

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TANTÁRGYAK INTEGRÁLT OKTATÁSÁNAK NÉHÁNY KÉRDÉSE*

Integrálódás a tudományokban

A tudományok fejlődése, a napjainkig felhalmozott tudás mennyiségének növekedése a XX. század utolsó negyedéből visszatekintve nem lineáris, inkább exponenciális függvény görbét látszik követni. A gyorsuló fejlődésnek egy exponenciális görbén történő érzékelése mégsem ilyen egyértelmű. Egyes értelmezések szerint a fejlődés jelenleg egy logisztikus görbe „felszálló ága”, amely az exponenciális trend illúzióját kelti. Nagy József azon a véleményen van, hogy az általános fejlődés során most bizonyos komponensek vannak éppen a felgyorsulás szakaszában, a felhalmozódás–minőségi változás–felgyorsulás–kimerülés folyamatában.

A fejlődési görbe értelmezése ugyan nem lehet kardinális kérdés, mégis sok segítséget nyújthat azoknak, akik a tudományos eredmények megismerésének és továbbfejlesztésének a módszereit kutatják. A görbe vizsgálatokor tekintetbe kell vennünk, mik az egységek a függőleges és a vízszintes tengelyen, egyáltalán milyen területekre vonatkoztatható? Egyes tudományágakra, részeredményekre, az alapvető törvényszerűségekre vagy a tudományok összességére utal? Esetleg: technikai kérdésekre, vagy csupán az információ-áramlásra mutat? Az is érdekes lehet, milyen időintervallumra vonatkozik?

Úgy gondoljuk, a különböző szempontok alapján többféle görbe is kialakítható. Mivel egyes területek fejlődésének gyorsuló jellege az egész általános emberi fejlődésre hatással van, napjainkban a gyorsulás mindenképp az általános fejlődés jellemzője. A növekedés valószínűleg valamilyen exponenciális jellegű görbének felel meg. Igazán mégis a növekedés, a gyorsulás ténye a lényeges.

A gyorsulás, a fejlődés nyomon követése a globális gondolkodás formájának kialakítása útján korszerű. A modern gondolkodás mind a tudományos kutatásban, mind a mindennapi életben az egyetemes, dialektikus kölcsönhatás posztulátumát igazolja. A jelenségeket az összefüggések figyelmen kívül hagyásával nem lehet megközelíteni. Ám a tudományok fejlődése évszázadokon át erősítette, hogy valamit megértsünk, előbb darabkákra kell aprítani. A cserepekre tört egyetemes tükrökép az emberi megismerés „görbe-tükre”. A nagymértékű specializáció további veszélyeket rejt magában, az egyes tudományágak bővülő és egyre mélyebben feltárt fejezetei további egynemű, differenciálatlanságot válthatnak ki. A specializáció meggátolhatja a különböző tudományok művelőinek azt

*Az integrált oktatás, különösen a természettudományos tantárgyak integrált oktatása korunk szerzeágazó, vitatott problémája, amelynek megoldására különféle kísérletek folynak külföldön is, hazánkban is. E cikk közlésével, amely az egyik megoldási lehetőséget vázolja, a nézetek tisztázódását kívánjuk elősegíteni. *A szerkesztőség.*

a törekvését, hogy a szűkebb szakterületükön folyó kutatásuknak és az egésznek valódi kapcsolatát világosan lássák. En Kai pan, „egy és minden” – ahogyan a régi görögök mondták, ma is eligazító alapigazság. A nagymértékű fejlődés, a klasszikusnak nevezhető tudományok határterületén kialakult új tudományágak ma sokkal inkább indokolják és teszik lehetővé a tudományok integrálódását, mint az analitikus, a metafizikus, a mechanikus gondolkodásfejlődés, a dialektikát nélkülöző eszmék jelentkezésének idején.

Engels már a múlt században felfigyelt az akkor még csak tendenciájában jelentkező integrálódási folyamatra. Legmagasabb szintjét a tudományok és a filozófia szintézisében látta, a természet- és a társadalomtudományok tudatosan dialektikus megközelítésében. A tudományok fokozódó integrációjával az engelsi követelmény teljesül. A tudományok így tudják tisztázni helyüket „a dolgoknak és a dolgok ismeretének az egyetemes összefüggésében”.

