül a nyomások különbségével magyarázzák a jelenséget, hanem csak az egyik nyomással.

Az anyagfogalom alakulásának egyik legfontosabb mozzanata a részecskeszemlélet formálódása. Ez az egyik „legkeményebb” konceptuális váltás gyermekkorban (elfogadni, hogy az anyag nem folytonos, hanem szemcsézett, részekből áll, struktúrája van), ugyanakkor egy sor további kognitív fejlődésnek az alapja is egyben. A gázokról alkotott elképzelés, a nyomás értelmezése, az anyagmegmaradás felfogása, a hő, belső energia, hőmérséklet fogalmak világos elkülönítése múlik azon, hogy milyen jól sikerül kialakítani a gyerekekben a részecske elképzelést. Nem véletlen tehát, hogy ma már minden valamirevaló elemi szintű természettudományos oktatási program tartalmaz olyan egységet, amelynek tanulása során a gyerekek az anyag részecskeszemléletével ismerkednek meg.

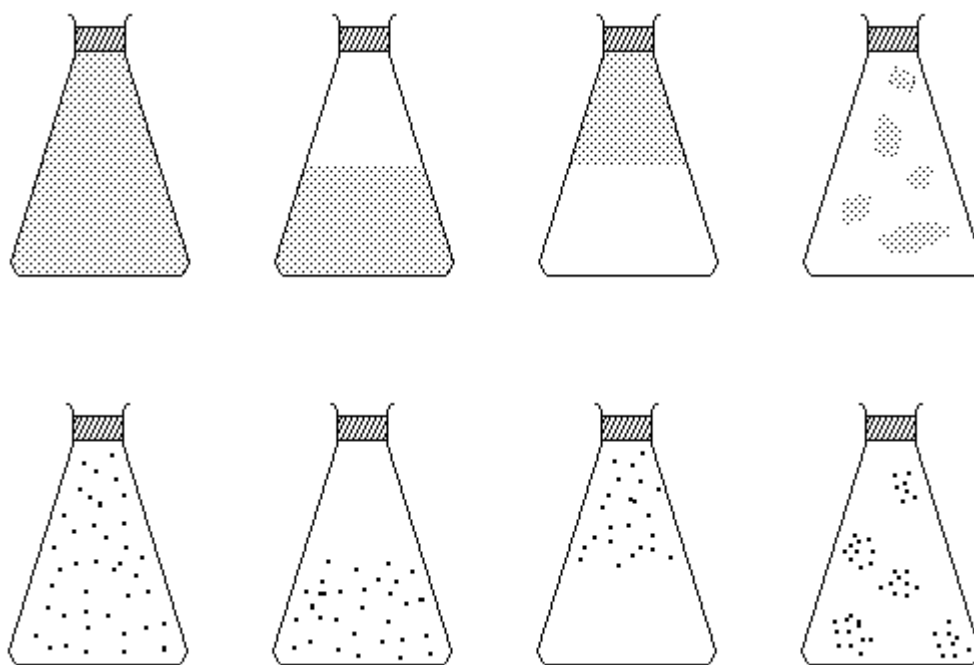
A részecskeszemlélet alakulásával kapcsolatos kérdéseket elsősorban Joseph Nussbaum (1985b) tanulmánya alapján ismertetjük. Ebben több, a témában folytatott kutatás eredményeit összegzi a szerző. Egy részletkérdésben saját vizsgálati eredményt is közlünk. A részecskeszemlélet alakulása elsősorban a következő tényeknek fokozatos elfogadását jelenti a gyermeki szemléletben:

1. a gázok részecskékből állnak;
2. a gázok részecskéi egyformán oszlanak szét bármilyen zárt térben;
3. a részecskék között üres tér van;

4. a gáz részecskéi mozognak, ehhez a mozgáshoz nem szükséges valamifajta külső forrás;
5. két gáz keveredésekor különböző részecskékből álló gáz jön létre.

A Novick és Nussbaum (1978) által leírt, izraeli gyerekek körében végzett vizsgálatban különböző, gyakorlati szituációkra épülő, a meglévő anyagfelfogás, szerkezeti elképzelés mozgósítását igénylő feladatokat oldattak meg a kutatók. Egy frakcionáló lombik száját lezárták, kivezető csövéen keresztül pedig a lombikban lévő gáz kb. felét kiszívták. Előbb minden segítség nélkül kellett a gyerekeknek rajzban szemléltetni a művelet előtti és a gáz kiszívását követő szituációt, majd különböző ábrákat mutattak a gyerekeknek, amelyeken a gáz folyamat előtti és utáni képe volt látható, feltételezve, hogy látjuk magát a gázt. A rajzok felében folytonosnak ábrázolták a gázt, másik felében részecske természetűnek (folytonos sátirozás illetve pontokkal való ábrázolás). Variálták továbbá a válaszadási lehetőségeket aszerint, hogy a maradék gáz alul, fölül vagy szétszórva helyezkedik-e el valamint aszerint, hogy bizonyos „csomósodások” jönnek-e létre vagy sem. A 7.14. ábrán látható nyolc változatot mutatták a gyerekeknek.

7.14. ábra: A részecskekép meglétét és jellegét vizsgáló feladat ábrája



Az eredmények azt mutatták, hogy a 14 éves gyerekek 64 %-a már a rajzok megmutatása előtt is olyan saját rajzot készített, amelyben részecskék szerepeltek, s a rajzok megmutatásakor 78 %-uk választott részecskéket mutató ábrát. Viszonylag kevesen voltak (a részecskéket feltételezők közül csak minden 6. gyerek) akik nem egyenletesnek gondolták a kitöltést. Ezek talán viszonylag jó eredményeknek tekinthetők (persze nem eleve meghatározott, hogy milyen arány a „jó”).

Nem ilyen a kép már a részecskék közötti térre vonatkozó kérdésre adott válaszokban. A részecskéket feltételezőknek nem egészen a fele volt határozott abban, hogy nincs semmi a részecskék között. Sokan állították, hogy levegő, szennyezés, baktériumok, vírusok, ismeretlen gőzök találhatók a részecskék között, illetve volt olyan, aki szerint nincs hely a

részecskék közt. Saját vizsgálatunk is ezt az eredményt adta, de annak megfelelően, hogy mi 12 éveseket vizsgáltunk, az eredményben még kevesebb, 91-ből csak 12 a jó válasz (jó alatt most a „semmi”-re, az „űr”-re való hivatkozást értve). 20-an levegőt képzeltek a részecskék közé, 23-an valamilyen más szervetlen anyagot, 10-en valamilyen élőlényeket. 26 válasz nem volt értékelhető, látszott, hogy a kérdés megértése is problémát okozott. Tudni kell, hogy ezek a gyerekek már ekkor megismertek (éppen a vizsgálat tanévében) az anyag részecskeszemléletével.

Nussbaum és Novick vizsgálatában csak a gyerekek fele gondolta úgy, hogy a részecskék „sajátmozgással” rendelkeznek, azonban közülük is viszonylag sokan nem tudják, hogy ennek a mozgásnak az eredménye a rendelkezésre álló tér kitöltése (pontosabban „beröpködése”). Vannak animisztikus megfontolások (a részecskék fel akarnak emelkedni), van hivatkozás a részecskék kicsi súlyára, s van olyan furcsa meggondolás is, hogy a levegő felszáll a gravitáció miatt.

A levegő és a gravitáció sajátos – gyermeki megfontolásokban való – megjelenése több más esetben is megfigyelhető. Különös, de mégis igaz, hogy a gyerekek egészen pontosan reprodukálják Arisztotelész képét a levegő és a gravitáció kapcsolatáról, anélkül, hogy valaha hallottak volna a nagy görög gondolkodóról. Fizika egyetemi felvételin hallhatták a felvételiztető tanárok, hogy a zárt tartályban elhelyezett, félig felfújott labda felemelkedik, ha a tartályból kiszívják a levegőt (Gunstone 1988). Mintha a levegő a könnyű dolgokat lent tartaná, mert egyébként a könnyű dolgoknak az a „természetük”, hogy felfelé törekszenek, míg a nehezek mozgásának „természetes” iránya a lefelé. A jelenségről olvasva kissé hihetetlennek tartottuk ezt, ezért a 12 évesekkel folytatott vizsgálatunkban erre is rákérdeztünk. A Gunstone által is említett „tartályos – lufis” gondolat kísérlettel kapcsolatban kértük a gyerekek előrejelzését, s azt tapasztaltuk, hogy a gyerekek több mint harmada (91-ből 32) azt várja, hogy a levegő kiszívattyúzása következtében a lufi fölemelkedik. Több egyéni, tanári beszámolóból is ismert az a gyermeki vélekedés, hogy a Holdon azért könnyebbek a testek, mert nincs levegő. A gyermeki értelmezések működése furcsa szituációkat is teremthet: a konstruktivizmus szemléletével tökéletesen magyarázható ennek az elképzelésnek még az erősödése is, hiszen mondjuk a lufi lent maradásában szerepet játszhat – egyfajta hibás meggondolás szerint – a levegőrészecskék állandó, felülről való ütközése. A tanítás néha, akaratlanul, de nem véletlenül korábbi meggyőződések megerősítője vagy akár problematikusnak tekinthető újak létrehozója is lehet.

A Nussbaum tanulmány még további tanulmányok eredményeit is összefoglalja, különböző életkorú gyerekek részecskeszemléletét hasonlítja össze (cross-age study) (Novick – Nussbaum 1981). Említ olyan kutatást, amelyben angol gyerekek alternatív részecskeelméleteit próbálták meg leírni (Brook és mtsai 1984). Olyan kutatásról számol be, amely a részecskeszemlélet alakulásában a konceptuális váltás folyamatát igyekezett nyomon követni (Novick – Nussbaum 1982).

Térjünk még vissza az anyagmegmaradás kérdéséhez! Rosalind Driver, a konstruktivista tanulásszemlélet természettudományos nevelésre való alkalmazásának egyik vezető kutatója munkatársaival (Edith Guesne-nel és André Tiberghiennel) közösen szerkesztett könyvében, a gyerekek természettudományos elképzeléseivel foglalkozó tanulmánykötetben (Driver és mtsai 1985) egy külön fejezetet szentelt ennek a témának (Driver 1985). A gyermek kezdeti tapasztalatai azt a felfogást alakítják ki, hogy az anyag „jön és megy”, eltűnhet. Elsősorban a fázisátalakulások, a kémiai reakciók folyamatait értelmezi a gyermek e szerint.

Tudományos szempontból a fázisátalakulás során az anyag (jellege, milyensége) nem változik. Vajon így gondolják-e ezt a gyerekek, s ha igen, akkor hogyan képzelik el a szilárd anyagok folyadékká alakulását olvadáskor? 8-17 éves új-zélandi gyerekeket vizsgáltak. Néhány gyerek úgy gondolta, hogy a forrásban lévő vízből felszálló gőz valójában levegő, a

vízgőz és a levegő ugyanaz, de a többség világosan látta, hogy a vízgőz is víz. Kb. 13 éves kortól a gyerekek a változásokat már a részecskék segítségével magyarázták. A molekulák mozgásának gyorsulásáról, egymástól való elszakadásukról beszélnek.

Kb. 1000 skót, 12-13 éves gyerekek vizsgálták a részecskeszemléletet. Azt nézték, hogy a Scottish Integrated Science Scheme-ben (egy skót természettudományos oktatási programban) milyen szintet értek el a tanítás során. A gyerekek szinte mindannyian jó ábrákat rajzoltak, amikor a részecskéket kellett szemléltetniük a szilárd-, folyadék- és gáz állapotban. A gyerekek fele ugyanakkor a folyadék majd a gáz részecskéit egyre nagyobbra rajzolta, s az interjúk során kiderült, hogy ez nem csak rajzolási probléma volt. Érdekes, ahogyan a molekulákat a három fázisban elhelyezik. Miközben valóságosan a molekulák közti távolságok 1 : 1 : 10 arányt mutatnak, a gyerekek rajzain 1 : 2-3 : 5-8 arány volt látható elég konzekvensen. Túlbecsülik a folyadékrészecskék közti távolságot, ugyanakkor a gázoknál alulbecslés tapasztalható. A gyerekek harmada szerint a szilárd anyagok részecskéi nem mozognak. Ugyanezt találták angol 15 évesek vizsgálatában is. 300 tanuló írásos munkáját és kisebb számban interjúk szövegét elemezték a kutatók. Azzal a kérdéssel kapcsolatban, hogy mi történik a jégben lévő molekulákkal $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra való melegítéskor sok tanuló használt makroszkopikus megfontolásokat a részecskékre, pl. meledednek, megolvadnak, megnőnek.

Már Piaget is kutatta az oldódással kapcsolatos gyermeki elképzeléseket. A gyerekek kb. 10 éves korukig úgy gondolják, hogy a cukor vízben való oldódása után a súly és a térfogat nem nő meg. 10 évesnél idősebbek már általában helyesen válaszolnak. Új-zélandi tanulók 25 %-a az oldódásra az olvadás szót használta. Egyes gyerekek válaszaiból az érezhető ki, hogy a széteső kristályú cukrot már nem tekintik cukornak. Megint mások azt mondják, hogy a cukor már nincs ott, de a víz ízét megváltoztatta. 13 éves kortól már részecskeszemléleten alapuló magyarázatokat is hallani lehet. 9-14 éves angol gyerekek esetén minden évfolyam kétharmada kisebbnek gondolja az oldat tömegét a víz és a cukor tömegének összegénél. Angol és svéd 15 éveseket kérdeztek, hogy 1000 g vízben 200 g cukrot feloldva mennyi lesz az oldat tömege. A gyerekek kb. fele kevesebbnek gondolta, mint 1200 g. Okokként a következők szerepelnek: (1) Eltűnik az oldás során a cukor. (2) A tömeg és a térfogat azonosítása, s a vízszint alakulásából a következtetés levonása, itt még molekulákkal való magyarázat is előfordul, a cukormolekulák beférkőznek a vízmolekulák közé, az össztérfogat (s ebből következően a tömeg?) nem változik. (3) A cukor ott van, de könnyebb, mert szétesett a cukorkristály, illetve a folyadék kevésbé súlyos, mint a szilárd anyag.

Néhány 13-14 éves tanulót megkérdezve mi is igen nagy arányban kaptuk azt a választ, hogy 1 kg jég nehezebb, mint 1 kg víz. Látszik tehát, hogy a tömeget a gyerekek összekapcsolják olyan fogalmakkal, mint a térfogat, a sűrűség, a felületre ható nyomás, az oldhatóság. Vagyis ismét a korábban már elemzett helyzettel van dolgunk: differenciálatlan fogalomegyüttesek hoznak létre „tévhittekekkel” terhelt elképzeléseket a gyerekek tudatában.

Az égés témájáról való tanítás előtt és után kérdeztek 11-12 éveseket az égésben tapasztalható változásokról. A forgács elégetésének folyamatát a közvetlenül látható jelenségekkel írták le a gyerekek, vagyis a láng, a füst, a hamu szerepelt elsősorban a magyarázataikban, s a mechanizmussal kapcsolatban nem tettek kijelentéseket. A tűz néhányuk szerint „megette”, vagy „feloldotta”, vagy „megolvasztotta” a fát. A gyerekek nagyobb része azért érti a levegő, az oxigén szerepét az égésben, a parazsat megfújva a hevesebb parázslást viszonylag jól magyarázzák. Előkerül azonban ismét a levegő és a gravitáció összekapcsolása: a gyufa azért nem gyullad meg a világűrben, mert ott nincs gravitáció. A gyerekek többsége a visszamaradó hamu tömegét kisebbnek gondolja a fa eredeti tömegénél. Bár itt meg előfordul, hogy oknak azt tartják, hogy a por könnyebb, mint a szilárd anyag. Egyharmaduk azonban még így is ugyanolyan nehéznek gondolta a fát, mint a

hamut. A válaszokból általánosan az égés értelmezésének következő sajátosságai hámozhatók ki: (1) Az égés során a dolgok vörösek lesznek, s láng jelenik meg. (2) Oxigén szükséges hozzá, de a szerepe nem világos, egyesek úgy gondolják, hogy az is elég a folyamatban. (3) A dolgok könnyebbek lesznek, amikor elégnak. (4) Az égés elvezeti a füstöt, vagy az égő test egy része elvezetődik a füstben vagy füstként. (5) A hamu az anyag éghetetlen része.

Milyen változások következtek be a tananyagrésztanítás után? A leckék a következő alapismeretekre épültek: (1) A levegő gázkeverék, az oxigén az egyik komponense. (2) Az égéshez oxigénre van szükség. (3) Amikor egy anyag ég, az oxigénnel vegyül. (4) Az égés során bekövetkező vegyülés eredménye lehet szilárd anyag, folyadék vagy gáz. (5) A termékek összes tömege ugyanannyi, mint a kiinduló anyagok összes tömege. Nézzük, mi erről a gyerekek véleménye:

Az oxigén/levegő szerepe az égésben: Az oxigén szerepének megértésében nincsenek nehézségek. Kevesen értik azonban, hogy itt kémiai folyamatokról van szó az oxigén „elégése” továbbra is probléma. Megkérdezték az égésről való tanulás után közvetlenül, hogy miközben a szén elég, a réz-oxid miért nem. A gyerekeknek több mint a fele úgy válaszolt, hogy azért, mert a réz-oxidban van olyan anyag ami nem ég vagy ami megakadályozza az égést.

12 illetve 15 éves angol gyerekeket kérdeztek arról, hogyan változik a tömeg vaspor elégetése során. A következőket kapták:

7.1. táblázat: 12 és 15 éves angol gyerekek válaszainak megoszlása azzal a kérdéssel kapcsolatban, hogy miképpen változik a vaspör tömege, ha elég

A választípusok	12 évesek %	15 évesek kémia-tanultak %	15 évesek kémia-t nem tanultak %	15 évesek együtt %
Nehezebb lesz	21	48	16	27
A vas vegyül az oxigénnel	0	42	4	16
Valamilyen fizikai változás (korom, gáz, hő a lángból, az eredményként kapott por szilárdabb, mint a kiinduló vasreszelék, a kiinduló vasreszelékben több a levegő)	14	6	10	9
Más válasz	7	0	3	2
Ugyanaz lesz	29	5	8	7
pl. csak a vas megjelenésében történt változás				
Könnyebb lesz	44	41	56	52
a vas elégett	15	2	5	4
Gáz/füst távozott el	2	19	22	21
A hamu/por könnyebb, mint a vas	27	10	26	22
Az oxidáció csökkenti a súlyt/oxigén kerül a vas helyébe	0	10	3	5
Nincs válasz	6	6	20	14

Forrás: Driver 1985, 161. o..

A jellemző összefüggések jól kiolvashatók a táblázatból. Figyeljünk fel arra, hogy a kémiát nem tanuló 15 évesek eredményei ugyanolyanok vagy rosszabbak a 12 évesek eredményeinél (sok más esetben is tapasztalták, hogy 13-14 éves kor után nincs változás azoknak a természettudományos elképzeléseiben, akik nem tanulják ezeket a tantárgyakat intenzívebben). De még a kémiát tanuló gyerekeknek is több mint a fele rosszul vagy sehogyan sem válaszol. Talán ezen a példán is világosan látszik, hogy itt nem egy fizikai mennyiség, a tömeg megmaradásának, állandóságának problémáiról van szó, hanem a folyamat konceptuális értelmezésének zavarairól. Az égés folyamatáról hordoznak magukban hibás képeket ezek a gyerekek, s nem valamifajta általános értelmi műveletekhez köthető állandóság kialakulása a döntő tényező.