Századunkban sok területen megvalósul a pascali „tout se tient”, a természettudományok (a csillagászat, a fizika, a kémia, a biológia, a földtudomány) integrálódnak. A természettudományok integrálódási folyamata lényegileg a következőkben nyilvánul meg:

- a) a közös bázis feltárása (az atom kvantummechanikai szerkezete);
- b) a közös kutatási területek feltárása és ezek kihasználása (pl. a biológiailag aktív molekulák kémiai szerkezetének, kollektív elektronállapotainak biológiai hatásai);
- c) közös kutatási módszerek, gondolkodási formák kialakítása (pl. a matematikai gondolkodás);
- d) a határterületek új tudományágainak fejlesztése (pl. a kibernetika, az asztrofizika, a magkémia, a geofizika);
- e) az oktatás területe (a lexikális ismeretek mennyiségének csökkentése az alapvető törvények és összefüggések feltárásával; az egységes természettudományos világkép kialakítása).

A természettudományos kutatások közös alapját az újabb atomfizikai, kvantummechanikai, magfizikai és elemirész-fizikai eredmények szolgáltatják. Nem véletlen, hogy a természettudományok integrált oktatásának kezdeményezője az elméleti fizikus, Marx György professzor.

Marx György az atomok felépítésére vonatkozó kutatások és az atomok, molekulák sokaságából felépülő komplex struktúrákra irányuló vizsgálatok viszonyát szemléletesen fejti ki. A fundamentális, az alapokat érintő – molekulák, atomok, atommagok, elemi részecskék, kvarkok stb. – és az alkalmazott kutatásokat – az elektronika, asztrofizika, szilárdtestfizika, magtechnika, kémia, biológia, pszichológia – a természet megismerése szempontjából függőleges és vízszintes irányú kutatásoknak tekinti. Az egyre komplexebb struktúrák egyre sokrétűbb funkciók elvégzésére képesek. A molekuláris biológia eredményei szerint, néhány milliárd atomot egybefűzve, már életjelenségeket mutató molekuláris képződmények jöhetnek létre. Még távolabbi cél lehet a pszichológia és a társadalomtudomány megközelítése az egzakt természettudományok oldaláról. Marx György a fokozatosan integrálódó természettudományról megjegyzi, hogy az ma egyre inkább elszigetelt diszciplínák halmaza helyett „összefonódott egységnek” tekinthető, ahol látszólag egymástól független, távoli területek, – mint a biológia és a magfizika, vagy a matematika és a pszichológia – befolyásolják egymást. A tudomány, a technika és a társadalom fokozódó összefonódása teszi lehetővé, hogy a „függőleges” és a „vízszintes” irányú kutatás összehangoltan, egymást segítve folytatódjék.¹

¹ Vö.: Marx György: Jövőnk az univerzum. Magvető, Bp. 1969.

A tudományok fejlődése, és az egyre fokozódó integráció kölcsönhatásban van társadalmi viszonyainkkal, mind a fejlődést meghatározó feltételekre, mind a már realizálódott, vagy a jövőben várható hatásokra tekintettel.

Az ipari forradalom idején élő természettudós és természetfilozófus polihisztorok átfogó tudásuk és tudományos tevékenységük során a közös alapot és a szintézist gyakorlatilag egy-egy tudományos területen valósították meg. A XVIII. és a XIX. században, a gyáripár kifejlesztésével, az új technikai találmányokkal és azok nagyüzemi bevezetésével a munkamegosztás olyan méreteket öltött, hogy hatása a gazdasági életen túl a társadalom más területein is jelentkezett. Ahogy *Marx* írta, a munkamegosztás alapot teremtett „a szakmaiságnak, a specialitásoknak és az ember felparcellázásának . . . kialakulásához”.² A fizikai munka specializálódása együtt járt a szellemi munka specializációjával. A tőkés termelés struktúrája egyre inkább megkövetelte a szakemberektől az egyre fokozódó specializálódást.

A XX. században, különösen az elmúlt harminc évben újabb világméretű forradalmi változások egész sora befolyásolta az egyes országokban a tudomány és a technika alakulását, a népesedési, a gazdasági és a társadalmi viszonyokat. A tudományos-technikai forradalom nem csupán a tudományos ismeretek növekedésének ütemét gyorsította tíz év alatt a kétszeresére. Az ipari termékek gyártási technológiájának megváltozását is, az egyes termékekre vonatkozóan a gyárak átprofilizálását is hasonló ütemben idézte elő. Ennek a fejlődésnek az eredményeként tovább fokozódott a munkamegosztás, a specializáció és növekedtek az ezzel kapcsolatos gondok.

Ezek társadalmi hátterét vizsgálva *kétféle tendencia* figyelhető meg. A polgári társadalomban a tudományok további fejlődése – a társadalmi feltételekből adódóan – alapjában véve a differenciációval együtt járó specializálódás útján követhető. A személyes – lényegileg „magántulajdonosi” – tudás az egyes foglalkozásokon belüli specializációig szűkül. A szocialista társadalom jelentősége a többi közt a „túlspecializált” munkamegosztás, végső soron az egyes elkülönült foglalkozásoknak, a specializációknak a részbeni, fokozatos megszüntetésében is kifejezhető.

Szocialista társadalmunkban olyan jól képzett, művelt szakemberek nevelése vált szükségessé, akik képességeiket és megszerzett ismereteiket a legkülönbözőbb területeken tudják alkalmazni. Szükség szerint, rövid idő alatt – a társadalom igényeinek megfelelően – képesek magukat más szakterületekre átképezni.

A korszerű szakképzés lényegét *Fukász György* így határozza meg: „A hagyományos elemek jelentős része elavul, – a munkafogások finomsága, a felkészültség manuális begyakorlottsága – helyébe . . . a termelés tudományos alapjainak (természettudományos, közgazdasági, társadalomtudományi), mozzanatainak, elemeinek az elsajátítása lép. Különösen fontos az úgynevezett „konverztibilis” tudás előtérbe lépése: a több szakmára átváltható ismeretek, amelyek a fejlődés dinamikáját szolgálják.”³

² *Marx*: A tőke. M. E. M. Bp. 1970. 23. kötet, 332.

³ *Fukász György*: Tudományos-technikai forradalom – oktatás, művelődés. Pedagógiai Szemle, 1975. 203.

A jövő emberétől azonban feltehetőleg még ennél is többet kíván a társadalom. Az alkotó, a sokféle képességgel és tulajdonsággal rendelkező „integrált személyiség” lesz képes igazán arra, hogy megtalálja a közösség szempontjából is megfelelő helyét a társadalomban.⁴

Az integrált személyiséggel, az integrált tudás kialakításával szemben támasztott követelmények közül szükséges kiemelni a többit is befolyásoló jellemzőként a természet és a társadalom alapvető mozgástörvényeinek a tudományos, dialektikus materialista világnézetre épülő ismeretét. A sokféle elágazó elvárások integráló, közös, kiemelkedő eszméje a világnézet. A világnézeti szilárdság, az e téren jelentkező biztonságos tudás és tájékozódás foghatja össze az összes többi, – külön-külön és együttvéve jellemző – emberi tulajdonságot. Ezek kialakítása jórészt az iskola feladata. A jelenlegi oktatási és nevelési rendszer körülményei között azonban sokféle ellentmondás és probléma vetődik fel.

A tudományos ismeretanyag fejlődése óriási lendületet vett. Ez a tantervi anyag mind nagyobb mértékű kibővítéséhez vezet és túlsúlyfoltosságát eredményezi. A növekvő specializáció az egyes szakmákon belül ugyanakkor fokozza az általános szakképzés folyamán biztosítandó integráció igényét.

Az egyre mélyebbé váló szakmai ismeretek oktatása – térben és időben – összeütközésbe kerül az általános műveltség magasabb szintű fejlesztésére irányuló törekvésekkel is. A szakmákon belüli specializáció az oktatásban mind szűkebben specializált képzést involvál. A szűkre specializált képzés esetén hamarabb jelentkezik az elévülés veszélye. Így csökken az oktatás hatásfoka.

Az iskolákban az oktatás nyitottsága, demokratizmusa révén növekszik a tanulói létszám. E helyzethez képest nem rendelkezünk megfelelő arányban magas színvonalon oktató pedagógusokkal. Ez is az oktatás színvonalának csökkenéséhez vezethet. Ugyanakkor az egyre növekvő tanulói létszám mellett még a legjobb pedagógusok esetében is csökkenhet az oktatás és a nevelés hatékonysága, mivel kevésbé érvényesül a tanár személyes nevelőhatása.

Az információszerzés lehetősége modern korunkban, a tömegkommunikáció magas fejlettségi fokán egyre inkább bővül. Ma a tanuló az iskolai oktatáson kívül számos „külső” forrásból kap akár elsődleges tájékoztatást. Érthető – bár nem elfogadható –, hogy a televízió, a rádió, a mozi, a sajtó és egyéb más információszerzési lehetőség mellett az iskolai oktatás – a jelenlegi formájában – nem tűnik a gyerekek számára elég érdekesnek, izgalmasnak. Enyhítené a helyzetet a korszerűsítés, mind az iskolai munka tartalmára, mind eszközeire vonatkozóan. Az iskolák korszerű felszerelése azonban egyre