Érdekes ennek a vizsgálatnak az a tapasztalata is, hogy a kémiát tanuló 15 évesek esetében néhány jellegzetes elképzelés lényegesen nagyobb arányban fordul elő, mint a 12 éveseknél. Így pl. a vas elégetése utáni tömeget kisebbnek gondoló 15 évesek közül jóval nagyobb arányban mondják, mint a 12 évesek azt, hogy az oxidáció csökkenti a súlyt, vagy hogy a füst eltávozása miatt lesz az kisebb. A 15 évesek számos olyan tapasztalatot birtokolnak már, amit a 12 évesek esetleg még nem vagy nem oly erősen, olyanokat, amelyek újabb gyermeki elképzelések kialakulásához, megerősödéséhez vezetnek. Ismét egy figyelmeztetés arra, hogy a gyerekek belső értelmezési mechanizmusaival nem törődő oktatás milyen veszélyekkel járhat.

Az anyagmegmaradás a kémiai átalakulás során: Egy rajzon bemutattak egy kémiai átalakulást a gyerekeknek, zárt üvegedényben foszfort gyújtottak meg napfény gyújtólencse

általi fókuszálásával, s az volt a kérdés, hogy az összes tömeg hogyan változik. Ismét megadjuk részletesen a végeredményt, mert nagyon tanulságos:

7.2. táblázat: 12 és 15 éves angol gyerekek válaszainak megoszlása azzal a kérdéssel kapcsolatban, hogy miképpen változik a zárt lombikban lévő anyagok tömege, ha ott égési folyamat játszódik le

A választípusok	12 évesek %	15 évesek kémia- tanultak %	15 évesek kémia- tanultak nem %	15 évesek együtt %
Ugyanaz	46	43	22	30
Semmi nem kerül ki vagy be	29	41	21	29
Más, pl. amikor a foszfor, illetve a füst széteszik, akkor ugyanaz a súlya	17	2	1	1
Veszít a súlyából	31	33	33	30
Az oxigén felhasználódik	4	4	5	5
A füst könnyebb, mint a szilárd anyag volt	4	18	15	16
A füst veszít a súlyából, amikor szétterjed	10	11	10	10
Más	12			
Nő a súly	17	4	8	6
A füst súlyával növekszik				
Más	6	15	22	21
Nincs válasz	0	5	17	12

Forrás: Driver 1985, 165. o..

Beszédesek a számok. Szinte nincs különbség a 12 és a 15 évesek eredményei között, talán az utóbbiak még gyengébbek is. Ajánljuk az olvasónak, hogy a táblázat adatainak egy ideig való böngészése után gondolkodjon el azon, hogy vajon milyen eredményességgel taníthatjuk gyermekeinket olyan témákban, mint az atomszerkezet, a kémiai kötések és reakciók típusai, ha egyszer ilyen alapokkal kell számolnunk. Komolyan fel kell tenni a kérdést, hogy létezhet-e a magasabb szintű, összetettebb, nagyobb elvontsággal bíró ismereteknek lehorgonyzott, mély elsajátítása ebben a helyzetben, amelyben elemi kémiai folyamatok megértése, a tömegmegmaradás elvének birtoklása hiányzik. A kérdés költői természetesen, hiszen triviálisan *nem* a válasz. Hogy ennek ellenére a gyerekek mégis képesek produkálni bizonyos ismeretek visszaadását, s képesek megoldani bizonyos, jól algoritmizálható feladatokat (pl. a tömegmegmaradás elvére épülő kémiai számításokat tartalmazókat), az sokkal inkább köszönhető egy „jól” működő, bizonyos értelemben hatékony szoktatásnak, magoltatásnak, begyakoroltatásnak, vagyis a gyermeki tudatban kialakuló második tudásréteg hatékony működtetésének, semmint egy a meglévő kognitív struktúrákkal szerves kapcsolatban lévő, mélyen megértett ismeretrendszernek.

7.2.5. A környezet és a gyermek – „gyermekökológia”

Vizsgáljuk meg, milyen sajátos kognitív struktúrák épülnek ki a környezet felfogásával, az ökológiai viszonyokkal, az ember bioszférában betöltött szerepével kapcsolatban, tehát, hogy

mi jellemzi ezen a területen a gyermektudományt. Sajnos ma még nem támaszkodhatunk ennek a területnek olyan alapos tudományos feltárására, mint pl. amilyen mértékben a fizikai tudásterületek egyes elemeit vizsgálták, a környezeti kérdésekkel kapcsolatos gyermektudományi vizsgálatok ma még gyerekcipőben járnak. Elsősorban a következő területeken van némi ismeretünk: az élő fogalma értelmezésének kérdései, a növények és a fotoszintézis földi bioszférában játszott szerepének értelmezése, a légzés folyamata, tápláléklánc és táplálékhálózat felfogása, az energia forgalma és az energia szerepe az ökológiai rendszerekben, az energia és az anyag transzfere, a rendszer fogalom alakulása, s ezzel összefüggésben az élő rendszerek ténylegesen rendszerként való kezelésének kérdése. A gyermektudományi kutatások egy részére jellemző, hogy valamely részproblémát ragadnak meg, s igyekeznek azt minél alaposabb vizsgálat alá venni. A kutatások másik nagy csoportja viszont keresi a nagy, átfogó konceptuális kereteket, amelyekhez viszonyítani lehet a gyermektudományi részletvizsgálatok eredményeit. Először tekintsük át ezeket a fogalmi rendszereket, vagy másképpen konceptuális hálókat, hogy aztán a részletek már biztonsággal legyenek elhelyezhetők!

Rendkívül inspiráló az a fogalmi rendszer, amelyet Gorodetsky és Keiney javasolnak (1995). Négy alapjellelmezőjét sorolják fel a környezeti nevelésnek, amely alapjellelmezők ezt a számunkra oly fontos fogalmi, konceptuális keretet is megadják:

- A környezeti nevelésben jellemző a tudás kompartmentalizációja. Ez azt jelenti, hogy a diszciplináris határok elmosódnak, a tudás sok diszciplinából származik, s a társadalmi-környezeti problémamegoldások számára nem teljes és nem egyértelmű adatok állnak rendelkezésre.
- A környezetet dinamikusnak kell szemlélnünk, vagyis a valóságról a változást, a fejlődést feltételező képet kell formálnunk, ami egyben azt is jelenti, hogy a környezeti problémákkal kapcsolatban nincsenek abszolút megoldások.
- Rendszerszerű gondolkodásra van szükség, a környezeti nevelés során az általános rendszerelméletet mint meghatározó fogalmi keretet kell használnunk a természeti és a társadalmi folyamatok elemzésében. Ez egyben lehetőséget ad arra, hogy a rendszerelemek között új kapcsolatokat tárjunk fel.
- A környezeti nevelés igényli a problémák etnometodológiai megközelítését, ami azt jelenti, hogy a folyamatban a tanulóra illetve a problémamegoldóra helyeződik a hangsúly. Személyes értékrend alapján kialakított, önálló döntéseket ösztönzünk. (i.m. 208. o.)

John Leach és munkatársai (1995) is adnak egy olyan konceptuális keretet, amelyben a környezeti nevelés során formálandó fogalomrendszerek elhelyezhetők, s amely eligazítást ad abban, hogy elsősorban milyen gyermektudományi jelenségeket vizsgáljunk. A következő – inkább ökológiaiainak nevezhető – elveket írják le:

- Az energia és az anyag transzfere az organizmusok között. A fogyasztók és a termelők energia- és anyagszükséglete, a szerves anyag útja az ökoszisztémákban, táplálékláncok és táplálékhálózatok.
- Energia- és anyagcsere a környezettel gázok, víz, ásványok és táplálék formájában. Energiacsere fény és hő formájában.
- Az élőhely kérdései. Az organizmus és az élőhely közötti kapcsolat, beleértve a struktúra/funkció jellegű kapcsolatokat is.
- Fotoszintézis, vagyis az a folyamat, amely a táplálékanyagokat termeli. Fontossága az energia bioszféra számára felhasználható formába történő átalakításában.
- Légzés, felhasználható energia nyérése, energia disszipáció.

- Lebomlás, szerepe a szerves és szervetlen anyag körforgásában, energianyerés a lebontók számára (i.m. 728. o.)

Amint az előző két példából látható, a környezeti nevelés során kialakítható kognitív struktúrákkal kapcsolatban rendkívül különböző elképzelések fogalmazhatók meg. Ezeknek a konceptuális megközelítéseknek rendkívüli módon eltérő lehet a szintje, a tartalma. Gorodetsky-ék megközelítése általánosabb, a környezeti nevelés egészét átfogja, Leach-ék inkább a környezeti nevelés ökológiai alapgondolatait foglalták egy konceptuális keretbe. Most mi – felhasználva ezeket és még más megközelítéseket is – kísérletet teszünk a környezeti nevelés konceptuális kereteinek önálló megragadására. A környezeti nevelés által kialakítandó tudás három szintjét igyekszünk leírni, ezek a következők:

- A környezeti nevelés által átfogott tudásrendszer magja, vagy másképpen kiindulópontja – de már az itt alakított tudás részeként – egyfajta *ökológiai jellegű tudásrendszer*. Ezen a szinten gyakorlatilag elfogadható az a szerkezet, konceptuális váz, amit Leach és munkatársai leírnak. Természetesen adható részletesebb, kifejtettebb, talán még valamivel gazdagabb leírás is arról, amit ebben az ökológiai tudásmagban a környezeti nevelés részévé tehetünk, de első megközelítésben elfogadható az angol kutatók által adott rendszer. (Annál is inkább, hiszen ők is és más kutatók is a gyermektudomány problémáit ezen séma segítségével vázolják fel.)
- Az ökológiai tudásrendszer azonban még távolról sem meríti ki mindazt, ami a környezeti nevelés fogalmi rendszerét meghatározza. Egy második réteggént feltétlenül figyelembe kell vennünk mindazt a tudást, ami *az ember ökológiai rendszerekbe való bekapcsolódásával összefüggésben* kialakul vagy kialakítandó. Ebben a tudásrendszerben fontos szerepet kap annak az egyensúlynak a természete, amelyben a földi ökoszisztémák találhatók (vagy nem találhatók), az emberi tevékenység következtében a létfeltételek változása (léghőmérséklet módosítása, élettér korlátozása, a vízkészletek befolyásolása, a talajkincs átalakítása), a fajok pusztításának folyamata.
- Még itt sem állhatunk meg, hiszen a környezeti nevelés rendkívül fontos tudásrétegét képezik *mindazok az ismeretek, képességek, attitűdök, amelyek a társadalom működésével, lehetőségeivel kapcsolatosak, s a környezettudatos magatartás elemeit adják*. Itt fontos kérdésként merül fel az egyén cselekvésének lehetősége, a változtatás lehetőségéhez való viszony (ököpesszimizmus, a remény fogalmai), s az egyéni viselkedés rendkívül nehezen megragadható jelenségvilága (energiafogyasztás, állatokhoz való viszony, termékek fogyasztása, általános értelmű higiénia, környezeti szokások, stb.).

Kísérreljük meg ennek a fogalmi rendszernek a segítségével felvázolni a következőkben, hogy a környezeti problematika területén milyen ismeretekkel rendelkezünk a gyermektudománnyal összefüggésben. Itt nem mindenhol tudunk támaszkodni konkrét, empirikus eredményekre, ilyen helyeken hipotézisekkel, plauzibilisnek tűnő elképzelésekkel fogjuk pótolni az ismerethiányt.

A *gyerekek ökológiai ismeretrendszerével kapcsolatban rendelkezünk a legtöbb empirikus tapasztalattal*. A legátfogóbb vizsgálatokat a már említett munkában Leach és munkatársai (i.m.) végezték el, de nagyon fontos részletekkel járultak hozzá a terület jobb megismeréséhez Debbie Butterham (1996), Anne Hickling és Susan Gelman (1995), Charles Barman, Alan Griffith és Peter Okebukola (1995), Ruth Stavy, Yehudit Eisen és Duba Yaakobi (1987), C. G. Gayford (1986), J. H. Wandersee (1983). Külön kell megemlítenünk azokat a tanulmányokat, amelyek nem közvetlenül ökológiai kérdésekről szólnak, azonban az ökológiai ismeretrendszer megalapozásához nélkülözhetetlen *energia- és anyagfogalom alakulását* tárgyalták, így elsősorban Ricardo Trumper (1990), Reinders Duit (1987, 1981),

Rosalind Driver (1985), Joseph Nussbaum (1985b), Marie Genevieve Séré (1985), A. Brook és Rosalind Driver (1984), Joan Solomon (1983), Roman Sexl (1981), Shimshon Novick és Joseph Nussbaum (1978) említendő. A művek tartalmáról a fentiek során már részben szóltunk. Utóbbi tanulmányokat azért tekintjük fontosnak, mert rendkívül tanulságosak a vizsgált nevelési területen, még akkor is, ha egyáltalán nem a környezet kérdéseiről szólnak, hanem elsősorban az energia, az anyag, a gázfogalom alakulásáról, a megmaradással kapcsolatos elképzelések formálódásáról.

Van itt ugyanis egy rendkívül érdekes és fontos összefüggés, miszerint a magasabb szintű és az általunk feltételezett, elvárt tartalommal rendelkező elképzelések formálódásához szükséges bizonyos *megalapozó tudás*. Ha valaki meg akarja érteni az emberi cselekvés lehetőségeit a környezeti kérdésekkel összefüggésben, akkor jól kell látnia, hogy milyen helyet foglal el az ember a bioszférában. Ennek a tudásnak viszont előfeltétele, hogy magát a bioszférát, rendszerjellegét értsük. Ehhez a tudáshoz viszont az (is) szükséges, hogy a növények szerepével, a fotoszintézis jelentőségével tisztában legyünk. Nem érthetjük jól addig a fotoszintézist, amíg nincs a gázokról (oxigén, szén-dioxid, illetve általában a levegő) olyan képünk, amely elismeri anyagi jellegüket. Nem érthetjük jól az ökoszisztémákban zajló folyamatokat addig, amíg nem alakul ki fejünkben a körforgást végző, megmaradó anyag képe, s egy ugyanilyen kép az energiával kapcsolatban, vagyis amíg az anyagot illetve az energiát valamilyen megtermelő és mások által pedig „elfogyasztható” (s ezzel megsemmisülő) szubsztanciának tekintjük. A későbbiekben még látni fogjuk, hogy a gyerekek gondolkodásában meglévő, a környezettudomány vagy a rendszerelmélet által máshogyan értelmezett elemek milyen szorosan kötődnek a természettudományos alaptudásban meglévő inkonzisztenciákhoz, illetve a „hivatalos tudományétól” eltérő gyermeki elképzelésekhez.

Mindenekelőtt az *élő fogalmának alakulásával* kell foglalkoznunk. A kérdést már maga Piaget is felvetette (1972), a szakirodalomban is számos olyan közlést találunk, amely e témával foglalkozik, s itt hazai kutatás is említhető, tekintve, hogy az élő fogalom alakulásának kérdéseivel éppen kognitív pszichológiai nézőpontból Havas Péter is behatóan foglalkozott (1980). Az élőkkal kapcsolatos gyermeki felfogás velünk született „képessegekkel” is kapcsolatos. Míg korábban a pszichológusok úgy gondolták, hogy az élőket a csecsemő elsősorban bizonyos morfológiai jegyekről, így az embereket elsősorban az arcuk alapján ismeri fel, addig ma már árnyaltabb képet festenek erről a képességről. Nagy valószínűséggel velünk születő „tudás”, hogy az önmozgással rendelkező „dolgokat” alapvetően elválasztjuk azoktól, amelyek tehetetlenek, amelyek esetében tehát külső mozgatóra van szükség ahhoz, hogy megmozduljanak. Ez a megkülönböztetés a „dolgozók” való interakciókban válik nyilvánvalóvá, s kifejezésre jut pl. akkor, amikor már az egészen kicsi, néhány hónapos csecsemő is másképpen viszonyul egy játék babához és egy igazihoz (Carey – Spelke, 1994). Az élőknél az önmozgással rendelkezőkkel való azonosítása komoly problémákat is okozhat a környezettel való ismerkedés során. A gyerekek viszonylag sokáig (néhányan még tíz éves koruk után is) élőnek tekintik a Holdat, a Napot, a szelet. Ugyancsak az élőknél az önmozgással rendelkezőkkel való azonosításából következik, hogy a gyerekek csak viszonylag sokára fogadják el, hogy a növények is élőlények (Hickling – Gelman, 1995). A szerzők leírják, hogy már az iskolakezdés előtti korban elválnak egymástól az állatokkal összefüggésben a biológiai és a pszichológiai elméletek. Ebben a korban már speciális, biológiai oksági magyarázatokkal rendelkezünk az állatvilágban bekövetkező változások, valamint az öröklődés terén. Azt is „tudják” a gyerekek (megint nem feltétlenül van szó verbális tudásról), hogy a biológiai törvényszerűségek az emberi szervezetben a pszichikaiaktól függetlenül működnek. Vagyis a kisgyermek elméletszerű biológiai értelmezéseket birtokolnak az állatokról, beleértve most az embert is.

Mi a helyzet a növényekkel kapcsolatos felfogással? Ha van egy gyermeknek a növényt élőként értelmező elmélete, akkor kell, hogy fogalmai legyenek a biológiai jellemzőkkel és folyamatokkal kapcsolatban is. A növények azonban nem értelmezhetők társadalmi és pszichikai kifejezésekkel, mint az megtehető – legalábbis a gyermek számára – az állatokkal (szándék tulajdonítása, tudat léte, stb.). A tudat egyébként később egy sajátos „járulékos tévhit” alapja lesz, ha túlságosan kötődik a gyermek felfogásában az élő fogalmához a tudat, a gondolkodás, az információkezelés fogalma, akkor viszont a számítógépet is esetleg élőnek fogja tekinteni.

Az ökológiai jellegű, sajátos gyermeki elképzelések kutatásának nagyszerű összefoglalását adja Bruce Munson (1994). Sok részletkutatás eredményeit összegzi a szerző, nagyon világosan megfogalmazva, hogy az adott gyermeki elképzelés (amit ő még tévhitnek nevez) milyen tudományos elképzeléssel áll szemben. Először a *táplálékhálózatokkal* kapcsolatos gyermektudományi elemeket tekintette át Munson. Megállapítja, hogy sok gyermek számára maga a fogalom nem válik igazán megértetté, sokan megmaradnak a tápláléklánc fogalmánál. Tegyük hozzá, hogy ez összefüggésben lehet azzal, hogy a gyermek természetesen még nehezen gondolkodik összetettebb, nem csak lineáris kapcsolatokat feltételező rendszerekben (ez a gondolkodási probléma még számtalanszor előkerül a későbbiekben). Kapcsolatban van ez azzal is, hogy az anyag és az energia még egy lineáris folyamatban transzformálódik a gyermek elképzeléseiben, valahol keletkezik, s a lánc végén megsemmisül, felhasználódik. Egy kissé magasabb szinten a gyermek már láthat többoldalú összefüggéseket, de még hiheti azt, hogy a táplálékhálózatban magasabban lévő élőlény minden nála alacsonyabb szintű szervezettel táplálkozik. Ez az elképzelés is a táplálékhálózat bonyolult rendszerviszonyainak leegyszerűsítése. Ismét az energiaáram linearitásának elképzelése rejlik azon speciális gyermeki elképzelés mögött, hogy ha egy táplálékhálózatban magasabb szintre lépünk, akkor az itt akkumulált energia nagyobb, mint az alatta lévő szinteken. A valóságban a magasabb szintek biomasszájának energiatartalma átlagosan a közvetlenül alattuk lévő szintek energiatartalmának 10 %-át is alig éri el (a valószínű tartomány 2-24 %). Ehhez kapcsolható az a sajátos gyermeki elképzelés is, hogy a magasabb szinten lévő szervezetek számban növekvők az alacsonyabban lévőkhöz képest, hiszen éppen azokat fogyasztják. Valójában azonban az előző összefüggés, illetve amiatt, mert általában a magasabb szinten lévő fajok egyedei nagyobb tömegűek, létszámuk jelentős mértékben kisebb a lejjebb elhelyezkedő populációk létszámánál (nagyragadozók problémái).