⁴ A művelt, „integrált” ember jellemzésére a legfontosabb ismérveket Erdey-Grúz Tibor fogalmazásában szinte formális logikai rendben összegyűjtve találjuk. Szerinte a művelt ember: tekintse a világot mozgástörvények által irányítva, a történeti fejlődés során kialakultnak; értse a természet és a társadalom bonyolultságát és a bennük rejlő feszültségeket; ismerje fel a haladás tendenciáit; legyen tudományos dialektikus materialista világnézetű; érzékelje helyét a természeti és a társadalmi környezetben; ismerje a természet és a társadalom alapvető mozgástörvényeit; tudja helyesen használni anyanyelvét minden körülmények között és ismerjen legalább egy idegen nyelvet; rendelkezzen bizonyos matematikai gondolkodási és problémamegoldási készséggel; legyen képes egyénisége kibontakoztatására és önmaga alakítására; legyen érzéke az esztétikai értékek iránt; működjön közre a természet és a társadalom alakításában; törekedjen emberi kapcsolatait a szocialista erkölcs normáinak megfelelően kialakítani. – *Erdei-Grúz Tibor: A pedagógus szerepe a tudományos technikai forradalom korszakában. Pedagógiai Szemle. 1974. 483–492.*

komolyabb anyagi megterhelést jelent. Ezt nem sikerülhet mindig megfelelően kielégíteni. Ezért az iskolák korszerűsödése nincs összhangban a gazdasági és a társadalmi élet más területein tapasztalható fejlődés ütemével. Egyre sürgetőbb követelés modern audio-vizuális oktatási eszközök, vizsgáztató gépek bevezetése, valamint a film, a televízió, és a rádió iskolai célú széles körű felhasználása az oktatásban. Paradox helyzet: ezek fokozottabb alkalmazásának egyik legfőbb akadálya maga a hagyományos oktatáshoz elég mereven tapadó iskola.

Az iskolai munka korszerűsítése

Ennek a reformnak egyik lépése a *tantervfejlesztés*. A tantervfejlesztési munkálatok lényegét *Ballér Endre* az alábbiakban foglalja össze: „A hetvenes évek új dokumentumaiban szembetűnő a tantárgyi célok, feladatok és követelmények súlyának megnövekedése, a művelődési anyag feldolgozásának folyamatát előtérbe állító, a személyiségfejlesztést, a képességek kibontakoztatását szolgáló tananyag kiválasztás és struktúra, a differenciálás (pl. a törzs-, kiegészítő anyag, optimum-minimum, fakultatívitás), az integráció elvének különböző utakon történő megvalósítása (tantárgyi integráció, komplex tárgyak, a koncentráció erősítése), az eszközrendszer tervezése.”⁵

Az integráció kérdése az új tantervekben úgy jelentkezik, hogy az egységes, viszonylag stabil művelődési törzsanyag alapján a tartalom differenciálására is sor kerül. Az új tanterv, a komplex tárgyak, a tömbösítés és a koncentráció erősítésével, továbbá a tananyag lineáris-spirális elrendezésével bizonyos szakaszokban a szintetizálást és a magasabb szintű ismétlést is jobban lehetővé teszi. A tantervi integráció elősegíti a tanulók egységes világnépeinek kialakítását.

A megváltozott tantervi koncepciónak kell majd eleget tennie a tantervek természettudományos tárgyakat érintő integrációs követelményének, amely a lényegileg elég mechanisztikus-lexikális anyagaival eddig nem biztosította sem az anyagi világ egységének, sem a természet dialektikájának, sem az evolúciós szempontoknak kellő kifejezésre juttatását. A középiskola természettudományos oktatásának „új” célját legáltalánosabban az egységes természettudományos világnép elsajátításában fogalmazhatjuk meg. Az integrációs tudományos fejlesztési szempontokat követve ezt a célt szolgálja az új tanterv „melllett” a MTA–OM köznevelési bizottsága által támogatott elgondolás is, amely a *fizikának, a kémiának, a biológiának és a földtudományok egy részének részben integrált, részben koordinált tantervét* kívánja megvalósítani a középiskolában.

A Marx György professzor irányításával – az OM engedélye alapján – folyó iskolai kísérlet ennek alapján az alábbiakban összegezhető: A kísérleti tantervben az egyes tárgyak sorrendje és anyaga is részben más, mint a „hagyományos” tantervekben. A kísérletben a különböző természettudományi tantárgyak anyaga olyan elrendezésben helyezkedik el, ami megfelel az egymásra épülés, az egymást segítés elvének, a természettudományi tárgyak összehangolt, integrált oktatása követelményének.