Az ökológiai ismeretrendszer fejlődését is nagymértékben befolyásolják azok az elképzelések, amelyek az egyedek, a fajok, a populációk alkalmazkodásával, végső soron evolúciójukkal kapcsolatosak. A szakirodalomban leírták azt a gyermeki elképzelést, amely szerint az egyedek jellemzői a környezethez való alkalmazkodás során alakulnak ki és formálódnak, *szinte az egyed szükségleteire jelentkező válaszokként*, illetve leírták ennek egy változatát is, amelyben a jellegek egy *előre meghatározott „nagy terv” részeként* jelennek meg. Maguknak a jellegeknek a megjelenése a tudomány szerint egy random folyamat. A gyermeki elképzelés itt a *szükségletekre*, illetve a *célokra* épülő, antropomorf „filozófiával”, gondolkodásmóddal rokon. Jó példája annak, hogyan kísérli meg a gyermek felfogni a világot azon fogalmak, gondolati struktúrák segítségével, amelyeket már ismer. A szándékok és a célok szerint formálódó világ ismert számára szinte a megszületésétől. Ez jelenti a modellt az ismeretlen területek feltárásában is.

Megfigyelték azt az érdekes gyermeki elképzelést is, amelyet – nyilván a gyerek fogalomalkotásánál jóval bonyolultabb nyelven – a *sajátosságoknak a populáció egészéhez történő hozzárendeléseként* lehetne leírni. A tudomány szerint a jellegek az egyedekre jellemzők, s a populációban sokszor jelentősen is variálódhatnak. A gyermek azonban a populációkat egységesnek láthatja sokszor az új jellegek megjelenése szempontjából. Ez a gondolkodási jellegzetesség aztán később az evolúció lényegi megértésének gátja lehet.

Szintén az evolúciós folyamatok megértése során okozhat jelentős nehézséget a „gyermekökológiának” az a sajátos elképzelése, amelyben a jellegek szelekcióját úgy képzei el a gyermek, hogy ezek a jellegek a nagyobb, erősebb egyedekre lesznek jellemzők, s azok fölénybe kerülnek a kisebb, gyengébb egyedekkel szemben.

Természetesen ezekben a gyermektudományi elemekben nem elsősorban ökológiai folyamatokról, összefüggésekről van szó, itt inkább az evolúció, annak felfogása dominál. De ezek az elképzelések hatnak az ökológiai folyamatok szemléletére, vagy fordítva, az ökológiai ismeretrendszer sajátosságai határozhatják meg az evolúcióhoz való kognitív viszonyt. A legutóbbi gyermeki értelmezés esetében pl. arról van szó, hogy a gyermek a fitness-t az egyed méretével, erejével, s nem a reprodukciós és túlélési potenciállal azonosítja. Munson rezignáltan megjegyzi, hogy sajnos az általa áttekintett szakirodalomban nem talált olyan leírást, amely a fajokkal kapcsolatos gyermeki felfogást tárgyalta volna. Ez tehát – a sok mellett – az egyik nyitott kérdés.

A gyerekek gyakran úgy gondolhatják, hogy a populációk attól függően, hogy a tápláléklánc melyik helyén találhatók, az állandó növekedés vagy az állandó csökkenés állapotában vannak. A tudományos elképzelés szerint a populációk létszáma egy egyensúlyban lévő ökoszisztémában és egy nem túl hosszú idő alatt egy átlagérték körül ingadozik.

A sajátos gyermeki értelmezés ismét nem valamilyen hibás gondolkodás eredménye, hanem egyenes következménye annak, hogy a gyerekek többsége – fiatalabb korban – az ökoszisztémákban lineáris kapcsolatrendszereket képzel el, körfolyamatokat nem lát, a termelő és a megsemmisülés „háttérfogalmai” határozzák meg gondolkodását. Ide köthető az az elképzelés is, ami szerint az ökoszisztémák forrásai, s ezért a fejlődés lehetőségei korlátlanok. A populációk létszáma mindaddig növekedhet ezen elképzelés szerint, amíg a források rendelkezésre állnak. Ha ezek a források kimeríthetetlenek, akkor örök növekedés az eredmény. Ha egy gyerek korlátoznak tartja a forrásokat, akkor a kimerítésig növekedés, onnan pedig hanyatlás lesz az eredmény. Ez a gyermeki elképzelés nagyon erősen kapcsolódhat a gyermeki idő felfogáshoz is. A gyermeki idő még „szűk”, sem a múltban, sem a jövőben nem hatol messzire. A lineáris fejlődési trendek nem okoznak még kognitív ellentmondást a gyermek gondolkodásában.

A probléma horizontja itt meglehetősen tágga válik, s azonnal ezer kérdés merül fel az emberben. Mi van azokkal a gyerekekkel, akik már korán megtapasztalják az erőforrások korlátozottságát? Mik azok a folyamatok, amelyek már a kisgyermek életében is szerepet játszhatnak, s nem lineárisak, nem elemezhetők egy korlátlan forrás, egy mindent befogadó nyelő és a köztük lévő egyszerű folyamatok fogalmaival? Hogyan tágul a gyermeki idő, milyen kölcsönhatásban van egymással ennek, valamint a nem lineáris, nem egyszerű folyamatoknak a megismerése?

Hogyan képzei el a gyerekek az ökoszisztémák változásait? Munson leírja azt a sajátos gyermeki elképzelést, amely szerint, ha egy ökoszisztémában egy populáció létszáma megváltozik, akkor *csak a vele közvetlenül kapcsolatban lévő populációkra hat ez a változás*. De létezik olyan elképzelés is, amely szerint *az ökoszisztémát nem befolyásolják az ilyen változások*, mert egyes szervezetek (fajok, populációk) nem fontosak.

Alapvető a jelentősége ennek a gyermektudományi elemnek a gyerekek (és a legtöbb felnőtt) környezeti gondolkodása megértésének szempontjából. Egyes fajok populációlétszámának csökkenése, esetleg a teljes kipusztulás veszélye a gyerekek számára gyakran egy „sajnálatos eseményként” jelenik meg, amelyhez elsősorban érzelemvezérelt viszonyt alakítanak ki (milyen aranyosak a koalák, milyen kár, hogy végveszélyben vannak). Itt arról van szó, hogy a gyerek még egyelőre nem birtokolja azt a tudományos elképzelést, amely szerint az ökoszisztémában minden változás (az ökoszisztémát alkotó populációk létszámában, vagy az abiotikus feltételekben beállt változás) az egész ökoszisztémát

befolyásolja. Finomabb megkülönböztetésre, egy fejlettebb kognitív struktúrára utalhat az a gyermeki elképzelés, amely szerint *egy populáció létszámának változása minden más populációt befolyásol, ugyanolyan mértékben*. Ez ismét a linearitás jelentkezése, s tudjuk milyen mély gondolkodási gyökerei vannak.

A Munson által leírt gyermeki elképzelések utolsó csoportja a niche-sel, a populációk életterével kapcsolatos. Az egyik ilyen elképzelés szerint *egy adott faj szükségletei és szerepei általánosak és a hasonló fajok között tipikusak*. A tudomány szerint ezek mindig egyediek. Talán még érdekesebb az a gyermeki elképzelés, miszerint a fajok azért élnek együtt egy ökoszisztémában, mert szükségleteikben és viselkedésükben kiegészítik egymást, „jól kijönnek egymással”. A tudomány szerint a fajok niche-e egy ökoszisztémában egyedi, bár dinamikus módon kölcsönhatásban lehetnek egymással.

Amint látható, Munson a gyermeki elképzeléseket nem a gyermeki nyelven, hanem az ökológia nyelvén fogalmazta meg. Erre azért van szükség, mert egyébként rendkívül nehéz feltárni a gyermeki gondolkodás mélyén rejlő szabályszerűségeket, logikát. Mert rendkívül fontos, hogy itt *nem gondolkodási hibákról következtetlenségekről van szó, hanem nagyon keményen érvényesülő logikai szükségszerűségekről*. Ezt kell elemezni, s ez csak akkor lehetséges, ha használjuk a tudomány mélyebb értelmezésekre lehetőséget adó nyelvét és fogalmi rendszerét.

A fentiekben Bruce Munson elemzésére támaszkodva leírtuk azokat a fontosabb ökológiai gyermeki elképzeléseket, amelyeket figyelembe kell vennünk a terület kutatásában. Már ezekben az esetekben is látható volt – a későbbiekben még nyilvánvalóbbá válik –, hogy *a rendszerszemléletnek, s az élő rendszerek egyensúlyi folyamatainak*, pontosabban mindezek megértésének milyen lényeges szerepe van az ökológiai, környezeti viszonyok átlátásában. Semmi csodálatos nincs abban, hogy ez a megértés rendkívüli nehézséget jelent a gyerekek számára, hiszen a rendszerelmélet elemeinek, s az anyagi rendszerek egyensúlyainak megértése még a felnőttek, nem egy esetben szakemberek számára sem könnyű feladat.

A rendszerekben kialakuló egyensúly legegyszerűbb formája a zárt (vagyis környezetükkel anyag-, energia és információforgalmat nem lebonyolító) rendszerek egyensúlya, amely egy folyamat végeredménye. Ebben a folyamatban fokozódik a rendszerbeli rendezetlenség (nő az entrópia), a rendszer elveszíti strukturáltságát, egyre valószínűbb, egyre többféleképpen megvalósulni képes állapotokba kerül, hogy aztán végleg degradálódjék. Ezt a folyamatot nagyszerűen írja le a fizika, azon belül a termodinamika második főtétele, amely éppen a struktúra elvesztésének szükségességét mondja ki. Egy élő szervezet zárt rendszerbe kerülve, a források kiapadásával, anyag-, energia- és információcsera lehetőségének hiányában elpusztul.

Az egyensúly bizonyos értelemben magasabb rendű formája a dinamikus egyensúly, amely nyílt rendszerek sajátja, amely rendszerek a környezetükkel anyagot, energiát és információt cserélhetnek. A rendszer paraméterei bizonyos közepek körül ingadoznak, az anyag, az energia és az információ körfolyamatokban vesz részt, állandóan újratermelődik. Ilyen egyensúlyban lehet egy ökoszisztéma ha környezeti feltételei hosszú ideig állandóak. A földi bioszféra egésze azonban sohasem volt ilyen egyensúlyi állapotban, s hosszabb időket tekintve egyes részeivel kapcsolatban, a rész-ökoszisztémákkal kapcsolatban sem állíthatjuk ezt. A bioszféra evolúción ment keresztül azalatt a kb. 3,5 milliárd év alatt, amióta létezik, s az evolúció nem írható le dinamikus egyensúlyként. Ahogy a szakemberek mondják: az evolúciós folyamatokban negentrópia termelődik, vagyis csökken az entrópia, fokozódik a rendezettség, a rendszer olyan állapotokba kerül, amely állapotok egyre távolabb vannak az előbb értelmezett egyensúlytól, s amelyek valószínűsége egyre kisebb. Azt, hogy ezt is jellemezhetjük egyensúlyként, onnan tudjuk, hogy ez a folyamat megzavarható, eltéríthető, s kezdetét veheti a degradálódás, a rendszer elpusztítása.

Az ember – vagy akármilyen más faj – kialakulása nem írható le a dinamikus egyensúly fogalmával. Változások, akár jelentősek is a bioszféra életében mindig voltak (kontinensvándorlás, kisbolygó becsapódás, jégkorszakok, stb.). Sosem volt ez dinamikus egyensúly, de az is biztos, hogy ilyen hatékony degradálója, mint az emberi faj, nem született még a bioszférának. Amikor tehát az ember egyensúlyokat megbontó tevékenységéről beszélünk, akkor valójában a bioszféra fejlődési folyamatába, a bioszféra evolúciójába beavatkozó emberről van szó. Mert az ember megjelenésével és különösen hatékony, ipart építő, technológiákat alkotó falként való megjelenésével valami alapvetően megváltozott a bioszférában. Az egyik faj kilépett a biológiai evolúció szelekción alapuló törvényeinek börtönéből, és saját „törvényei” szerint, kogníciója felhasználásával kezdte alakítani környezetét.

S most gondoljuk el, milyen nehézségeket jelenthet egy tíz éves gyerek számára ezeknek a folyamatoknak az átlátása! Pedig nem tehetünk mást. A felnövekvő generációk csak akkor fogják megérteni, hogy felelősségük van a Földön, ha rendszerként szemlélik a bioszférát. Még hozzá az itt „leírt” értelemben evolúciós egyensúlyi rendszert látnak benne, ha tudják, mit jelent egy rendszer strukturálódása, mi a szerepük a körfolyamatoknak, milyen hatása van a rendszert alkotó tényezők egyike megváltozásának, milyen szerepet játszik az anyag, az energia, az információ áramlása, körforgása, stb. Erre figyelmeztetnek tehát a Munson által is leírt, s általunk egy kicsit kibővítetten elemzett gyermeki elképzelések.

Az általunk felvázolt konceptuális keretben a környezeti nevelésben formálódó tudásrendszerek második szintjére helyeztük az ember hatásaival kapcsolatos elképzeléseket. Ezen a téren már sajnos nem sorolhatunk olyan szép számban empirikus kutatási eredményeket, mint azt megtehetjük az ökológiai ismeretrendszerekkel kapcsolatban, itt sokkal inkább hipotéziseinkre, saját elképzeléseinkre kell hagyatkoznunk.

Az ember, kivonva magát az evolúció törvényei alól, radikálisan megváltoztatja a bioszférában adott feltételeket. Átalakítja a levegőt, vagyis növeli a szén-dioxid részarányát benne, ezzel fokozza az üvegházhatást, globális felmelegedési folyamatot indít el. Klóros és fluóros szénvegyületeivel beavatkozik a Föld felszínét az ibolyántúli sugaraktól védő ózonpajzs „életébe”, elvékonyítja az ózonréteget. Káros, a növények és az állatok életfolyamataira negatívan ható részecskéket juttat a levegőbe, pl. sav alkotórészeket, amelyek az eső vizével savakat alkotva pusztítják a növényzetet. Nehézfémek kerülnek a levegőbe, s az élő szervezetekben folytatva útjukat roncsolják a fehérjemolekulákat. Az ember építkezéseivel, terjeszkedéseivel beszűkíti az egyes ökoszisztémákban az ott élő populációk életterét, s ezzel olyan állapot jön létre, amelyhez ezek a fajok nem tudnak alkalmazkodni, esetleg csak bizonyos fajok alkalmazkodása lehetséges, de mindig más fajok rovására. Az ember elszennyezi a vizeket és a talajt, azokat a forrásokat, amelyek az anyag és az energia körforgásában játszanak alapvető szerepet. Jól ismert tények ezek, sokszor úgy gondoljuk, hogy nagyon sok ilyet ismerünk, s ezek szemléletével kapcsolatban nehezen vethető fel bármiféle probléma is a gyerekek esetében. Sokszor látjuk úgy, hogy a gyerekek nagy hívei a környezetvédelemnek, tulajdonképpen meg sem kell őket győzni arról, hogy itt sürgős teendői vannak az embernek. Az az ismerethiány, ami pedig koruk miatt jellemezheti a gyerekeket néhány biológia órával vagy környezetvédelmi szakköri foglalkozással gyorsan bepótolható. Vajon így van ez tényleg?

Az egyik hallatlanul fontos kérdés, amit a gyermeki gondolkodással kapcsolatban fel kell tennünk, hogy vajon a gyerekek az embert magát a bioszféra részének tekintik-e. Nehogy valakinek eszébe jusson ezt így megkérdezni tőlük, mert akkor biztosan azonnali „igen” lesz a válasz. Tudjuk, mi felnőttek is tudjuk, hogyan kell erre a kérdésre válaszolni, ha egy kicsit is fertőzöttek vagyunk a környezetvédelem gondolkodásmódjával. Mélyen ülő gondolkodásunkban azonban nem biztos, hogy ez az elv ennyire egyértelműen foglal helyet. S ez a helyzet a gyerekekkel is. Létezik olyan gondolkodásmód, ami azért az embernek

mégiscsak különleges szerepet szán, hiszen mi magunk emberek vagyunk, s képviseljük az érdekeinket. Az ember jóléte számunkra alapvető jelentőségű, s ugyan figyelembe kell venni amennyire csak lehet a többi faj érdekeit is, de ez nem tolakodhat a mi fajunk igényei elé – ezen nézetrendszer szerint. Legyünk környezetvédők, de azért ne vigyük túlzásba. Sokan gondolkodhatnak így, s valószínűleg sokan cselekszenek is így. Ezzel a magatartással természetesen nem más fajok érdekeinek képviselését kell csak szembeállítani, hanem a bioszféra megmentésének feladatát. Ez pedig nem tűr semmifajta antropocentrikus megfontolást. Ehhez nekünk már túl nagy a felelősségünk, túl nagy változtatásokat vagyunk képesek előidézni a földi élet egészében. Érthető persze, hogy a gyerekek miért gondolkodnak antropocentrikus módon. Számukra a bioszféra egésze, mindazok a folyamatok, amelyekről az előbb volt szó még nem átláthatók, még képtelenek rendszerben gondolkodni. Fokozatosan juttathatók el hosszú idő alatt ahhoz a felismeréshez, hogy az emberi faj csak a bioszféra egyik alkotóeleme, igaz, lehetőségei annak elpusztításában minden más fajnál lényegesen nagyobbak.

Az ember szerepével kapcsolatos másik nagyon fontos gyermeki elképzelés (és persze megint csak olyan elképzelés, ami nagyon sok felnőttet is jellemez), hogy a környezetszennyezés, a környezetkárosítás „nagyon csúnya dolog”, azonban *nincs különösebb veszélye*. Általában lokális, kis területre kiterjedő és gondos kezeléssel, odafigyeléssel könnyen eliminálható problémákról van csak szó. Ha valahol veszélyes hulladék került a szabadba, akkor azt csak össze kell gyűjteni, s meg kell semmisíteni. Egy-egy füstölgő gyárkémény ugyan „ronda látvány”, de a levegő oly hatalmas mennyiségű, hogy abban ez a kevés szennyezés „nem sok vizet zavar”. Ha elégetem és nem komposztálok a levágott fűvet, az igazán csak egy nagyon kicsi környezetszennyezés, helyi, gyorsan eltűnik a hatása. Ebben az elképzelésben ott van szinte az egész megalapozó ökológiai és még mélyebb, fizikai és kémiai ismeretrendszer problémája. Ha az ökoszisztémákat nem kölcsönhatásban álló elemek bonyolult rendszereként, hanem lineáris és lokális kapcsolatok halmazaként fogjuk fel, ha a szennyeződésekkel valamilyen eltűnő anyagokként, a disszipálódott energiát valamilyen megsemmisülő energiaként értelmezzük, ha egy rendszerben csak a változás közvetlen közelében lévő rendszerelemek változását tartjuk jelentősnek, s nem az egész rendszer átalakulásában gondolkodunk, akkor könnyen bagatellizálhatjuk a hatásokat. Furcsa sajátossága az emberi gondolkodásnak, hogy magasabb szintű tudományos ismeretrendszer hiányában az anyagot és az energiát végtelen forrásokkal rendelkező, nem megmaradó, valahol keletkező és valahol felhasznált szubsztanciáknak tekintjük. Holott minden éppen fordítva van: a források nem végtelenek, s az energia és az anyag körfolyamatokban alakulnak át folytonosan. Megmaradnak, nem vesznek el, nem használódnak el. Ám szintén a megalapozó kognitív rendszer hiányosságaiból adódóan az információval viszont nem törődünk, nem tartjuk fontosnak, holott az információ valóban elveszhet, ez egy nem megmaradó mennyiség. Pl. egy-egy faj kipusztulásakor óriási veszteség éri a bioszférát, s benne az embert is, ugyanis elveszik egy faj teljes genetikai információkészlete. Ez a gondolkodási probléma is példa arra, hogyan birtokolhat az ember a tudományos ismeretekkel alapvetően szemben álló elképzeléseket, akár még az anyag és az élet alapfolyamatainak tekintetében is. Persze ne akarjuk megkérdezni, hogy igaz-e vagy sem az energia-megmaradás elve, mert erre szinte mindenki tudja a verset: „az energia nem vész el, csak átalakul”. De kérdezzünk rá valamilyen körfolyamatra, a lebontó szervezetek funkciójára, az élővilágon belüli kapcsolatokra, máris láthatjuk, hogy az igazán mélyen élő elképzelések sokszor nem a vers szerint alakulnak.