⁵ *Ballér Endre*: Tantervfejlesztési kutatási program. OPI Általános Pedagógiai Főosztály Tantervelméleti Osztálya, Bp. 1977. (sokszorosított anyag)

A kísérleti tanterv óraterve, összehasonlítva a hagyományos óratervvvel így vázolható:

	Integrált					Hagyományos				
	I.	II.	III.	IV.	Össz.	I.	II.	III.	IV.	Össz.
Anyagfejlődés	—	—	—	0/4	2	—	—	—	—	—
Biológia	—	—	4	3/1	6	2	2	2/0	2	7
Kémia	—	3	2	—	5	2	2	2	—	6
Fizika	—	3	3	3/1	8	—	2	4	4	10
Földrajz	3	3	—	—	6	2	2	2	—	6
Anyagszerkezet	4	—	—	—	4	—	—	—	—	—
Összesen	7	9	9	6	31	6	8	9	6	29

Az integrált óraterv egyes tantárgyaihoz szeretnénk néhány megjegyzést fűzni. Az anyagszerkezet tantárgy alapozza meg a természettudományi tárgyakat. Az anyagszerkezet komplex, integrált tárgy, ami fizikai és kémiai ismereteket tartalmaz. Módszertani szempontból lényeges vonása ennek a tárgynak a modellalkotás, amit a tanulóknak a készség szintjére kell emelni. Az első félévben az anyagot felépítő részecskéket parányi rugalmas golyókkal modellezik a tanulók (golyómodell). Majd miután kiaknálták a golyómodellben rejlő lehetőségeket, bizonyos jelenségek (pl. interferencia, diffrakció) értelmezésére a hullámmoddelt alkalmazzák. Ennek alapján formálódik bennük az eddigiek-nél tökéletesebb kép az anyag szerkezetéről. Ezt a megismerési módszert nemcsak az I. osztályos anyagszerkezet, hanem a többi tantárgy is alkalmazza. A földrajzban másfél éven át sajátítják el a tanulók a hagyományos tananyagot, s a második év második félévében geonómiát tanulnak. Utóbbi a lemeztektonika elemeivel ismerteti meg a tanulókat.

A kémia második osztályos anyaga szerves-kémia. E tárgy fontos feladata a korszerű kémiai ismeretek nyújtásán kívül a biológia megalapozása. A biológia harmadik osztályos ismeretanyaga az egyed alatti szerveződési szintekre vonatkozik. A negyedik osztály első félévében kerül sor az individuális szint (etológia és genetika), majd a szupraindividuális szint (ökológia) bemutatására. Az integrált biológia anyaga nagymértékben eltér a hagyományos biológia anyagától. Az eltérés talán még nagyobb, mint a többi tantárgy esetében.

A fizika másodikban kezd mechanikával, s majdnem a hagyományos módon építkezik tovább. Az anyagfejlődés ismét integrált tárgy és mint a neve mutatja, az anyag fejlődésének útját követi nyomon a hipotetikus „ősröbbanástól” napjainkig.

Az integrált oktatás fogalma és megvalósításának lehetőségei

Az integrált oktatás mottójául is szolgálhatna akár az MSZMP KB 1972. júniusi határozatának következő néhány sora: „Keresni kell a jelenlegi tantárgyi szétaprózottság felszámolásának útjait, a több tudományág keretébe tartozó és jelenleg külön tantárgyak-ban oktatott ismeretanyag közös tantárgy keretében történő integrált oktatásának lehetőségeit.”⁶

⁶ Az állami oktatás helyzete és fejlesztésének feladatai. Bp. 1973. 150.

Az úgynevezett integrált oktatás lényege, hogy *nagyfokú, erőteljes koncentrációt teremtsünk a tantárgyak között*. Pontosabban ezen az egymással szoros kapcsolatban levő tantárgyaknak olyan egységes rendszerben történő tanítása értendő, amelyben „nagy súly helyeződik a köztük levő szimultán és szukcesszív logikai viszonyokra és úgynevezett határos, komplex problémákra”.⁷

Az integráció megvalósításának több lehetősége adódik az oktatásban. A tantárgyi integráció különböző fokozatai az egyre magasabb szintű integrálás felé haladva: a tantárgyak közötti integráció; a tantárgyblokkok létrehozása; a komplex tantárgyak, az integrált tantárgyak. Metodikai integrációról akkor beszélünk, amikor az egyes tárgyak oktatásában alkalmazott módszerek útján törekszünk az egységesülésre, a globalításra. Integráció a pedagógusok lehetőségei szerint is létrejön, amikor és amennyiben a szakmai, módszertani és pedagógiai, sőt még a politikai egység követelménye valósul meg viszonylagos teljességgel. A tantervi integráció és koncentráció természetesen – a többire is tekintettel – a legideálisabb megoldás.

A *koordinált tanítás és tanulás* az azonos fogalomkörrel rendelkező, különálló tantárgyak összehangolt program szerint összeállított és egybehangolt tematikájú oktatását és elsajátítását jelenti, azonos terminológiával és hasonló módszerekkel. Ez a folyamat figyelembe veszi az egyes tantárgyakban közvetítendő tudományterület sajátosságait is, s így meghagyja azok bizonyos mérvű – szükséges – önállóságát.

A *tantárgyblokk* összefog egy-egy nagyobb tudományterületet, alkalmasint pl. a történettudományt, vagy a természettudományt. A blokkban vagy a tantárgytömbben még megőrzi a tantárgyak az önállóságukat. Az összehangolásra itt az előzőnél mégis nagyobb lehetőség kínálkozik, mert mód van az egyes tantárgyak óraszámának és óra-elosztásának rugalmasabb kezelésére egy blokkon belül, egy magasabb logikai rendszer kiépítése érdekében. Ily módon biztosabban taníthatók a blokk tantárgyainak közös elemei, jóval kevesebb ismétlődéssel.

A *komplex tantárgy* tulajdonképpen már az integrált tárgyak egyik típusának tekinthető. Egy „klasszikus” tantárgy adja a vezérfonalat hozzá, ámde más tantárgyakba tartozó vonatkozásokat is felölel. Például a komplex történelem gazdasági, művészeti, ideológiai, tudománytörténeti vonatkozásokat vonz, vagy a fizika kémiai, asztronómiai, geológiai vonatkozásokkal társul.

A koncentráció legmagasabb fokát képezik az úgynevezett *integráló tantárgyak*. Egymásba fonódva tanítjuk a körülöttünk levő világ természeti vagy társadalmi jelenségeit.

Az integráló tárgyak tartalmára a nevelési cél szempontjából *több példát említhetünk a kialakult hazai koncepciók közül és gyakorlatból*. Így az esztétikai-irodalmi nevelésről szólunk, amelyhez a közös alapot a gimnáziumban három integrált jellegű tárgy szolgáltathatja. Ezek művészeti ismereteket, művészettörténetet és a gimnáziumi tanulmányok végén tanítandó elméleti szintézist tartalmaznak. Egy másik elképzelés szerint az esztétikai nevelést mozgásnevelés, hallásnevelés, látásnevelés, anyanyelvi és irodalmi nevelés területeire vonatkozó egységet alkotva lehetséges hatékonyan, jól megvalósítani.

Integráló tárgynak tekinthető a Világnézetünk alapjai c. tantárgy is. Ennek van még a legtávolabbra visszamenő előtörténete. A természettudományos nevelés szempontjából az Anyagszerkezet és az Anyagfejlődés c. tantárgyak integrált tárgyak. Ezek még az újdonság, az aránylag kevés felgyűlt tapasztalat alapján vizsgálhatók. Pozitív szerepük azonban máris elvitathatatlanul látszik.

⁷ Ágoston György: Gondolatok a korszerű oktatásról. Pedagógiai Szemle 1973. 309.

Az integrált oktatás a természettudományok tanításában különösen nagy jelentőségű. 1968-ban Várnában az UNESCO szervezésében nemzetközi kongresszus foglalkozott a természettudományok integrált oktatásával. A kongresszuson elfogadott alapelv: *a természettudomány fogalmait egységes megközelítésben kell feltárni*. A konferencia hangsúlyosan megállapította: az integrált természettudományos oktatás ma hozzátartozik az „általános neveléshez”. Az integráció a természettudományok alapvető egységét, egységességét hangsúlyozza és a mai társadalomban elfoglalt szerepének jobb megértéséhez vezet. Bevezet a logikus gondolkodásba és a tudományos módszerek megismerését eredményezi.

Az eddig nyert tapasztalatok alapján máris bizonyosnak látszik, hogy a középiskolai oktatás elején szükséges egy többé-kevésbé teljes mértékben integrált tantárgy. A középiskola felsőbb évfolyamaiban pedig feltétlenül indokolt egy ilyen típusú tárgy azok számára is, akik majd végül nem a természettudományokra kívánnak specializálódni.

Egy integrált tantárgy kialakulásánál több körülményre kell tekintettel lenni. Történetesen arra, hogy a fő tartalom egységes kiválasztásához az anyagban a főléssleges részletezés, a szétparcellázás megszüntetése útján jutunk el. Mivel itt több tantárgy területéről tevődnek össze az ismeretek, ezért esetenként – legalább átmenetileg – több tanár együttműködésére lehet szükség. Természetes módon számolhatunk az általános iskolai természettudományos oktatás előkészítő, „behangoló” szerepével a természettudományos érdeklődés és a természettudományos attitűdök kialakítása és fejlesztése szempontjából.