Hasonlít az előzőhöz az a felfogás, amely *a környezeti problémákat a városokra korlátozza*. Ebben nem az a probléma, hogy a városokat a környezetszennyezés szempontjából jelentős forrásnak tartja, hiszen a közlekedés és az ipar miatt ez még igaz is, hanem az, hogy a hatást is leszűkíti a városokra. Ez az elképzelés úgy tartja, hogy a környezet

problémái csak a városok lakosai számára problémák, oda koncentrálódik a szennyezés és annak minden hatása. Nyilván ismét a globalitás az a fogalom, amely nehezen érthető meg, azt nehéz elfogadni ismét, hogy egy rendszer egy pontján bekövetkezett változás egy ilyen összetett, erős kapcsolatstruktúrát kiépített rendszer esetében, mint a bioszféra az összes elemre hat, *hamar globalizálódik*. A légkör városi szennyezése pl. – ezen felfogás szerint – csak a rossz szag és a kialakuló légúti megbetegedések miatt veszélyes. Nagyon kevés ember tartja igazán veszélyesnek a globális felmelegedést, még az ökológusok ijesztő figyelmeztetései ellenére sem. Bár itt egy másik érdekes jelenség is felüti a fejét, a közvélemény, vagy egyes emberek szemlélete gyorsan átfordulhat, s katasztrófa hangulat, a problémák fatalisztikus megközelítése alakulhat ki. Ez lehet a helyzet a globális felmelegedéssel is (kérdézzük meg pl., hogy a téma iránt érzékeny emberek, illetve saját tanulóink mennyinek tartják a légköri szén-dioxid arányát a szennyezett levegőjű városokban, érdekes, a valóságos adatot nagyságrendekkel meghaladó adatokat is fogunk hallani), s ez a helyzet az ózonréteg elvékonyodásával is. A tényleges hatásmechanizmusok kellő ismeretének a hiánya, a jelenségek következményeinek nem kellő megalapozottságú értékelése zavaros, apokaliptikus víziókhoz is vezethet (bár természetesen a tudományos előrejelzések sem valami „rózsásak”). Itt ismét tetten érhetjük a megalapozó kognitív struktúrák hiányosságainak problémáját, *az ismeretekkel nem kellően „feltöltött”, nem megfelelő kapcsolatrendszer formáló konstrukciók bizonytalanabb előrejelzésekhez vezetnek*, az ilyen predikciók kimenetele beláthatatlan, megjósolhatatlan, a probléma elbagatellizálása illetve fatalisztikus szemlélet, ökopessimizmus kialakulása egyaránt lehet a következménye.

Az ember „mindenhatóságába” vetett hit sok problémát okozhat még magának az emberiségnek is. Ne higgyük azonban, hogy ez az érzés, gondolkodásmód csak a nagy diktátorok sajátja. Ott lakik mindannyiunkban, következménye lehet annak az évmilliókat átfogó küzdelemnek, amelyet ez a faj vívott a fennmaradásért, s amely küzdelem egy túl gyors folyamatban, geológiai és biológiai történeti léptékekben mérve pillanatok alatt hagyott alább az elmúlt kb. ötszáz évben. A gyerekekben is ott az elképzelés, hogy az ember mindent megtehet a Földön, ha akarja folyók folyási irányát változtathatja meg, ha akarja óriási területeket vethet be terményeivel, ha akarja pusztasággá változtathat hatalmas birodalmakat. Valójában azonban az ember ennél jóval kiszolgáltatottabb, nem is a természet erőinek, hanem azoknak a törvényszerűségeknek, amelyek határt szabnak az ember együgyű, de nagyon veszélyes „nagyhatalmi törekvéseinek”. Ahogy Juhász-Nagy Pál egy zárójeles megjegyzésében világosan megfogalmazza: „Az, hogy az Őrült Majom a bioszféra számos szerkezeti viszonyába belepiskál, kínos tény; de még véletlenül se essünk túlzásba afelől: mit tehet meg, mit nem.” (Juhász-Nagy, 1993, 32. o.).

Az ökológiai ismeretrendszer, majd az ember szerepével kapcsolatos alapvető konstrukciók áttekintése után még „ingoványosabb” talajra lépünk, s azt a kérdést tesszük fel, hogy a környezeti nevelésben alakítandó nagy kognitív struktúrák harmadik szintje, vagyis a társadalom működésével összefüggő ismeretek rendszere hogyan alakul. Az ember *nem egyedként kerül elsősorban kapcsolatba a természet más elemeivel, hanem egy részrendszer, a társadalom elemeként*. Ezért a társadalom működésmódjai, benne az ember szerepe alapvető jelentőségű elemzési szempont. Itt sem állíthatjuk, hogy empirikus tudományos elemzések tömkelege állna rendelkezésünkre, itt is intuíciónkra, eddigi konstrukcióinkra vagyunk utalva. Elsősorban az a kérdés merül fel, hogy vajon az egyes emberek hogyan értékelik a saját maguk, szűkebb illetve tágabb közösségeik cselekvési lehetőségeit a környezeti kérdésekkel kapcsolatban?

A környezeti problémák megoldhatóságával kapcsolatban számos érdekes gyermeki (és itt is egyben felnőtti) értelmezés elemzése indokolt. Sok gyermek hisz abban, hogy a környezeti problémák megoldása pusztán *felvilágosítás, nevelés* kérdése. Szólni kellene a környezetszennyezőknek, hogy hagyják abba – hangzik a szentencia. Ez a szemlélet a

társadalom olyan képen alapul, amely teljesen az individuális tudatra, belátására, a neveltség hatásaira vezeti vissza az emberi integrációk működését, amelyben a belátás, a felvilágosítás, ha szükséges, akkor a parancs játssza a társadalom irányításában a fő szerepet. Nyilván itt egy végletekig leegyszerűsített társadalomképpel van dolgunk, amely nagy valószínűséggel az autokratikus család szerkezetét vetíti ki a nagyobb emberi közösségekre, lineáris hierarchiát képzel a társadalomba, egyoldalú függési viszonyokkal.

Egy másik jellemző elképzelés szerint *a tudomány és a technika a záloga a környezeti problémák megoldásának*. „Itt eminensen tudományos kérdésekről van szó, bízzuk a tudósokra a gondok felszámolását. A környezet problémái esetén csak hallgatni kellene rájuk, hiszen tudjuk hol a baj, csak éppen nem csinálunk semmit.” Létezik a társadalomban – sőt a társadalom tagjai többségében – egy olyan tudománykép, amely meglehetősen idealista képet fest a tudomány és a technika társadalmi szerepéről, a tudós személyiségéről, hatásáról. Ez a kép határozza meg a környezeti problémák megoldásával összefüggő, itt leírt megfontolásokat is. Ez a kép természetesen szoros kapcsolatban áll logikai ellentétével, vagyis azzal, amely a tudományos és a technikai fejlődést tartja a környezeti problémák okozójának. A közvéleményben a két véleménypólus egyszerre létezik, átcsaphatnak egymásba, hol az egyik, hol a másik lesz a domináns, csak éppen egy realiztikusabb, adaptívabb, a problémák megoldásához is közelebb vivő megfontolás kap nagyon nehezen teret a társadalmi közgondolkodásban, s ennek következtében a gyerekek gondolkodásában. Ugyanakkor ez a jellegzetes szemlélet – tehát a tudománytól várni a problémák megoldását – megint csak egy nem túlságosan adaptív társadalomképet jelez, hiszen az elgondolás mögött egy *ész által irányított társadalom képe* áll, a tudósok által irányított társadalomé. Ennek egy változata a *jogászok társadalma*, vagyis az az elképzelés, hogy pusztán jó törvényeket kell hozni – pl. megfelelő környezetvédelmi szabályokat, a bírságolás jó rendszerét kell csak kialakítani – s minden problémánk automatikusan megoldódik.

Létezik, sőt meglehetősen általános elterjedtségű egy *lefegyverző kép* is a társadalmi cselekvés lehetőségeivel kapcsolatban. Nem tehetünk semmit, mi kis pontok vagyunk a társadalomban, a nálunknál sokkal nagyobb erők határozzák meg az eseményeket, így a környezet szennyezését, rombolását is. Konkrétan pl. a nagy világcégek hétköznapi emberek által befolyásolhatatlan, öntörvényű működésére, a politikai hatalmak ellenőrizhetetlenségére, az egyes ember gazdasági kiszolgáltatottságára lehet hivatkozni ezekben a megfontolásokban. Ebben a képben a demokrácia, a polgári államok berendezkedése is csak „úri huncutság”. Ez is egy fatalisztikus kép a környezeti kérdésekkel kapcsolatban, de az emberi társadalmak fejlődési lehetőségeit illetően is. Alapja megint csak – kicsit unalmas lehet már, hogy állandóan ezzel hozakodunk elő – a rendszerben való gondolkodás hiánya vagy nehézsége. Ha az emberi társadalmat nem egy bonyolult nagyrendszerként képzeljük el, amelyben minden részrendszernek, elemnek sajátos funkciója van, s tevékenységével befolyásolja az egész rendszer működését, hanem lineárisan, hierarchikusan, csak alá-fölérendeltségekben szerveződő halmaznak, akkor a fatalisztikus kép és következménye a cselekvési bénultság komoly táptalajt kap. Ez nem jelenti azt, hogy a mai társadalmakban ne lennének akár komoly bajok azzal, hogy az egyes ember illetve egy-egy emberi közösség milyen módon kontrollálhatja a társadalom működését, illetve nem akarjuk azt állítani, hogy nem létezik az elidegenedés folyamata, pusztán a végletes megfogalmazások mondanivalójába nem akarunk beletörődni. Nem hisszük azt, hogy a cselekvés értelmetlen

Nehezen leírható elképzelés-rendszer épülhet ki elsősorban érzelmi indíttatásokból. Sok ember számára – teljesen érthető módon, s ebben a gyerekek még „veszélyeztetettebbek” – a környezet megóvása, védelme, fejlesztése, a vele való együttélés mindenekelőtt érzelmi kérdés. Az embernek jónak, szeretetteljesnek kellene lennie, szeretettel kellene fordulnia a természet felé, s ez automatikusan megoldaná környezeti problémáinkat. Azzal természetesen semmi baj nincs, hogy a környezeti nevelés érzelmeket is fejlesszen, bizonyos kötődéseket

kell kialakítani, ez teljesen nyilvánvaló. Ha azonban valaki leszűkíti a környezeti nevelést erre a mozzanatra, akkor valószínűleg segíti egy inadekvát környezet- és társadalomkép kiépülését vagy megszilárdulását. A szeretet ugyanúgy nem megváltó ideológia, mint a tudományba vetett hit, vagy a jog lehetőségeinek eltúlzása, esetleg a nevelés mindenhatóságának tudata. Ismét egy leszűkített, nem adekvát, nem adaptív társadalomképpel van tehát dolgunk. A társadalmi folyamatok elsősorban érdekvezéreltek, emberi kapcsolatok bonyolult szövedékei hozzák létre a benne zajló történéseket. Minden olyan társadalmi részrendszer, vagy funkció (jog, nevelés, tudomány, technika), amely kiemelt szerepet kap ezekben az egysíki elképzelésekben természetesen szintén részese ennek a nagy színjátéknak, de így együtt (sok minden mással egyetemben), az egész formálja a társadalom működését és környezeti kérdésekhez való viszonyát.

Talán a legnehezebben vizsgálható kérdés a társadalmi cselekvés problémájának áttekintése során, hogy a „hétköznapi ember hétköznapi tevékenysége” milyen jellegzetességeket mutat a környezet probléma szempontjából, itt milyen sajátos értelmezésekkel, felfogásokkal, kognitív struktúrákkal, konstrukciókkal találkozunk. Meg sem kíséreljük, hogy ennek a területnek az elemzését akár csak elkezdjük (itt alapvető kutatásokra lenne szükség), pusztán annyit teszünk, hogy ezeket a „hétköznapi cselekvésformákat” – ismereteinknek megfelelő szinten – felsoroljuk. A környezeti nevelés szempontjából fontosnak tekinthetők így mindazok a szokásaink, cselekvésmódjaink, amelyek az energiafogyasztással kapcsolatosak (pazarlás – takarékoság; a felhasználandó energiahordozók kiválasztása, ebben gazdasági-, kényelmi- és környezeti szempontok figyelembe vétele, stb.). Általában is fontosnak tarthatjuk a fogyasztás kérdését (túlfogyasztás, környezetszennyező fogyasztás, viszonyunk a csomagoláshoz, általános vásárlási szokások, presztízs-fogyasztás, áttételes környezetszennyezés, stb.). Különbözőképpen vagyunk érdekeltek benne, de azért sokak életében fontos szerepet játszik a munka során a környezetvédelmi szempontok figyelembe vétele (környezetszennyezés vagy éppen -védelem, pazarlás – takarékoság, környezetszennyező technológiákhoz való viszonyunk, újítások ezen a téren, stb.). A környezeti problémákkal kapcsolatos elképzeléseink milyenségére világíthat rá állatokhoz fűződő viszonyunk (védelem, kegyetlenkedés, irtás, gondozás, presztízs állattartás, stb.). A társadalmi tevékenységrendszer részeként lenhetne elemezni azt a kérdést, hogyan viszonyulunk a zöld mozgalmakhoz (ismereteink ezekről, bekapcsolódás, elhatárolódás, az ideológiájukhoz való kognitív viszony, stb.). Természetesen fontos területe a környezeti vonatkozású hétköznapi cselekvésrendszerünknek, hogy milyen viszonyt alakítunk ki tevékenységeink hulladékaival, a szemét problémájával kapcsolatban (szemetelés, szelektív szemetgyűjtésben való részvétel, komposztálási gyakorlat, stb.). Nem ártatjuk magunkat, hogy mindent, vagy akárcsak a legfontosabb területeket felsoroltuk. Mint említettük, kutatásokat kellene folytatni ezen a területen, illetve a környezeti nevelés fejlesztésének egyik kérdése éppen az, hogyan találja meg azokat a hétköznapi tevékenységformákat, amelyeknek van környezeti vonatkozásuk, hogyan kapcsolja be ezeket a nevelés folyamatába.

7.2.6. A mozgásszemlélet alakulása a gyerekekben – Arisztoteléstől Newtonig, s tovább

Ha egy tanuló gyakorlati szituációkban következetesen a mozgás spontán megszűnésének általunk hamisnak tartott elképzelése szerint elemzi az eseményeket, tehát pl. a labdának a salakon való megállását a „mozgás erejének elfogyásával” magyarázza, vagy pl. iskolában nem látott szituációban, de már az erő fogalmának ismeretében következetesen rajzol mozgási folyamatokat leíró ábrákba nem létező, mozgásirányú erőket, vagy pl. határozott meggyőződése, hogy a 100 kg-os ólomgolyó ugyanolyan magasról ugyanúgy kezdősebesség

nélkül leejtve hamarabb ér a talajra, mint az 1 kg-os ólomgolyó, akkor a „hibázás” következetességét meg kell magyaráznunk. Ha megadjuk ezt a magyarázatot, akkor a tanítás számára is talán más feladatok adódnak, mintha csak egyszerűen egy szűz területen kellene felépítenünk egy tiszta newtoni mechanikát, mondjuk egy számítógépet kellene megtanítanunk a dinamika alapvető törvényeire. A konstruktivizmus tanulásszemlélete szerint a következetesen „hibázó” gyermekek valójában nem hibáznak, a legtöbb esetben belső képeikkel, elképzeléseikkel, naiv elméleteikkel koherens válaszokat produkálnak, s a feladat éppen az, hogy a megalapozó kognitív struktúrákat kell átrendezni. A mozgások Newton előtti, arisztotelészi, majd később „impetus-elmélete” a tudományban is évszázadokon keresztül tartották magukat, s jelentettek valamilyen minőségű magyarázatot a világ jelenségeire, nagyon logikus, hogy a gyerekek hétköznapi tapasztalataikat elsősorban a tudomány történetében is létezett, természetes, emberi gondolkodásunkkal jól összeillő elméletek szerint rendezzék és értelmezzék.

Testekről és mozgásokról már fejlődésünk legelső szakaszában is van valamilyen képünk. A kognitív pszichológia tárgy- és mozgásészleléssel valamint a kauzalitás felfogásával foglalkozó kutatásaiban néhány nagyon fontos tény ezzel kapcsolatban világossá vált. Korábban ezeket már ismertettük. Láttuk, hogy nagy valószínűséggel állítható, hogy a testek konzisztenciájával, az áthatolhatatlanságukkal, a test és a hely kölcsönösen egyértelmű hozzárendelésével (egy test nem lehet egyszerre két helyen, egy helyet nem foglalhat el egyszerre két test) és a testek mozgásában jelentkező egyszerűbb kauzalitásokkal kapcsolatban már születésünk pillanatában rendelkezünk egyfajta „tudással”, vagyis bizonyos, a világ mechanikai felfogását segítő, „előre huzalozott” képességekkel. Azt kell tehát mondanunk, hogy a percepció vizsgálatával foglalkozó kutatások tanúsága szerint a mozgások gyermeki felfogása tekintetében egyrészt számolnunk kell bizonyos eredeti, velünk született, vagy rendkívül korán kialakuló képességekkel, szabályokkal, „elméletekkel”, de nem minden téren. Elsősorban a legalapvetőbb összefüggések terén igen (tárgyak, testek fogalma, alapvető logikai lehetetlenségek kizárása, kauzalitás), de nem számolhatunk bizonyos, már bonyolultabb összefüggések előre „huzalozásával”. Utóbbira elsősorban a gravitációval kapcsolatos tudásunk a példa (a kísérletek tanúsága szerint nem birtokoljuk nagyon korán azt a tudást, hogy a testeknek, ha nem támasztja alá őket semmi, le kell esniük).

Ráadásul a további fejlődés ma még szinte teljesen ismeretlen előttünk. Teljesen érthető, hogy a percepció kutatása ma még nem fejlődéslélektani szemléletű, egyelőre a „kiindulási pontot” szeretné tisztázni. Először a „gyermek ontológiájának” alapjait kell megismerni, s valószínűleg csak azután lehet feltenni a kérdést, hogyan alakul ki az a tudásrendszer, amely lehetővé teszi a gyermek számára a tárgyi világ komplex felfogását, s e tárgyi világban a saját tevékenységét. A mai kutatások közös jellemzője, hogy célként valóban egy ilyen „ontológia” felépítését tűzik ki, meg akarják érteni, milyen az a „naiv fizikai elméletrendszer”, amely a kezdetekben munkál bennünk a világra vonatkozó ismereteink fejlődésében. Látható, hogy e kognitív pszichológiai megközelítés milyen mély rokonságban van a konstruktív pedagógiai megközelítésekkel.