Ugyanez mondható el szinte minden egyes tantárgy szerepére is. A matematika más tárgyak absztrakt modelljeinek tanulmányozásához hasznos eszközként alkalmazandó. Ehhez fontos feltétel, hogy pl. a fizikatanárok legyenek járatosabbak a matematikában. Kedvezőbb helyzetet eredményezhet a jelenleginél fokozottabb koordináció a matematika és a fizika között. A középiskolai fizikatanárok egyformán jól ismerjék a fizika minden igazán fontos területét, a mechanikát éppúgy, mint mondjuk az asztronómiát. A tanárképzésben is szükségesnek látszik emiatt is megfelelő szintű „bevezetés” a természettudományokba. Ez indokolt mind tudományos, mind pedagógiai nézőpontból.

A természettudományok fogalmainak egységes megközelítése *különböző módszerekkel* valósítható meg. Fogalmi skémákkal történő megközelítéssel olyan fogalmakkal operálnak, amelyek kapcsolatot létesítenek a különböző tudományágak között. Például az energiamegmaradás, az atomi felépítés, a dinamikus egyensúly fogalmainak kialakítása esetén. Ez érvényesül az Anyagszerkezet tantárgyban, amelyben a modellalkotás módszerével az anyag szerkezete az alapvető összekötő kapocs. Kérdezéssel, probléma-követő megközelítéssel tulajdonképpen a problémamegoldás az egységesítés rendező elve. Az alkalmazásos megközelítés és ennek egy fajtája – mint ismeretes – az úgynevezett környezeti megközelítés. Mindkettő során a gyakorlati alkalmazás, a társadalom számára való fontosság az egyes témák kiválasztásának az alapja. Ez jellemez néhány amerikai kísérleti programot is. A folyamatokon át történő megközelítéssel a tanulók „csinálják” a tudományt, saját tapasztalataik, megfigyeléseik alapján. Szintetizáló megközelítés használható fel pl. a középiskolai oktatás végén. Segítségével a tanulók átfogó képet alkothatnak a világról az előző tanulmányaik folyamán külön tantárgyakban tanult ismereteikre építve. Rendező elv lehet pl. az anyag általános fejlődése.

Az integrált tantárgyak *tartalmi aspektusban* is változatok, megoldástípusok mintái.

Közülük is megemlítünk néhányat. Egy tudomány – pl. a kémia – képezi a tantárgy alapját. Ez esetben a lehetőség szerinti teljességgel egységesen szerepel a szervetlen, a szerves, és a fizikai kémia, egy általános kémiai bevezetés anyagaként. Más tartalmi megközelítésben egymást követő fejezetekben kémiai és fizikai témák váltogathatják egymást, kötelező, szigorú logikai kapcsolat nélkül. A tantárgy egyes fejezeteiben nem különül el az ún. kémiai és a fizikai rész. Ez is egy lehetséges verzió. Az előzőhöz hasonló jellegű megoldás két vagy több tudomány körébe tartozó témát ölel fel, többé-kevésbé integráltan. A különböző fejezeteket azonos hangsúllyal ismerteti. Például a Föld vizsgálatával foglalkozó tárgy fizikát, geológiát, asztronómiát, meteorológiát tartalmazó fejezetekből állhat. Két vagy több tárgy közötti érintkezési pontok alapján néhány alapelv szerint is feldolgozható a választott téma, az érintett – korábban különálló – tantárgyakból néhány fejezet elhagyása árán. Jó megoldás két vagy több tárgy összevonása egy tantárgyra való erős koncentrációval. Gyakorlati problémák megoldását, technikai fogások elsajátítását is a középpontba helyezheti egy tartalmi aspektusú feldolgozásforma. A tartalmat a fentiek szerint szelektáló, de az anyagot a nemtermészettudományi anyaggal is integráló tárgy is kiformálható. A figyelem a filozófiai vonatkozások, a tudományos elvek felé irányul és a tudomány és a technika társadalmilag levonható következtetései felé fordul. A gyakorlatban természetesen e tartalmi változatok mellett számos más lehetőség is ismeretes és elképzelhető.

A természettudományok integrációja az iskolai tantárgyak aspektusából

A középiskolai természettudományos oktatásban az integrálás elvi alapjául *a természettudományok kölcsönös kapcsolata* szolgál. Ez nem valamilyen mesterségesen létrehozott viszony, hanem a természettudomány struktúrájából adódik. A természettudomány struktúrája lényegében kettős felépítésű.