Ha nem is rendelkezünk még mondjuk az 1 és 6 éves kor közötti fejlődés kognitív pszichológiai megközelítésű leírásával, vajon tudunk e valamit mondani arról az állapotról, amelyben a gyermek iskolába kerül? Nem sokat, de valamit azért igen! Számos olyan kutatás folyt, amely iskolás gyerekek és felnőttek esetén elemezte a mechanikai ismeretek szervezettségét, színvonalát, azokat a sajátos gyermeki elképzeléseket, amelyek rávilágíthatnak a gyermeki (vagy akár felnőtti) ontológia milyenségére. Ezek a kutatások számos meglepő tényre derítettek fényt, s elsősorban azt regisztrálták, hogy a testek és mozgások értelmezésével kapcsolatban az iskolai tanulás ellenére is számos helytelen képet, félreértelmezést birtokolunk. Talán ennek a meglepődésnek is betudható, hogy a kutatók előszeretettel vizsgálják inkább a 12 évesnél idősebb gyerekeket, illetve a főiskolás korú

(természettudományokkal foglalkozó vagy nem foglalkozó) fiatalokat, hiszen a problémák súlyossága így nyilván jobban kiemelhető. Viszonylag kisebb figyelem fordult az iskolakezdés éveire. A pedagógia számára természetesen nagyon hasznos lenne egy kellő részletezettségű kép felvázolása azzal kapcsolatban, hogy az 5-7 éves gyermekek milyen kognitív sémákkal rendelkeznek a mechanikai ismeretrendszer területén. Nézzük azonban a rendelkezésünkre álló ismereteket!

A mozgásokra vonatkozó gyermeki felfogást vizsgáló kutatások mindenekelőtt azt regisztrálhatták, hogy a rendszeres fizikatanulás elejére a gyerekek egy Newton előtti vagy még pontosabban arisztotelészi fizikának megfelelő mozgásfogalommal, dinamika képpel érkeznek. Robert Gunstone és Michael Watts kitűnő összefoglalójukban már 1985-ben számos publikációra építhettek, azóta még több új eredmény született e téren. A newtoni mechanika a vizsgált fizikai jellegű kérdések között is előkelő helyet foglal el, mert a testek mozgásával kapcsolatban rendelkeznek talán a gyerekek a legtöbb, spontán módon vagy társadalmi hatásra kialakult ismerettel, elképzeléssel. Ugyanakkor gondolatilag meglehetősen nehezen megragadható területe ez a fizikának, kellően pontos fogalomértelmezéseket kialakítani gyakran még fizika szakos tanárjelölt egyetemi hallgatóknak sem könnyű. Azt se felejtjük el, hogy a Newton által megalkotott dinamikai szemlélet nemcsak a mozgástan fejlődését határozta meg, hanem az egész fizika alakulását kb. 200 éven keresztül, s lényeges befolyással volt az egész tudományos gondolkodás fejlődésére is. A testek mozgására vonatkozó ismereteink, elképzeléseink tehát nagy valószínűséggel világképi jelentőségűek, egész gondolkodásmódunkat, az anyag természetére, a mozgás általános fogalmára, az okság értelmezésére vonatkozó felfogásunkat alapvetően befolyásolják. Ezért is fontos felismerés, hogy lényegében minden ember egy alapjaiban arisztotelészi jellegű mozgásképet birtokol fizika tanulása kezdetén, s hogy ez a kép csak kevesekben változik meg radikálisan, s alakul át newtoni szemléletté.

Meg kell magyaráznunk, mit jelent ez az „arisztotelészi kép”. A 2000 éven keresztül uralkodó felfogás szerint a testek egyenes vonalú egyenletes mozgásához egy állandó hatásra van szükség. A mozgás sebessége annál nagyobb lesz, minél nagyobb ez a hatás. Az arisztotelészi képben tehát nem a mai tudásunknak megfelelőbb összefüggés mondatik ki a mozgásra, hogy tudniillik egy test mozgása során a rá ható erő a test gyorsulásával arányos, hanem egy mai ismereteink szerint már hibásnak mondható állítás, vagyis, hogy az erő a sebességgel arányos (Arisztotelész maga még nem beszél erőről, csak hatásról, követői azonban már használják ezt a fogalmat). Ez a kép tehát a mozgásállapothoz rendeli az erőt, s nem a mai megfogalmazásunknak megfelelően a mozgásállapot-változáshoz. A helyzetet értékelhetjük akként is, hogy Newton munkásságáig az impulzus és az erő fogalmai nem differenciálódtak kellőképpen. Tudománytörténetileg a helyzet még ennél is bonyolultabb, egyrészt azért, mert Jean Buridan impetus-elmélete már jelentős hozzájárulás volt az impulzus korrektebb fogalmának kialakításához (Simonyi, 1978, 126. o.), illetve az is igaz, hogy valójában még Newton sem a mai erőfogalmat használta, hanem a sokszor erőlkedésnek nevezett mennyiséget (ez az erő és az eltelt idő szorzata), s ezt tekintette a mozgásmennyiség (impulzus) megváltozásával egyenlő mennyiségnek (Simonyi, 1978, 221. o.). A tudománytörténeti részletek ismerete alapvető fontosságú lehet egy-egy gyermeki elképzezés értékelésében, erre már eddig is sok példát láttunk.

Számos kutató regisztrálta, hogy a gyerekek, de a felnőttek többsége is a mozgáshoz mindig valamilyen okot képzel el. A tehetetlenség, a „spontán” egyenes vonalú, egyenletes mozgás nem természetes része világlátásunknak. A mozgás fenntartásához – a naiv gondolkodásmód szerint – valamilyen ok kell, s ezt a legtöbb ember valamilyen erő képében képzei el. A magukra hagyott testek tehát eszerint (inerciarendszerben) megállnak, ha valami „nem hajtja őket”. Sok észlelés mutatja, hogy szinte életkortól függetlenül képzelnek el mozgásirányú erőket a gyerekek és a fiatalok, a felnőttek is, még olyan helyzetekben is,

amelyekben valójában (pontosabban a fizika tudománya szerint) nincsenek. Így pl. fonálon függő test lengése esetén a legtöbbször a testre ható erőt az aktuális mozgásirány szerint rajzolják be (Gunstone – Watts, 1985, 87. o.), függőlegesen felfelé vagy ferdén elhajított test pályájának különböző pontjain az eredő erőt mozgásirányban illetve a pálya érintőjének irányában rajzolják (McCloskey, 1983, 308. l., Osborne – Freyberg, 1985).

Itt említsük meg egy saját vizsgálatunkat, amelyben 43 főiskolai illetve egyetemi végzettségű, természettudományok iránt legalább érdeklődő, illetve általános iskola felső tagozatán valamint középfokú tanintézetekben természettudományos tantárgyakat tanító pedagógus válaszolt arra a kérdésre, hogy milyen irányú eredő erő hat az ágyút a felszínhez viszonyítva 45 fokos szögben elhagyó lövedékre pályájának „felszálló” ágán, a tetőpontban és a „leszálló” ágban, ha a levegő közegellenállását nem vesszük figyelembe. A 43-ból 7 esetben (16 %!!!) volt csak hibátlan a válasz (mindhárom esetben „függőlegesen lefelé” ható, egyetlen erő), nyolcan (19 %) egyáltalán nem oldották meg a feladatot, 28-an (65 %) pedig elkövettek legalább egyféle hibát. A leggyakoribb hiba az volt (25-en követték el, 58 %), hogy rajzoltak mozgásirányú, vagy ilyen összetevővel is rendelkező erőt az ábrába. (Más tipikus hibák: az erőt jelző vektor támadáspontja nem az ágyúgolyó, erőparalelogrammát rajzoltak néhányan eredő erő helyett.) A kis tesztet követő megbeszélésben többen felvetették, hogy igenis kell lennie mozgás irányú erőnek, hiszen „arra megy a test, kell, hogy valami hajtsa”.

Rosalind Driver regisztrálta azt a gyermeki elképzelést, miszerint konstans erő hatására azért alakul ki gyorsulás, mert az erő állandóan „löködi” a testet, s annak nincs ideje lelassulni két lökés között (Driver, 1983, 46. o.). „Gyönyörű” példája ez az elképzelés annak, hogy a kísérleti tapasztalatot, illetve a pedagógus állítását, mint információt hogyan egyezteteti a gyerek saját belső elképzelésével, annak érdekében, hogy fenntarthassa azt (jelen esetben azt, hogy a testek megállnak, ha nem hat rájuk erő), s ugyanakkor az új információ is helyet kaphasson, lehetőleg minél ellentmondásmentesebben a képben. A vizsgált tanuló kiegészítő magyarázatot talált, amely legalábbis első megközelítésben nem mondott ellent sem a megalapozó tudásnak, sem az új információnak, s mintegy hidat vert köztük. Arra is példa ez, hogyan alakulhatnak ki sajátos gyermeki magyarázatok a „teljesen korrekt” (értsd: szakmailag korrekt) tanítás következtében is, ha nem figyelünk arra, milyen módon értelmezi a gyermek az információkat. Természetesen ismét észrevehető a kreativitás is a példán, a tanuló új képe a mozgások lefolyásával kapcsolatban zseniális találmány.

A mozgásirányú erők feltételezésének érdekes bizonyítékait adták azok a vizsgálatok, amelyeket a szabadeséssel illetve a Föld gravitációs mezeje által kiváltott mozgással kapcsolatos elképzelések elemzésére végeztek. Az egyik vizsgálatban (Gunstone – White, 1981) 17-18 éves, fizikát tanuló diákok vettek részt. Egy kísérlettel kapcsolatban előrejelzést kellett adniuk, hogy mi fog történni, meg kellett adniuk megfigyeléseik eredményét és magyarázatot kellett adniuk a történetekre („mondd meg mi lesz – figyeld meg – magyarázd meg” vizsgálat). A kísérleti elrendezésben egy rögzített tengelyű, magasra helyezett biciklikéren, mint egy csigán kötelet vetettek át, a kötel egyik végén egy vödör volt, benne homokkal, másik végén pedig nehezékek úgy, hogy kezdetben az egész rendszer egyensúlyban volt. Megkérdezték a tanulókat, hogy mi fog történni, ha egy nagyon kevés homokot öntünk még a vödörbe. Néhányan azt jósolták, hogy a vödör kicsit elindul, majd megáll. Ezek a tanulók – legalábbis közülük néhányan – arról a megfigyelésről számoltak be, hogy a vödör egy nagyon kicsit valóban lefelé mozgott (a „valóságban” a nyugalmi súrlódás miatt egyáltalán nem mozgott a vödör), míg a többiek (a mozgást jósolók közül) azt mondták, hogy olyan kicsi volt a vödör mozgása, hogy nem lehetett látni.

Ezután viszonylag sok homokot öntöttek a vödörbe, s az természetesen gyorsulva mozgott lefelé. A kísérlet előtt több tanuló predikciója ismét az volt, hogy a vödör egy bizonyos út megtétele után megáll, ezek közül többen úgy magyarázták a várt eseménytől való eltérést, hogy nem volt elég a hely a megálláshoz (kb 1,5 m távolságot tehetett meg a

vödör, mire elérte a munkaasztalt), ha tovább mozoghatott volna, akkor valahol igenis megállt volna. Az első esetben világosan látható, hogy a gyerekek belső elképzelései a mozgással kapcsolatban „meghamisították”, megváltoztatták az észlelést magát, míg a második esetben a magyarázatra hatottak. A gyerekek – legalábbis az itt ismertetett értelmezést produkálók – rendkívül kreatívan tudták összeegyeztetni kognitív mozgássémáikat és az észleletet. A vizsgálat arra is rámutat – s ezért említettük itt –, hogy a gyerekek egy része az eső testek esetében egyenletes mozgást feltételez, illetve ebben az esetben a másik kötélvégen lévő ellensúly még „el is bonyolítja a helyzetet”. A gyermeki logika világos: ha állandó erő hatására egyenletes mozgás alakul ki, akkor a testek a földre állandó sebességgel esnek, hiszen egy állandó erő, a nehézségi erő hat rájuk (a gyerekek persze gyakran mondanak hibásan súlyerőt). Esetünkben a másik oldalon még egy ellensúly is van, ezért még csak nem is az egyenletes mozgást jósolják, hanem a lassulást, a megállást.

Ugye világos, hogy milyen távol vagyunk az indukciótól: szó sincs róla, hogy a gyermek a kísérletekből, a megfigyelésekből vonná le a következtetést, hogy a testek a földre gyorsulva esnek, s még általánosabban, ha testekre állandó erő hat, akkor azok gyorsuló mozgást végeznek. A logika éppen fordított: mivel én tudom, hogy az állandó erő állandó sebességű mozgást eredményez, ezért ha kell „meghamisítom” a megfigyelés eredményét, vagy ha ezt már nem tehetem, akkor olyan kiegészítő magyarázatot készítek, ami még megmenti az elképzeléseimet (egyelőre fenntartható a „paradigma”).

Nyilvánvaló természetesen, hogy a gyermek nem így gondolja végig mindezt, s biztos, hogy egyénenként rendkívül különböző megoldások léteznek, s szép számmal vannak olyanok is, akik ezeket a hibás képeket nem is hordozzák, azonban a jelenség rendkívül beszédes és figyelmeztető. Vajon amikor a tanár „szakmai rátermettségének teljes tudatában”, az általa ismert tudomány-logikát tökéletesen követve, induktív módon akarja a gyerekekkel elsajátíttatni a mozgás newtoni szemléletét, akkor vajon mi zajlik a tanár előtt ülő – s legyünk jóindulatúak – az órát megfeszített figyelemmel kísérő gyerekek fejében? Tudjuk mi zajlik: értelmezés, méghozzá a meglévő elképzeléseknek megfelelően. Egy darabig valószínűleg lehet nagyon találékony eszközökkel egyeztetni az arisztotelészi sémát és a tanár által – vagy a megfigyelések, kísérletek, mérések által – közvetített információkat, azonban az alapvető ellentmondások miatt ez nem tarthat sokáig. Szerencsés a helyzet, ha ekkor a gyerekekben lezajlik a konceptuális váltás, vagyis elfogadja a newtoni gondolkodásmódot. A tanítás ekkor sikeres volt, bár túl sok időt és energiát emésztett föl, kerülő úton jutott el a céljához, s modellt adott egy hibás (pontosabban a fizikai tudásunknak nem megfelelő) gondolkodási logikához, segítette annak megerősödését. Nagy valószínűséggel a gyerekek többségénél nem következik be a konceptuális váltás, lemondanak a további „egyeztetésről”, egy részük jó tanuló módjára megtanulja formálisan az ismereteket, vagyis felépíti azt a bizonyos „másik világot” magában, amelyről korábban már szóltunk. Egy valószínűleg egyáltalán nem elhanyagolható részük viszont ezt nem akarja vagy nem lesz képes megtenni, s reménytelenül elveszett a fizika számára.

Fizika tanárok nagyon jól tudják, hogy a legtöbb gyerek azt gondolja, hogy a nehezebb testek hamarabb esnek le ugyanarról a magasságról, mint a könnyebbek. A mögöttes gondolkodási séma világos: ha az állandó erő az egyenes vonalú, egyenletes mozgáshoz kell, akkor logikus feltételezés – s ebben mélyen hisznek a gyerekek –, hogy a nagyobb erő nagyobb sebesség kialakítását eredményezi. Tehát az eső testek – mivel azokra állandó erő hat – állandó sebességgel esnek a föld felé, de ez a sebesség annál nagyobb, minél nehezebb a test. Tiszta arisztotelészi gondolkodásmód! Miután a gyerekeknek megtanítják, hogy az esés ideje független a testre ható nehézségi erőtől, sokan úgy oldják fel magukban az így létrejött ellentmondást, hogy feltételezik: a nehezebb és a könnyebb testekre ugyanakkora nehézségi erő hat (Gunstone et al., 1981, 28. o.). Gunstone és Watts írják le már sokszor idézett tanulmányukban, hogy egy 13 éves tanuló úgy gondolta a kísérlet elvégzése előtt, hogy

ugyanolyan méretű műanyag illetve alumínium kockák ugyanolyan magasról elengedve nem egyszerre fognak talajt érni. Természetesen úgy gondolta, hogy az alumínium kocka ér le hamarabb. Magyarozatként azt adta, hogy a nehezebb testek hamarabb érnek talajt. (Egyébként a légellenállás miatt valóban hamarabb ér talajt az alumínium kocka, hiszen a légellenállás hatása – szemben a nehézségi erővel – már nem arányos a tömeggel. Ezért kell a kísérletben a műanyag mellett alumíniumot, s nem valamilyen nagyobb sűrűségű fémot használni, mert így az eltérés észrevehető.) A vizsgált tanuló még az észleletet is megváltoztatta, mert arról számolt be, hogy valóban az alumínium kocka ért le hamarabb (a publikáció nem részletezi, de feltehető, hogy a valóságban olyan kicsi lehetett a különbség, hogy a tanuló nem érzékelhette). Később az osztályteremben a gyerekek egy tesztet töltöttek ki, amelyben állítások igaz vagy hamis voltát kellett eldönteniük. Kiszemelt tanulóink azt az állítást, hogy „két különböző tömegű test ugyanazon távolságon megegyező idők alatt esik” igaznak mondta, s még a következő megjegyzést fűzte hozzá: „ez Newton törvénye” (Gunstone – Watts, 1985, 87-88. o.). A már többször említett „kettős világ” gyakorlati megnyilvánulása ez az eset. A gyakorlati, kísérleti helyzetben inkább a mélyebb, korábbi felfogásához igazodott a tanuló, míg a teszt körülményei között a pedagógus elvárásához.

Leírunk egy hazai megfigyelést is, amely nem korrekt vizsgálati körülmények között született, s amelyet Wagner Éva tanárnő beszámolója alapján, s engedélyével teszünk közzé. A tanárnő éppen azt tanította a gyerekeknek, hogy a testek – legyenek akár nagyon különböző tömegűek – azonos magasságból, kezdősebesség nélkül leejtve azonos idő alatt érnek talajt. Mint minden fizika tanár tudja, a gyerekek ezt nem hiszik el. Kolléganónk kísérletek segítségével próbálta meggyőzni a gyerekeket, s az előbbi példához hasonlóan választott két jól érzékelhetően különböző tömegű testet, amelyek azonban még észrevehetően különbséggel érnek talajt. A gyerekek azt mondták a kísérlet (az ejtés) végrehajtása után, hogy a nehezebb test előbb ért talajt (valójában nem láthatták ezt). Ezután a tanárnő megkérte őket, hogy hajtsák fejüket a padra, s figyeljenek a koppanásokra, vajon kettőt hallanak-e. „Természetesen” kettőt hallottak. Ezután ugyanezt kérte a gyerekektől, most azonban az egyik testet el sem engedte! A gyerekek tapasztalata ismét a két koppanás volt!

Részletesebb ismertetés nélkül említjük meg, hogy Viennot vizsgálataiban kétféle erőfelfogást regisztrált, egy olyat, amely a gyorsításhoz szükséges, s valószínűleg a tanítás hatására alakul ki, s egy másikat, amely a sebességhez kapcsolódik, azzal arányos, s inkább az impulzushoz, vagy az impetushoz hasonló fogalom (Viennot, 1979). Ebben a kutatásban francia, belga és angol fiatalok alkották a meglehetősen nagy mintát, méghozzá a 17-19 éves korosztályból. Szintén a részletek ismertetése nélkül jegyezzük meg, hogy Watts és Zylbersztajn (1981) londoni 13 éves, gyerekekkel folytatott vizsgálatukban mutatták ki az általunk is vázolt értelmezéseket. E vizsgálat módszereit aztán más angliai városokban (pl. Leeds), Kenyában és Portugáliában is alkalmazták, mindenhol ugyanazokra az eredményekre jutottak a kutatók. Több, mint 400 norvég, 16-19 éves tanulót vizsgált Sjöberg és Lie (1981), s szintén az arisztotelészi mozgáskép meghatározó voltát tapasztalták. Érdekes a szerzők egy megállapítása, hogy e tekintetben a jobb és a gyengébb tanulók között lényegében nem volt különbség, ezzel szemben igaz volt, hogy a jobb tanulók sikeresebben fogalmazták meg impetus-elméletüket.

Ismét tetten érhetjük a differenciálatlan fogalomegyütteseket. A mechanika tanításában elsősorban az impulzus, erő, nyomás és mozgási energia fogalomrendszere, de hasonlóan a térfogat, tömeg, súly, vonzóerő fogalomrendszere is differenciálatlan a gyerekekben, egy-egy belső képhez kapcsolódnak, lényegében a mozgás és a gyermeki értelemben felfogott súly intuitív, differenciálatlan, a gyermektudománynak megfelelő leírására szolgálnak. Talán éppen itt ragadható meg az 5-7 éves gyermek ontológiájában a mechanikai elképzelések lényege, ez az a bázis, amelyre a tanítást építeni kellene.

Az alábbiakban bemutatjuk, hogy a már többször említett vizsgálatban (91 hatodik osztályos tanuló vizsgálata egy közepes magyar város egy iskolájában) milyen eredményeket kaptunk a mechanikai ismeretekkel kapcsolatban. Több feladat is volt az írásban megoldandók között, amely a mozgásszemlélet problémáira mutathatott rá. Ezek közül a szinte minden ilyen tesztben szereplő „ejtési feladat” tökéletesen a várakozásainknak megfelelően mutatta az arisztotelészi mozgásszemlélet meglétét. A feladat így szólt:

„Csináltunk két azonos nagyságú golyót, az egyik **ólomból** van és a tömege 14 kg, a másik **vasból** készült s a tömege 8 kg. Egyszerre elengedjük őket 2 m magasból. Melyik igaz a következő állítások közül? (Karikázd be a betűjelét!)

- a) A vasgolyó ér hamarabb földet.
- b) Az ólomgolyó ér hamarabb földet.
- c) A két golyó egyszerre ér földet."

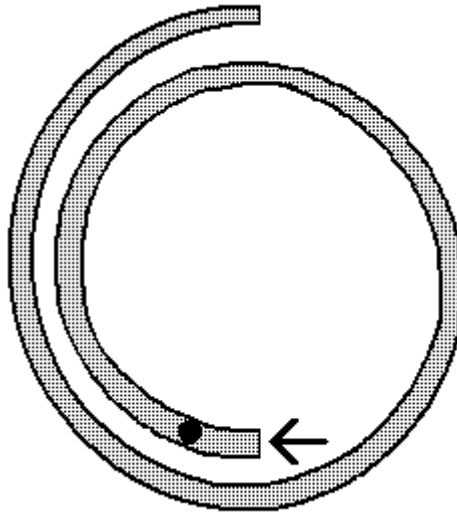
75 gyerek (82 %) választotta az ólomgolyót, 6 gyerek (7 %) a vasgolyót, 8 gyerek a c) választ karikázta be (9 %), míg ketten (2 %) nem válaszoltak a kérdésre. Az ólomgolyót választó gyerekek, ha írtak indoklást, arra hivatkoztak, hogy az a nehezebb. Épp fordított volt az érvelés minden olyan gyerek esetében, aki szerint a vasgolyó érkezik le hamarabb, vagyis az az indok, hogy a vas könnyebb. A nyolc jó válasz egyikénél sem kaptunk jó indoklást. A jó válaszok inkább „ráhibázásnak” tekinthetők, semmint a tudományos szemlélet meglétének. Ez az eredmény nem volt meglepő, hiszen ezek a gyerekek nem tanulták még a szabadesést, a homogén gravitációs tér hatását. Az eredmény jól mutatja, hogy a rendszeres mechanika tanulmányok előtt a gyerekek mozgásokkal kapcsolatos felfogása az arisztotelészi szemlélettel jól magyarázható.

Amit itt kaptunk, az tehát nem volt meglepő, annál inkább a diplomás felnőttek, pedagógusok körében végzett felmérés eredménye. A hasonló módon megfogalmazott kérdésre a 43 pedagógus közül három nem válaszolt (7 %), a könnyebbik test ér le egy fő szerint (2 %), a nehezebb test esik le 25 kollégánk szerint (58 %), míg jó megoldást csak 14 esetben találtunk (33 %). Ez ugyan valamivel jobb arány, mint amit felnőttek esetében más vizsgálatokban, nem Magyarországon találtak (közel 80%-ban az arisztotelészi mozgáskép visszatér a felnőtteknél), de ne felejtjük el, hogy ebben a mintában csak diplomások voltak, s közöttük kb. 50%-ban általános iskolai felső tagozatos, és középiskolai természettudományi tantárgyakat tanító tanárok. Számunkra a tanulmányokban olvasott adat először hihetetlen volt. Saját vizsgálataink eredményei azonban azt mutatják, hogy a viszonylag sötét kép sajnos reális.

A hatodikosok felmérésében egy másik feladat a tehetetlenséggel volt kapcsolatos. Sok felmérésben használják azt a feladatot, hogy egy összetekert csőből milyen irányban repül ki, s milyen pályán mozog a belőtt golyó. Ennél a feladatnál nehéz elkerülni, hogy a gyerekek egy függőleges síkban feltekert csőre gondoljanak, s a golyó pályáját egyfajta hajítás pályájával azonosítsák. A feladat szövegében mi is rögzítettük, hogy nem erről van szó, azonban mindig félő, hogy a gyerekek ettől függetlenül erre a szituációra gondolnak. A feladat így szólt:

„Az ábrán egy csigavonalban összetekert gumicső látható, amely mondjuk egy asztalon **fekszik**, s mi felülről nézzük. Képzeld el, hogy egy golyót nagyon nagy sebességgel belövíünk a csőbe a nyíl által mutatott helyen. Olyan gyors a golyó, hogy ki tud repülni a cső másik végén. Kérjük, rajzold le a golyó **további, a csőből való kirepülése utáni pályáját** egy kb. 5-6 cm hosszúságú vonaldarabbal."

7.14. ábra: Milyen pályát ír le a csőből kirepülő golyó?

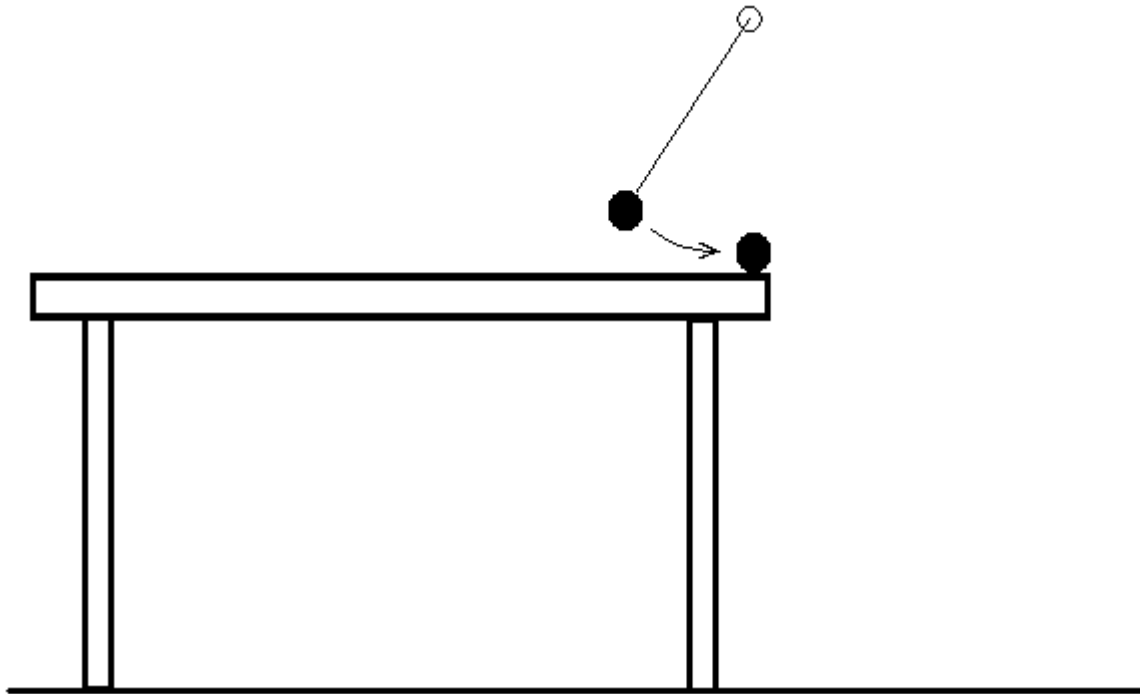


A gyerekek közül nem is kevesen, 59-en (65 %) jól válaszoltak erre a kérdésre, s egy egyenes szakaszt rajzoltak. Figyelmeztető ugyanakkor, hogy a körmozgás „megmaradásával”, vagyis a körvonal folytatásával válaszoltak 23-an (25 %). A többi válasz nem volt értékelhető.

A tesztben még egy feladat volt olyan, amely alapján következtetéseket vonhatunk le a mozgáselképzeléssel kapcsolatban, így hangzott:

„Az ábrán egy asztal szélére helyezett golyót látsz, amelyet egy másik, ingaként működő golyóval lelökünk. Rajzold meg egy folytonos vonallal a leeső golyó pályáját!”

7.15. ábra: Milyen pályán esik le a golyó az asztal széléről?



Ez a feladat is a tehetetlenség intuitív fogalmának meglétét vizsgálja. A tipikus hibás megoldások valamilyen függőleges esést tartalmaznak, vagy rögtön az asztal szélénél, úgy, hogy a golyó vízszintesen egyáltalán nem mozog, vagy egy vízszintes szakasz (esetleg egy ferde egyenes szakasz) megtétele után esik le függőlegesen a golyó. További variáció a hibás megoldásra, hogy a golyó nem görbe vonalú pályán, hanem ferdén, egyenesen közelíti meg a talajt. 33 gyerek válaszolt megközelítőleg helyesen (36 %), a többi válaszban az előbb leírt hibák valamelyike fordult elő. A feladat megoldása azért nehéz a gyerekeknek, mert az esést egyenes vonalú, egyenletes mozgásnak tartják, tudják, hogy végül is a golyó leesik, s ezeket az ismereteket próbálják meg, nem mindig sikeresen ötvözni. Az eredmény arra is figyelmeztet, hogy a gyerekek hiába láttak már életükben számos alkalommal hasonló hajítási eseményt, hiába vannak gazdag tapasztalataik (pontosabban megfigyeléseik) ezen a téren, *a látott parabolára vonatkozó észlelést mintegy felülírják a belső elméletek*. Ugyanakkor érdekes, hogy ebben a feladatban több a jó megoldás, mint az ólom- és vasgolyó esésével kapcsolatban, vagyis a belső elméletek, felfogások nem teljesen determinisztikus módon határozzák meg egy-egy problémára adott válaszokat, a külső információk és a belső modellek dinamikája sokkal bonyolultabb folyamat lehet.

8. Befejező gondolatok

E könyvben áttekintettük a 20. század vége egyik meghatározó gondolkodási rendszerének, a konstruktivizmusnak a hátterét, alapjait, s néhány alkalmazását, elsősorban a pedagógia szemszögéből. Nem volt szándékunk sziporkázó eredetiségű, önálló, új gondolatokkal előállni, hatalmas empirikus kutatások eredményeit sem akartuk vagy tudtuk itt közölni, a célunk mindenek előtt a bemutatás, az értelmezés, a diskurzus elősegítése volt. Néhány esetben azonban önálló eredményeket is közöltünk. Ezek között vannak elméleti megfontolások, mint a tudományok tevékenységrendszerének egy sajátos értelmezése, a radikális konstruktivizmus és a szociális konstrukcionizmus viszonyának egy lehetséges interpretációja, a tanulástípusok konstruktivista értelmezése, a pedagógus szerepére vonatkozó megfontolások. S vannak az írásban – nem nagy számban – kisebb vizsgálatokkal kapcsolatos empirikus eredmények is. Utóbbiak jelentőségét nem kell eltúlozni, kicsi, nem reprezentatív mintákon végzett felmérések ezek, inkább a szerző empirikus tájékozódását, s nem a kielélt kutatást szolgálták.

A szerző szilárd meggyőződése, hogy a 21. század elején a konstruktivista gondolkodás át fogja rajzolni a pedagógiai kutatás, fejlesztés és gyakorlat egészét, vagy legalábbis meghatározó jelentőségűvé válik. Ez részben annak tudható be, hogy a konstruktivizmus, mint pedagógiai paradigma „jó baráti viszonyt” tudott kialakítani más gondolkodási rendszerekkel. A megismerés, a tanulás folyamatára vonatkozó állításai ugyan élesen ellentmondanak más pedagógiák ide vonatkozó tételeinek, azonban amikor arra kerül a sor, hogy a konstruktivista gondolkodásmód szerint pedagógiai rendszereket építsünk fel, akkor ez a paradigma is szívesen fordul „riválisai” ötleteihez, átalakítva-használatba-vehető megoldásaihoz. Első ránézésre a konstruktivista pedagógia lényegében nem alkot új módszertant, ha azt pusztán az oktatás-nevelés folyamatában alkalmazott eljárások halmazának tekintjük. A módszertan azonban ennél jóval komplexebb, hiszen nem csak az elkülönült módszereket foglalja magába, hanem azok rendszerré szervezését is, vagyis a nevelés logikáját, alapvető célrendszerét, főbb elveit. Ezekben viszont a konstruktivizmus mégiscsak sajátos, módszertana nem azonosítható semmilyen más korábbival.

Milyen esélyei vannak ma Magyarországon a konstruktivista pedagógiának? Ha az érdeklődést, az egyesekből kiváltott lelkesedést, gyors azonosulást tekintjük, akkor bizakodók lehetünk. De így van ez minden valamirevaló új pedagógiai elgondolással, tehát messzemenő következtetéseket ebből a lelkesedésből még levonni nem szabad. Érdekes e kérdés megválaszolásánál is konstruktivista módon eljárni. Ahhoz, hogy egy pedagógiai szakember, vagy gyakorló pedagógus elfogadja, s munkája során érvényesítse a konstruktivizmust, a legtöbb esetben konceptuális váltáson kell keresztül mennie. Ma Magyarországon a pedagógiai progressziót képviselők döntő többsége erősen a reformpedagógiai ideológiák mellett elkötelezett. Egy tágan értelmezett személyiségfejlesztés hívei, s a legfontosabb oktatási feladatnak az általános képességek fejlesztését tartják. Erősen hisznek abban, hogy a gyermek előfeltételektől mentes felfedező, önálló tevékenysége a leghasznosabb tanulási forma. A tudástömeget, az ismereteket egyre inkább koloncnak érzik, keresik az utakat a képességek fejlesztéséhez, hogy aztán ezek az általános pszichikus rendszerek minden aktuális tartalomra jól tudjanak működni. A tanulás folyamatában a cselekvést tartják a kritikus tényezőnek, elfogadják, vagy ösztönösen képviselik Piaget nézeteit, vagyis azt, hogy e cselekvés, a cselekvésben adott objektív viszonyok a kiindulópontjai, s egyben a közvetítői

is a tanulnivaló belsővé válásának. Mint láttuk, a konstruktivizmus más gondolkodási rendszert alakít ki, s ha a két elképzelésben megfogalmazható állítások közös részét vesszük, akkor nagyon sok egymással ellentétes tételt találunk. Ha tehát a „konstruktivistává válás” folyamatát képzeljük el, akkor itt határozottan egy konceptuális váltásról van szó.

Szükséges-e vajon ez a konceptuális váltás? Konstruktivistává kell-e nevelni a pedagógusnak készülő egyetemi és főiskolai hallgatókat? „Át kell-e nevelni” a már pályán lévőket? Talán ez a legutolsó megfogalmazás mutatja a legjobban, hogy itt természetesen semmifajta erőszaknak nincs helye.

Először is, a tudomány soha nem fog felvilágosítást adni abban a kérdésben, hogy melyik a „jobb” paradigma. Azért nem mondhatja ezt meg, mert tudományos értelemben „jobb” paradigmáról nem beszélhetünk. Legalábbis, ha konstruktivista módon gondolkodunk. Ne várja senki, hogy az „okos tudósok” majd eldöntik, melyik gondolkodásmód „kell, hogy tetsszen nekünk”. A paradigmák összemérhetetlenek, tudományos szempontból csak a belső konzisztenciájuk lehet kérdés. Az empirikus ellenőrizhetőség, s a tapasztalatok által nyújtott visszaigazolások – mint láttuk korábban – kétélű fegyvert jelentenek, s nagyon óvatosan kell bánnunk annak megítélésével, mely gondolkodási rendszer felel meg jobban a gyakorlat igényeinek.

Elemeztük, hogy a paradigmák nem kizorítják egymást a „versenypályáról”, hanem sokkal inkább arról van szó, hogy új elképzelések jelentkezésekor átrendeződnek az érvényességi területek, másképpen lesznek kijelölve az adaptivitás régiói a rivális elméletek számára – legalábbis a fejlett tudományok esetében ez a helyzet. Még gyakorlatilag helytelennek tartott, régebbi elméleteknek is van helyük, emlékezzünk az arisztotelészi fizika példájára. Vagy gondoljuk meg, hogy még a vegyész kutató is használ folytonos anyagképet, mert semmi szüksége sincs rá, hogy hullámmechanikai modellel leírható részecskéket lásson akkor, amikor az egyik főzőpohárból átönt egy folyadékot egy másikba. A pedagógiában ma még kuszább számunkra a látvány, s inkább az elméletek közötti rivalizálás a fontosabb folyamat, de talán nincs messze az idő, amikor a letűnt vagy az újabb pedagógiai elméletek használati, adaptivitási régiói is pontosabban körvonalazódnak. A lényeg azonban az, hogy a tudomány nem tudja eldönteni, melyik paradigma a „jobb”.

A gyakorlatnak azonban döntenie kell, melyik elmélet szerint építi fel saját rendszerét. Igazság szerint még ezzel sem ért mindenki egyet. Sokak szerint a gyakorlatnak nem kell döntenie gondolkodásmódok között, nem kell elméletileg koherensnek lennie. E gondolkodásmód szerint a pedagógusnak ismernie kell, lehetőleg minél alaposabban a rendelkezésre álló elméleteket, s azok gyakorlati ajánlásaiból ügyesen válogatni kell saját gyakorlati munkája megtervezése, kivitelezése és értékelése során. Magunk ezzel az állásponttal nem értünk egyet, ami azonban nem jelenti azt, hogy nem tartjuk a gyakorlatban megvalósulónak. Magunk is úgy véljük, hogy az egyes pedagógusok, pontosabban közülük nagyon sokan, nem konzekvensen, nem egy tudományos paradigma szerint építik fel gyakorlati munkájukat. Pl. kifejezetten képességfejlesztő jellegű tanítási gyakorlatot formál meg egy tanár, azonban amikor már értékelésre kerül a sor, szigorúan az elsajátított ismereteket kéri vissza.

Valóban eklektikus a gyakorlat nagyon sok esetben, azonban mi ezt nem erénynek, hanem problémának látjuk. Az eklektikus gyakorlat egymásnak ellentmondó elemek rendszerbe való beépítését eredményezi, s úgy véljük, ennek negatív hatásait nem kell ecsetelnünk. Az egyik tényező (módszer, magatartásforma, gyerekeknek adott feladat, stílus, kommunikációs forma, szervezési eljárás, stb.) lerontja a másinak a hatását, mert más célok szerint, s más eredményekre vezetve szerveződik. Határozottan úgy véljük, hogy az a jó, ha a pedagógusi munka elemei konzekvensen kötődnek egy paradigmához. Állításunkat azonban két vonatkozásban is enyhítenünk kell.

Az egyik, hogy a pedagógiai elméletek kidolgozottsága általában hagy kívánnivalókat maga után. Magyarul: nem mindig tudható pontosan, hogy a választott elemek koherens rendszerre állnak-e össze. Lehet, hogy valaki következetes próbál lenni, eljárásai összeillenek egymással, legalábbis így gondolja, de az elmélet kidolgozatlansága, vagy a gyakorlat elméletéhez való kapcsolásának problémái miatt a rendszer mégsem koherens.

A másik ok, amiért állításunkat árnyalnunk kell, hogy természetesen minden paradigma, s minden elméletalkalmazás számára fontos forrást jelentenek a más paradigmák által javasolt megoldások, módszerek, ötletek. Szabad, sőt kell is „lopni”, tanulni a másik gondolkodásmódtól. Az átvett elem – ha következetesek vagyunk – nem kezdi ki a rendszer egységét, mert valójában nem egyszerű, változatlan formában való átvételről, hanem – jó esetben – adaptálásról, a saját rendszerhez illesztésről van szó. A konstruktivista pedagógia sem idegenkedik – mondjuk – a kérdve kifejtés módszerének alkalmazásától, bár saját keretei között szinte „körülbástyázza” ezt a módszert többféle megfontolással, amelyek az alkalmazás problémáit igyekeznek elkerülhetővé tenni, s hozzáigazítják a módszert a konstruktivista gondolkodásmód követelményeihez. Így megfontolás tárgya, hogy mikor lehet alkalmazni, „tiltott” az előfeltétel nélküli felfedeztetésre való használata, a gyerekek válaszainak elvártaktól való eltérését komplex módon kell értékelni, stb.

A hazai viszonyokhoz képest fejlettebb tantervfejlesztési kultúrával rendelkező országokban az oktatási programok kialakítása során megtörténik a paradigmák közötti választás. Mérhetetlen számban találhatunk pl. az Interneten olyan oktatási modulokat, vagy egész programokat, kurrikulumokat, amelyek bevezetésükben leszögezik, hogy tanuláselméleti „filozófiájuk” a konstruktivizmus. Ehhez tartják is magukat, a rendszert igyekeznek koherens módon, a konstruktivista alapelveknek megfelelően kiépíteni. Az Izraeli Oktatási Minisztérium a '90-es évek közepén indított útjára egy projektet, amely 10 kísérleti iskola számítógépesítését és megfelelő oktatási szoftverekkel, valamint tantervekkel való ellátását jelentette (Shofaniye 2000). A program fő célkitűzései között ott találjuk, hogy a kialakuló új oktatási rendszer tanuláselméleti alapjai a konstruktivista megfontolásokhoz igazodnak.

Határozott álláspontunk tehát, hogy az oktatás folyamatában törekedni kell egy adott elméleti rendszer szerinti koherenciára. Hogyan döntsön akkor a gyakorlat, ha a tudomány nem mondja meg számára, hogy mit kövessen? A tudomány nem hagyja azért magára teljesen a gyakorlatot. A döntési folyamatban jól felhasználhatók azok az információk, amelyeket az egyes paradigmák belső következetességéről, s az empirikus tapasztalatokról a tudományok rendelkezésre tudnak bocsátani. A tudományos értékelés nem használhatja az empirikus adatokat paradigmák közötti döntések kimondására (melyik „igaz” és melyik „hamis”), de a gyakorlat az adaptivitás kérdésére adandó válasz megfogalmazása során már igen. A gyakorlat ugyanis arra kíváncsi, hogy adott körülmények között melyik elméleti rendszer az adaptív, a kitűzött célokat várhatóan melyik paradigma alkalmazásával lehet a legjobban elérni. Vigyázzunk tehát! A gyakorlati döntés sem választhatja ki a „jó”, az „igaz” elképzelést, elméletet. A döntés az adaptivitásról szól, s esetleg később kiderülhet, hogy jobb lett volna másképpen dönteni.

Milyen a konstruktivista elmélet gyakorlati adaptivitása? Eredeti kérdésünket erre redukáltuk, ezt a kérdést azonban nagyon nehéz megválaszolni. A szerző szent meggyőződése, hogy a modern kihívásokra adandó választ tekintve a konstruktivista paradigma felülmúlja társait, azonban a szerző azt is elismeri, hogy ez a kijelentés inkább perspektivikus, a mában adott feltételek, körülmények még nem elég meggyőzően támasztják alá. Ahogy az előszóban is említettük: ma még túl nagy arányban van szükség a társadalomban a problémamentes beilleszkedésre, mint a kritikus magatartásra. A folyamatok iránya azonban kétségtelen, legfeljebb a változás gyorsasága lehet kérdéses. Ha a társadalom keresi azt a pedagógiai gondolkodásmódot, amely a mainál nagyobb arányban

eredményezheti kritikus szemléletmóddal rendelkező, környezetük folyamatait értő, s azokat megváltoztatni akaró állampolgárok felnevelését, akkor a konstruktivista pedagógia megfelelhet a céljainak.

Konstruktivistává kell-e nevelni a leendő pedagógusokat – tehetjük fel újra a kérdést. Erőszak alkalmazásának semmi helye, a hallgató maga konstruálja meg saját pedagógiai világlátását. A pedagógusképzők annyit tehetnek, hogy mintegy felajánlják a lehetőségeket. Érdekes, hogy a pedagógusképzésben még csak nyomokban volt fellelhető a konstruktivista gondolat, amikor sokan már figyelmeztették a konstruktivistákat: nehogy azt higgyék, kizárólagos pedagógiává válhat az általuk képviselt gondolkodási rendszer. Pedig valószínűleg nem volt, s nem is lesz olyan konstruktivista, aki egyedüli lehetséges és „jó”, „igaz” rendszerként próbálta volna, s próbálná a későbbiekben beállítani sajátját. Elkötelezettségét persze nem titkolta, s talán szenvedélyesebben is érvelt saját paradigmája mellett, mint mások, de saját magával került volna ellentétbe, ha a konstruktivista pedagógiát az egyetlen helyes útnak kiáltotta volna ki. A szerző maga is megoszthatja tudását pedagógusnak készülő hallgatóival, s elkötelezettségét sem titkolja. A tudományos elképzelések bemutatása azonban óráin mindig a párhuzamok felmutatásával történik, s legfeljebb ismeretlensége, a tapasztalatok között való meg nem jelenése eredményezi, hogy a konstruktivista elmélet nagyobb szerepet kap.

A szerző az egyetemen eredetileg (többek között) fizikát tanult. Már ott meg kellett értenie, hogy Einstein relativitáselmélete ugyan újabb paradigma, mint Newton mozgáselmélete, de azért senki nem gondolja komolyan, hogy a Newton törvényeket nem kell tanítani az iskolázás minden szintjén. A fizikában azonban világosan kijelölhetők az egyes paradigmák alkalmazásának feltételei, így a gyakorlat szinte automatikus eligazítást kap abban a kérdésben, mikor melyik elméletrendszert használja. A pedagógia ma még nem tart itt. Sőt, még a szerző is bajban van, s feszeng, ha arra kell gondolnia, hogy egy későbbi állapotban hol jelölődnek majd ki – mondjuk – a behaviorista pszichológia alkalmazásának „felségterületei”. Nehéz ma elképzelni, hogy ilyen avítnak hitt, ezerszer kritizált, s eltemetettnek vélt elméletek is helyt kaphatnak a pedagógia gyakorlatában. Pedig így lesz, ez majdnem biztos. Lehet, hogy csak abban az értelemben kaphatnak majd helyet az ilyen elméletek, mint ahogy a fizikában használják a hőanyag elméletet, hogy ti. csak bizonyos nyelvi fordulatok, vagy a nagyon intuitív meggondolások kötődhetnek csak hozzájuk. Lehet, hogy ennél szélesebb lesz a szerepe a behaviorizmusnak is, s a mechanikus algoritmusok elsajátításával kapcsolatban betölt valamilyen szerepet. Nem tudjuk, ma még „másról szól a történet”. Ma még a harc folyik, s a győzelmi jelentésig még hosszúnak tűnik az út.

Irodalom

- Aebli, H. 1951. *Didactique psychologique. Applications a la didactique de la psychologie de Jean Piaget*. Delachaux et Niestlé; Neuchatel, Paris. Magyarul: *Lélektani didaktika. Piaget lélektanának didaktikai alkalmazása*. OPKM dokumentum, Budapest
- Astington, J. W., Harris, P. L. és Olson, D. R. 1988. *Developing theories of mind*. Cambridge University Press, New York.
- Ausubel, D. P. 1968. *Educational Psychology. A Cognitive View*. Holt Reinhart and Winston, Inc., New York.
- B. Németh M. 1998. Iskolai és hasznosítható tudás: a természettudományos ismeretek alkalmazása. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 115 – 138.
- Baillargeon, R. 1993. The Object Concept Revisited: New Directions in the Investigation of Infants' Physical Knowledge. In: Granrud, C. (Szerk.) *Visual Perception and Cognition in Infancy*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, 265-315.
- Barman, C. R., Griffith, A. K. és Okebukola, P. A. O. 1995. High school students' concepts regarding food chains and food webs: A multinational study. *International Journal of Science Education*, 17(6) 775-782.
- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. és Kelly, D. L. 1996. Science Achievement in The Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). TIMSS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill, MA, USA
- Bence Gy. 1990. *Kritikai előtanulmányok*. MTA Filozófiai Intézet, Budapest.
- Bertalanffy, L. v. 1991. „...ám az emberről semmit nem tudunk (*Robots, Men and Minds*).” Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest. Eredetileg: Bertalanffy, L. v. 1967. „...aber vom Menschen wissen wir nichts. (*Robots, Men and Minds*).” Econ Verlag GmbH, Düsseldorf, Wien.
- Biggs, J. B. 1987. *Student Approaches to Learning and Studying*. Australian Council for Educational Reserch, Hawthorn, Victoria.
- Billeh, V. és Malik, M. 1977. Development and Application of a Test on Understanding the Nature of Science. *Science Education*, 61(4) 559-571.
- Black, J. B. és McClintock, R. O. 1995. An Interpretation Construction Approach to Constructivist Design. In Wilson, B. (Szerk.) *Constructivist Learning Environments*. Educational Technologies Publications, Englewood Cliffs.
- Bliss, J. és Ogborn, J. 1994. Force and Motion from the Beginning. *Learning and Instruction*, 4. 7-25.
- Bloom, B. S. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives. Cognitive Domain*. McKay, New York.
- Boyd, R. 1998. A tudományos realizmus jelenlegi helyzete. In: Laki J. (Szerk.) *Tudományfilozófia*. Osiris Kiadó, Budapest. 189-207. Eredetileg: Boyd, R. 1983. On the Current Status of Scientific Realism. *Erkenntnis*, 19. 45-90.
- Bransford, J. D. 1990. Anchored Instruction. Why we need it and how technology can help. In Nix, D. és Spiro, R. (Szerk.) *Cognition, education and multimedia*. Erlbaum, Hillsdale.

- Brewer, W. F. és Samarapungavan, A. 1991. Children's Theories vs, Scientific Theories? Differences in Reasoning or Differences in Knowledge? In: Hoffmann, R. R. és Palermo, D. S. (Szerk.) *Cognition and the Symbolic Processes: Applied and Ecological Perspectives*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale. 209-232.
- Brook, A., Briggs, H. és Driver, R. 1984. *Aspects of Secondary Students' Understanding of the Particulate Nature of Matter*. Children's Learning in Science Project. Centre for Studies in Science and Mathematics Education. The University of Leeds, Leeds.
- Brook, A. és Driver, R. 1984. *Aspects of Secondary Students' Understanding of Energy*. Full Report, CLIS.
- Brooks, J. G. és Brooks, M. G. 1993. *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. Association for the Supervision and Curriculum Development, Alexandria.
- BSCS 1997. *Constructivism and the Five E's*. <http://www.winmisci.org>.
- Bullock, M. 1985. Causal reasoning and developmental change over the preschool years. *Human Development*, 28(4) 169-191.
- Bullock, M. 1994. Development of Reasoning in Childhood. In: Husén, T. (Szerk.) *International Encyclopedia of Education*. 4951-4957.
- Burbules, N. C. és Linn, M. C. 1991. Science education and philosophy of science: Congruence or contradiction. *International Journal of Science Education*, 13(3) 227-241.
- Butterfield, G., Harris, P., Leslie, A. és Wellmann, H. M. 1991. Perspectives on the child's theory of mind. *British Journal of Developmental Psychology*, 9(1)
- Butterham, D. 1996. Kids, cars and conservation: childrens' ideas about the environmental impact of motor vehicles. *International Journal of Science Education*, 18(3) 347-354.
- Carey, S. 1985. *Conceptual Change in Childhood*. MIT Press, Cambridge.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. és Unger, C. 1989. „An experiment is when you try it and see if it works”: A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11(special issue) 514-529.
- Carey, S., Spelke, E. 1994. Domain-specific knowledge and conceptual change. In: Hirschfeld, L. A. Gelman, S. A. (Eds.) *Mapping the mind. Domain specificity in cognition and culture*. Cambridge University Press, Cambridge. 169-200.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D. és deLeeuw, N. 1994. From Things to Process: A Theory of Conceptual Changes for Learning Science Concepts. *Learning and Instruction*, 4. 27-43.
- Clark, A. 1996. *A megismerés építőkövei. Filozófia, megismeréstudomány és a párhuzamos megosztott feldolgozás*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Cohen, L. B. és Oakes, L. M. 1993. How infants perceive a simple causal event. *Developmental Psychology*, 29. 421-433.
- Collins, A., Brown, J.S. és Newman, S. 1989. Cognitive Apprenticeship: Teaching the Craft of Reading, Writing, and Mathematics. In: Resnick, L.B. (Szerk.) *Knowing, Learning and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*. Erlbaum, Hillsdale.
- Collins, A., Greeno, J. G. és Resnick, L. B. 1994. Learning Environments. In: Husen, T. *International Encyclopedia of Education*. Pergamon Press, London. 3297-3302.
- Comenius 1992. *Didactica magna*. Seneca Kiadó, Pécs.
- Cosgrave, M. 1995. A study of science-in-the-making as student generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education*, 17(3) 295-310.
- Csányi V. 1999. *Az ember természete. Humánökológia*. Osiris Kiadó, Budapest
- Csapó B. (szerk.) 1998. *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Dhillon, A. S. 1998. Individual Differences within Problem-Solving Strategies Used in Physics. *Science Education*, 82(4) 379-405.

- Dochy, F. J. R. C. 1994. Prior Knowledge and Learning. In: Husén, T. (Szerk.) *International Encyclopedia of Education*. 4698-4702.
- Driver, R. 1983. *The Pupil as Scientist?* Open University Press, Milton Keynes, Philadelphia.
- Driver 1985. The Conservation of matter under physical and chemical transformations. In: Driver, R., Guesne, E. és Tiberghien, A. (Szerk.) *Children's Ideas In Science*. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia. 145-170.
- Driver, R. 1988. Theory into Practice II.: A Constructivist Approach to Curriculum Development. In: Fensham, P. (Szerk.) *Development and Dilemmas in Science Education*. The Palmer Press, London, New York, Philadelphia. 133-149.
- Driver, R., Guesne, E. és Tiberghien, A. (Szerk.) 1985. *Children's Ideas In Science*. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. és Wood-Robinson, V. (1994): *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge; London, New York.
- Duffy, T. M. és Jonassen, D. H. (Szerk.) 1992. *Constructivism and the Technology of Instruction*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, Hove and London.
- Duit, R. 1981. Understanding Energy as a Conserved Quantity – Remarks on the Article by R. U. Sexl. *European Journal of Science Education*, 3(3) 291-301.
- Duit, R. 1987. Should energy be illustrated as something quasi-material? *International Journal of Science Education*, 9(2) 139-145.
- Duveen, J., Scott, L. és Solomon, J. 1993. Pupils' understanding of science: Description of experiments or „A passion to explain”? *School Science Review*, 75(271) 19-27.
- Erickson, G. és Tiberghien, A. 1985. Heat and Temperature. In: Driver, R., Guesne, E. és Tiberghien, A. (Szerk.) *Children's Ideas In Science*. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia. 52-84.
- Eysenck, M. W. és Keane, M. T. 1997. *Kognitív pszichológia. Hallgatói kézikönyv*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. Eredetileg: Eysenck, M. W. és Keane, M. T. 1990. *Cognitive Psychology. A Student Handbook*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers; Hove, Hillsdale.
- Fay, A. és Klahr, D. 1996. Knowing about Guessing and Guessing about Knowing; Preschoolers Understanding of Indeterminacy. *Child Development*, 67. 689-716.
- Gauld, C. 1982. The Scientific Attitude and Science Education: A Critical Reappraisal. *Science Education*, 66(1) 109-119.
- Gayford, C. G. 1986. Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology. *International Journal of Science Education*, 8(4) 443-450.
- Geisler-Brenstein, E., Schmeck, R. R. és Hethorington, J. 1996. An individual difference perspective on student diversity. *Higher Education*, 31. 73-96.
- Gelman, S. A. és Spelke, E. 1981. The development of thoughts about animate and inanimate objects: Implications for research on social cognition. In: Flavell, J. H. és Ross, L. (Szerk.) *Social Cognitive Development: Frontiers and Possible Futures*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gergen, Kenneth J. 1995. Social Construction and the Educational Process. In: Steffe, L. P. és Gale, J. (Szerk.) *Constructivism in Education*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers; Hillsdale, Hove. 17-39.
- Gilbert, J. K. és Swift, D. J. 1985. Toward a Lakatosian Analysis of the Piagetian and Alternative Conceptions Research Programs. *Science Education* 69(5) 681-696.
- Glaserfeld, E. v. 1991: Constructivism in Education. In: Lewy, Arie (Szerk.): *The International Encyclopedia of Curriculum*. Pergamon Press, Oxford etc. 31-32. o.
- Glaserfeld, E. v. 1995. *Radical Constructivism. A Way of Knowing and Learning*. The Palmer Press; London, Washington D. C.

- Gopnik, A. 1993. How we know our minds: The illusion of first-person knowledge of intentionality. *Behavioral and Brain Sciences*, 16(1) 1-14.
- Gorodetsky, M. és Keiny, S. 1995. Conceptual change and environmental cognition. *International Journal of Science Education*, 17(2) 207-217.
- Griffiths, A. K. és Barry, M. 1993. High School Students' Views about the Nature of Science. *School Science And Mathematics*, 93(1) 35-37.
- Gunstone, R. F. 1988. Learners in Science Education. In: Fensham, P. (Szerk.) *Development and Dilemmas in Science Education*. The Palmer Press, London, New York, Philadelphia. 73-95).
- Gunstone, R. F., Champagne, A. B. és Klopfer, L. E. 1981. Instruction for Understanding: A Case Study. *Australian Science Teachers Journal*. 27(3) 27-32.
- Gunstone, R. F. és F. és Watts, M. 1985. Force and Motion. In: Driver, R., Guesne, E. és Tiberghien, A. (Szerk.) *Children's Ideas In Science*. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia. 85-104.
- Gunstone, R. F. és White, R. T. 1981. Understanding of Gravity. *Science Education*, 65(3) 291-299.
- Halász G. és Lannert J. 1998. *Jelentés a magyar közoktatásról*. 1997. Országos Közoktatási Intézet, Budapest
- Hand, B. és Treagust, D. F. 1991. Student Achievement and Science Curriculum Development Using a Constructive Framework. *School Science and Mathematics*, 91(2). 172-175.
- Harnad, S. 1982. Neoconstructivism: A unifying theme for the cognitive sciences. In: Simon, T. és Scholes, R. (Szerk.) *Language, mind and brain*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- Harré, R. 1997. *Érzelem és emlékezet: A második kognitív forradalom*. Magyar Elektronikus Könyvtár, [gopher://mek.iif.hu:70/...tarsad/szocio/harre.htm](http://mek.iif.hu:70/...tarsad/szocio/harre.htm)
- Harris, D. és Taylor, M. 1983. Discovery Learning in School Science: The Myth and the Reality. *Journal of Curriculum Studies* 15(3) 277-289.
- Hashweh, M. J. 1986. Toward an Explanation of Conceptual Change. *European Journal of Science Education*, 8(3) 229-249.
- Havas P. 1980. *A természettudományos fogalmak alakulása*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Helm, H. és Novak, J. (Szerk.) 1983. *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*. Department of Education, Cornell University, Ithaca.
- Hewson, P. W. 1981. Conceptual Change Approach to Learning Science. *European Journal of Science Education*, 3(4) 383-396.
- Hewson, P. W. és Thorley, N. R. 1989. The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11(special issue) 541-553.
- Hickling, A.K. és Gelman, S. A. 1995. How Does Your Garden Grow? Early Conceptualization of Seeds and Their Place in the Plant Growth. *Child Development*, 66, 856-876.
- Hirschfeld, L. A. és Gelman, S. A. (Eds) 1994. *Mapping the mind. Domain specificity in cognition and culture*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hodson, D. 1988. Toward a Philosophically More Valid Science Curriculum. *Science Education*, 72(1) 19-40.
- Holics L. 1986. *Fizika összefoglaló*. Tankönyvkiadó, Budapest
- Inhelder, B. és Paget, J. 1984. *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Jones, M.G. és Vesilind, E. M. 1996. Putting Practice into Theory: Changes in the Organization of Preservice Teachers' Pedagogical Knowledge. *American Educational Research Journal*, 33(1) 91-117.

- Juhász-Nagy P 1993. Az eltűnő sokféleség. (A bioszféra-kutatás egy központi kérdése). *Iskolakultúra – Természettudomány*, III(24) 28-38.
- Kampis Gy. 1991. *Self-modifying Systems in Biology and Cognitive Science: A New Framework for Dynamics, Information and Complexity*. Pergamon Press, Oxford, etc.
- Karmiloff-Smith, A. 1988. The child is a theoretician, not an inductivist. *Mind and Language*, 3(3) 183-195.
- Karmiloff-Smith, A. 1992. *Beyond Modularity: A Developmental Perspective on Cognitive Science*. MIT Press, Cambridge.
- Kelly, G. A. 1955. *The Psychology of Personal Constructs*. W. W. Norton és Co. Inc. New York
- Key, E. 1976. *A gyermek évszázada*. Pedagógiai források. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Korom E. 1998. Az iskolai és a hétköznapi tudás ellentmondásai: a természettudományos tévképzetek. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 139 – 168.
- Kuhn, D. 1991. *The Skill of Argument*. Cambridge University Press, New York
- Kuhn, T. S. 1984. *A tudományos forradalmak szerkezete*. Gondolat, Budapest. Eredetileg: Kuhn, T. S. 1962. *The Structure of Scientific Revolution*. Princeton University Press, Princeton
- Lakatos, I. és Musgrave, A. 1970. (Szerk.) *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lakatos, I. 1978. *The methodology of scientific research programmes. Philosophical Papers Volume I*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lakatos I. 1998. *Bizonyítások és cáfolatok*. Typotex Kft., Budapest.
- Laki J. (Szerk.) *Tudományfilozófia*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Law, L. 1995. *Constructivist instructional theories and acquisition of expertise* (Research report No. 48.) Ludwig Maximilians Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. és Wood-Robinson, C. 1995. Children's ideas about ecology 1: Theoretical background design and methodology. *International Journal of Science Education*, 17 (6) 721-732.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. és Wood-Robinson, C. 1996a. Children's ideas about ecology 2: Ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education*, 18 (1) 19-34.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. és Wood-Robinson, C. 1996b. Children's ideas about ecology 3: Ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18 (2) 129-141.
- Leonard, W. J., Gerace, W. J., Dufresen, R. J. és Mestre, J. P. 1994 *Concept-based problem solving in physics*. <http://perg.phast.nmass.edu>.
- Linn, M. C., diSessa, A., Pea, R. D., és Songer, N. B. 1994. Can Research on Science Learning and Instruction Inform Standards for Science Education? *Journal of Science Education and Technology*, 3(1), 7-15.
- Mali, G. és Howe, A. 1979. Development of Earth and Gravity Concepts among Nepali Children. *Science Education*, 63(5) 685-691.
- Martin, B., Kass, H. és Brouwer, W. 1990. Authentic Science: A Diversity of Meanings. *Science Education*. 74(5) 541-554.
- Marton, F., Hounsell, D. és Entwistle, N. (Szerk.) 1984. *The Experience of Learning*. Scottish Academic Press, Edinburgh.
- Maturana, H. 1988. *Ontology of Observing*. Conference Workbook: Texts in Cybernetics, American Society For Cybernetics Conference, Felton, 18-23 October, 1988.

- Maturana, H. és Varela, F. 1992. *The Tree of Knowledge: Biological Roots of Human Understanding*. Revised Szerk. Shambhala/New Science Press, Boston.
- McCloskey, M. 1983. Naive theories of motion. In: Gentner, D. és Stevens, A. L. (Szerk.) *Mental Models*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, NJ. 299-324.
- Messick, S. 1994. Cognitive Styles and Learning. In: Husén, T. (Szerk.) *International Encyclopedia of Education*. 869 – 872.
- Mestre, J. P. 1994. Cognitive aspects of learning and teaching science. In: Finzsimmons, S. J. és Kerplelman, L. C. (Szerk.) *Teacher Enhancement for Elementary and Secondary Science and Mathematics: Status, Issues and Problems*. National Science Foundation, Washington, D.C.
- Metz, K. E. 1995. Reassessment of Developmental Constraints on Children's Science Instruction. *Review of Educational Research*, 65(2) 93-127.
- Miller, G. A. 1956. The magic number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-93.
- Munson, B. H. 1994. Ecological Misconceptions. *Journal of Environmental Education*, 25(4) 30-34.
- Nagy J. 1990. *A rendszerezési képesség kialakulása. A gondolkodási műveletek elsajátítása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Nagy S. 1993. *Az oktatás folyamata és módszerei*. Volos Bt., Budapest
- Nahalka I. 1993. Irányzatok a természettudományos nevelés második világháború utáni fejlődésében. *Új Pedagógiai Szemle*, XLIII(1) 3-24.
- Nahalka I. 1995. A természettudományos nevelés és a tudományelméletek. *Magyar Pedagógia*, 95(3-4) 229-250
- Nahalka I. 1997. Konstruktív pedagógia – egy új paradigma a láthatáron (I.). *Iskolakultúra*, VII(2) 21-33. (II.): VII(3) 22-40. (III.): VII(4) 21-31
- Nahalka I. 1999. Válságban a magyar természettudományos nevelés. *Új Pedagógiai Szemle*. XLIX(8)
- Noce, G., Torosantucci, G. és Vicentini, M. 1988. The floating objects on the Moon: Prediction from a theory or experimental facts? *International Journal of Science Education*, 10(1) 61-70.
- Novak, J. D. 1977a. An Alternative to Piagetian Psychology for Science and Mathematics Education. *Science education*, 61(4) 453-477
- Novak, J. D. 1977b. Epicycles and the Homocentric Earth: Or What Is Wrong With Stages of Cognitive Development? *Science Education*, 61(3) 393-395.
- Novak, J. D. 1977c. *A Theory of Education*. Cornell University Press, Ithaca, London
- Novick, S. E. és Nussbaum, J. 1978. Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter; An interview study. *Science Education*, 62(3) 273-281.
- Novick, S. E. és Nussbaum, J. 1981. Pupils' understanding of the particulate nature of matter; A cross age study. *Science Education*, 65(2) 187-196.
- Novick, S. E. és Nussbaum, J. 1982. Alternative frameworks, conceptual conflict and accomodation: Toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, 11. 183-200.
- Nussbaum, J. 1979. Children's Conceptions of the Earth as a Cosmic Body: A Cross Age Study. *Science Education*, 63(1) 83-93.
- Nussbaum, J. 1981. Towards the Diagnosis by Science Teachers of Pupils Misconceptions: An Exercise with Student Teachers. *European Journal of Science Education*, 3(2) 159-169.

- Nussbaum, J. 1985a. The Earth as a Cosmic Body. In: Driver, R., Guesne, E. és Tiberghien, A. (Szerk.) 1985. *Children's Ideas In Science*. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia. 170-192.
- Nussbaum, J. 1985b. The Particulate Nature of Matter in Gaseous Phase. In: Driver, R., Guesne, E. és Tiberghien, A. (Szerk.) 1985. *Children's Ideas In Science*. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia. 124-144.
- Nussbaum, J. és Novak, J. D. 1976. An assessment of children's conception of the Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4) 535-550.
- Nuthall, G. és Altan-Ree, A. 1995. Assessing Classroom Learning: How Students Use Their Knowledge and Experience to Answer Classroom Achievement Test Questions in Science and Social Studies? *American Educational Research Journal*, 32(1) 185-223.
- Oktatási Minisztérium 1996. *Nemzeti Alaptanterv*. Korona Könyvkiadó, Budapest
- Open Learning Technology Corporation Ltd. 1996. *Anchored Instruction*.
<http://www.oltc.edu.au/cp04a.html>
- Osborn, R. I. 1981. Children's Ideas about Electric Current. *Journal of Research in Science and Technological Education*. 1, 73-82.
- Osborn, R. J. és Wittrock, M. C. 1983. Learning Science: A Generative Process. *Science Education*, 67(4) 489-508.
- Osborn, R. és Freyberg, P. (Szerk.) 1985. *Learning in Science. Implications of Children's Science*. Heinemann, Auckland.
- Palermo, D. S. 1989. Knowledge and the Child's Developing Theory of the World. In: Reese, H. W. (Szerk.) *Advances in Child Development and Behavior*. Vol. 21. Academic Press, Inc., San Diego, etc. 269-295.
- Peters, P. C. 1982. Even honors graduates have conceptual difficulties with physics. *American Journal of Physics*, 50(6) 501-508.
- Pfundt, H. és Duit, R. 1988. *Bibliography: Students' alternative frameworks and Science Education*. (2nd edition). Institute for Science Education, Kiel.
- Piaget, J. 1972. *La représentation du monde chez l'enfant*. Presses Universitaires de France, Paris.
- Piaget, Jean 1993. *Az értelem pszichológiája*. Gondolat, Budapest
- Piattelli-Palmerini, M. (Szerk.) 1979. *Théories du Langage, Théories de l'apprentissage: Le Débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky*. Edition du Seuil, Paris.
- Pines, R. A. és West, L. H. T. 1986. Conceptual Understanding and Science Learning: An Interpretation of Research within a Source-of-Knowledge Framework. *Science Education*, 70(5) 583-604.
- Pléh Cs. 1994. A tudás helye a nevelés folyamatában. *Iskolakultúra (Természettudomány)*, IV(22-23) 50-53.
- Pléh Cs. 1997. *A megismerés egy új útja: A párhuzamos feldolgozás*. Typotex Kft. Budapest
- Polányi M. 1994. *Személyes tudás*. Atlantisz, Budapest.
- Pope, M. és Gilbert, J. 1983. Personal Experience and the Construction of Knowledge in Science. *Science Education*, 67(2) 193-203.
- Popper, K. R. 1997. *A tudományos kutatás logikája*. Európa Könyvkiadó, Budapest.
 Eredetileg: Popper K. R. 1935. *Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*. Julius Springer, Wien
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. és Gertzog, W. A. 1982. Accomodation of Scientific Conceotion: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2) 211-227.
- Prigogine, I. és Stengers, I. 1995. *Az új szövetség. A tudomány metamorfózisa*. Akadémiai Kiadó, Budapest. Eredetileg: Prigogine, I. Stengers, I. 1986. *La nouvelle alliance. Métamorphose de la science*. Gallimard, Paris.

- Resnick, L. B. 1987. Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16. 13-20.
- Resnick, L. B. és Collins, A. 1994. Cognition and Learning. In: Husén, T. (Szerk.) *International Encyclopedia of Education*. 835-838.
- Resnick, M. 1995. New Paradigms for Computing, New Paradigms for Thinking. In: diSessa, A., Hoyles, C. és Noss, R. (Szerk.) *Computers and Explanatory Learning*. Springer-Verlag, New York. http://el.www.media.mit.edu/groups/el..mres/new_paradigms.html
- Riegler, A. 1994. Constructivist Artificial Life: The Constructivist-Anticipatory Principle and Functional Coupling. In: Hopf, J. (Szerk.) *Proceedings of the 18th German Conference on Artificial Intelligence (KT-94) Workshop „Genetic Algorithms within the Frameworks of Evolutionary Computation” in Saarbrücken (Germany) Max Planck Institute*. Report No. MPI-1-94-241. <http://www.ifi.unizh.ch/groups/ailab/people/riegler/pub/ki94/paper.html>
- Rowell, J. A. és Cowthorn, E. R. 1982. Images of Science: an Empirical Study. *European Journal of Science Education*, 4(1) 79-94.
- Rubba, P. A., Horner, J. K. és Smith, J. M. 1981. A Study of Two Misconceptions About the Nature of Science Among Junior High School Students. *School Science and Mathematics*, 81(3) 221-226.
- Rubba, P. és Andersen, H. O. 1978. Development of an Instrument to Assess of the Nature of Scientific Knowledge. *Science education*, 62(4) 449-458.
- Savery, J. R. és Duffy, T. M. 1995. Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35, 31-38.
- Scardamalia, M., és Bereiter, C. 1991. Higher levels of agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media. *The Journal of the Learning Sciences*, 1(1), 37-68.
- Scardamalia, M., és Bereiter, C. 1994. Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3 (3), 265-283.
- Schibeci, R. A. 1986. Images of Science and Scientists and Science Education. *Science Education*, 70(2) 139-149.
- Schmeck, R. R. (Szerk.) 1988. *Learning Strategies and Learning Styles*. Plenum Press, New York.
- Séré, M. G. 1985. The Gaseous State. In: Driver, R., Guesne, E. és Tiberghien, A. (Szerk.) *Children's Ideas In Science*. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia. 105-123.
- Sexl, R. U. 1981. Some Observations Concerning the Teaching of the Energy Concept. *European Journal of Science education*, 3(3) 285-289.
- Shipstone, D. 1985. Electricity in Simple Circuits. In: Driver, R., Guesne, E. és Tiberghien, A. (Szerk.) *Children's Ideas In Science*. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia. 33-51.
- Shofaniye, K. 2000. *Educational Changes in Conservative Society: Conservative Society in Educational Change processes*. ELTE Doktori Disszertáció.
- Simons, P. R-J. 1994. Metacognition. In: Husén, T. (Szerk.) *International Encyclopedia of Education*. 3784-3788.
- Simonyi K. 1978. *A fizika kulturtörténete*. Gondolat Kiadó, Budapest
- Sjoberg, S. és Lie, S. 1981. *Ideas about force and movement among Norwegian pupils and students*. Report 81-11, Institute of Physics Report Series, University of Oslo; Oslo.
- Snieder, C. és Pulos, S. 1983. Children's cosmographics; understanding the Earth's shape and gravity. *Science Education*, 67(2) 205-222.
- Solomon, J. 1983. Learning about energy: How pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5(1) 49-59.
- Spelke, E. S., Katz, G., Purcell, S. E., Ehrlich, S. M. és Breinlinger, K. 1994. Early knowledge of object motion; continuity and inertia. In: Hirschfeld, L. A. és Gelman, S.

- A. (Szerk.) *Mapping the Mind; Domain Specificity in Cognition and Culture*. Cambridge University Press, Cambridge. 119-148.
- Spelke, E. S. és Van de Walle, G. A. 1993. Perceiving and reasoning about objects: Insights from infants. In: Eilan, N., McCarthy, R. és Brewer, B. (Szerk.) *Spatial Representation*. Blackwell; Oxford. 132-161.
- Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, P. J. és Anderson, D. 1988. Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In: Patel, V. (Szerk.) *Proceedings of the 10th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Erlbaum, Hillsdale.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J. és Coulson, R. L. 1992. Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. In: Duffy, T. M. és Jonassen, D. H. (Szerk.) *Constructivism and the Technology of Instruction*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, Hove and London. 58-75.
- Stahl, R. J. 1994. Achieving Targeted Student Outcomes: An Information-Constructivist (IC) Model to Guide Curriculum and Instructional Decisions. *Journal of Structural Learning*, 12(2) 87-111.
- Stavy, R. 1991. Children's Ideas about Matter. *School Science and Mathematics*, 91(6) 240-244.
- Stavy, R., Eisen, Y. és Yaakobi, D. 1987. How students aged 13-15 understand photosynthesis? *International Journal of Science Education*, 9(1) 105-115.
- Stavy, R. és Stackel, D. 1985. Children's ideas about „solid” and „liquid”. *European Journal of Science Education*, 7(4) 407-421.
- Stein, N. és Miller, C. A. 1991. I win – you loose: The development of argumentative thinking. In: Voss, J. F., Perkins, D. N. és Segal, J. W. (Szerk.) *Informal Reasoning and Education*. Erlbaum, Hillsdale.
- Summers, M. K. 1982. Philosophy of Science in the Science Teacher Education Curriculum. *European Journal of Science Education*, 4(1) 19-27.
- Sutton, C. R. 1980. The Learner's Prior Knowledge: A Critical Review of Techniques for Probing its Organization. *European Journal of Science Education*, 2(2) 107-120.
- Sutton, C. R. 1996. Beliefs about science and language. *International Journal of Science Education*, 18(1) 1-18.
- Swan, G. és Hughes, B. 1997. *Constructivism: Definition and Implications for Implementation*. Maricopa Community College District.
<http://mcmuse.nc.maricopa.edu/constructivism.html>
- Terhart, E. 1988. Philosophy of science and school science teaching. *International Journal of Science Education*, 10(1) 11-16.
- Triche, S. és St. Julien, J. 1996. *Reconceptualizing Educational Psychology: A Pragmatic Approach to Developments in Cognitive Science*. Louisiana State University.
<http://www.uiuc.edu/AppleSearch.acgiSRETRIEVE,21,152,34792,0,237,0>
- Trumper, R. 1990. Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept – part one. *International Journal of Science Education*, 12(4) 343-354.
- Varela, F. J., Thompson, E. és Rosch, E. 1991. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. MIT Press, Cambridge.
- Vári P., Andor Cs., Bánfi I., Bérces J., Krolopp J. és Rózsa Cs. 1998. Jelentés a Monitor '97 felmérésről. *Új Pedagógiai Szemle*, XLVIII(1) 82-101.
- Veenman, M. V. J., Elshout, J. J. és Meijer, J. 1997. The Generality vs. Domain-Specificity of Metacognitive Skills in Novice Learning Across Domains. *Learning and Instruction*, 7(2) 187-209.
- Vekerdi L. 1994. *Tudás és tudomány*. Typotex Kft. Budapest

- Vermunt, J. R. 1998. Regulation of constructive learning. *British Journal of Educational Psychology*, 68(2) 149-171.
- Viennot, L. 1979. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1. 205-222.
- Vigotszkij, L. Sz. 2000. *Gondolkodás és beszéd*. Trezor Kiadó, Budapest.
- Vosniadou, S. 1994. Capturing and Modelling the Process of Conceptual Change. *Learning and Instruction*, 4: 45-69
- Vosniadou, S. 1996. Towards a Revised Cognitive Psychology for New Advances in Learning and Instruction. *Learning and Instruction*, 6(2) 95-109.
- Voss, J. F. 1994. Reasoning. In: Husén, T. (Szerk.) *International Encyclopedia of Education*. 4948-4951.
- Wandersee, J. H. 1983. Students' misconceptions about photosynthesis: A cross-age study. In: Helm, H. Novak, J. (Szerk.) *Proceedings of the International Seminar on Misconception in Science and Mathematics*. Department of Education, Cornell University; Ithaca, N. Y. 441-465.
- Watts, D. M. és Zylbersztajn A. 1981. A survey of some children's ideas about force. *Physics Education*, 15. 360-365.
- Weinstein, C. E. és Van Master Stone, G. 1994. Learning Strategies and Learning to Learn. In: Husén, T. (Szerk.) *International Encyclopedia of Education*. 3325-3329.
- Wellmann, H. M. és Gelman, S. A. 1992. Cognitive development: Foundational theories of core domains. *Annual Review of Psychology*, 43, 337-375.
- Wilson, B. (Szerk.) 1995. *Constructivist Learning Environments*. Educational Technologies Publications, Englewood Cliffs.
- Wilson, B., és Cole, P. 1997. Cognitive models of teaching. In D. H. Jonassen (Szerk.), *Handbook of research in instructional technology*. New York: MacMillan.