A *horizontális keresztmetszet* az anyag fejlődési folyamatán keresztül a természettudományos ágazatok sorát az összetettebbé válás sorrendjének megfelelően adja meg. Ez alapján feltárul az anyag fejlődési folyamata. A jelenleg ismert fizikai képződmények közül a legegyszerűbbek az erőterek. Az elektromágneses erőter elektromos részecskéket hozhat létre. Ezek az ún. „elemi” részecskék, pl. elektronok, kvantummechanikai jellegű mozgást végeznek. Egyes „elemi” részecskékből (nukleonok) atommagok képződnek. E magokból és az elektronokból kémiai elemek atomjai, az atomokból molekulák keletkeznek. A molekulákból légnemű, cseppfolyós, szilárd amorf és kristályos halmazok jönnek létre, amelyek bolygónknak vagy az élettelen természet különböző szféráinak alkotják az alapját. A szénvegyületek molekuláiból alakulnak ki a fehérjék, az élő természet anyagi egységei. A fehérjék összetettebbé válása a sejtek keletkezéséhez, az élő természet további fejlődése pedig a magasabb rendű növényekig, illetve az állatvilágon keresztül az emberig vezet. E folyamat alapján alakult ki az atomfizika, a kémia, a molekuláris fizika, a geológia és a biológia tárgyköre.

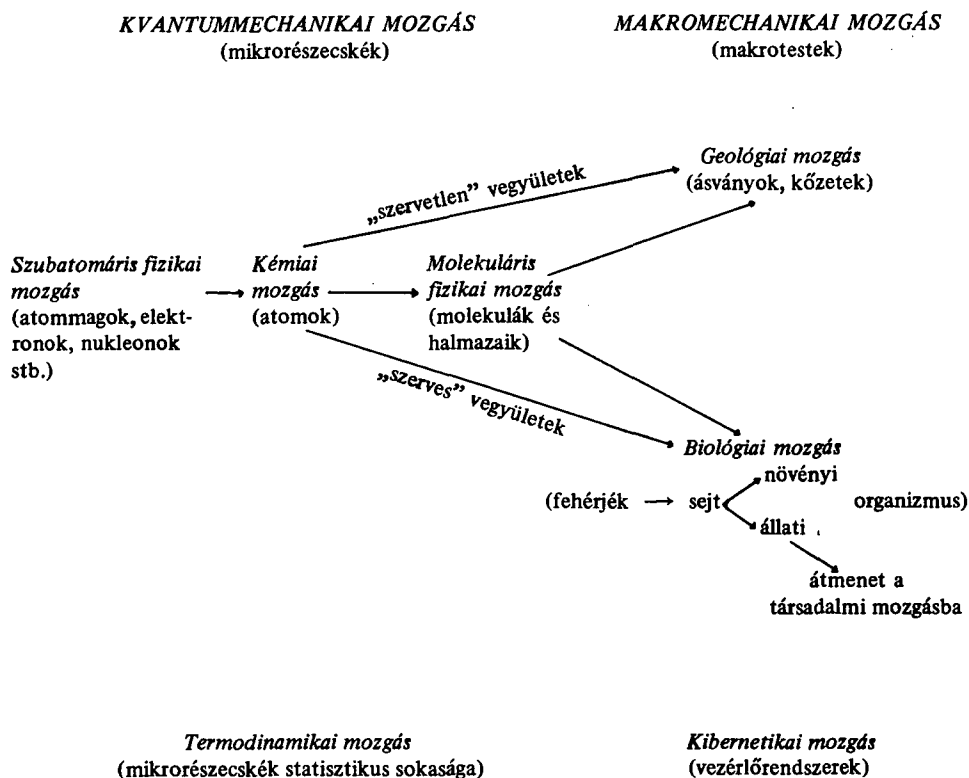
A természettudományok *vertikális keresztmetszetének* alapja a közös tudományos módszer. Ennek során a megfigyelés, a kísérlet, az anyag rendszerezése és leírása, az általánosítás és az elméleti szintű magyarázat vezet a természeti törvények feltáráshoz. Ezek segítségével a természettudományos elméletek megalkotásához jutunk és ezek közösen a tudományos világkép kiformálódásához juttatnak.

A kialakult anyagi testek – a fizikai részecskék, a kémiai anyagok, a mechanikai tömegek, az élőlények, stb. – kölcsönös összefüggésben vannak, különféle módon kölcsönösen hatnak egymásra. Kölcsönhatásukban az anyag különböző mozgásformáinak viszonya jut kifejezésre, ez pedig alapvetően fontos a tudományok közötti kapcsolat vizsgálatánál. A kapcsolat éppen ezen mozgásformák viszonyának következménye és tükröződése.

A mozgásforma fogalmát magunk is *Kedrov* definíciója alapján határozhatjuk meg: „az anyag mozgásformáján a mozgás azon típusa, vagy fajtája értendő, amely a természet meglehetősen széles területén érvényesül, s minőségileg egységes jelenségeket ölel fel, amelyek egyazon, valamennyiük

számára közös törvényeknek vannak alárendelve, közös anyagi hordozójuk van s a természettudomány meghatározott ágazata tanulmányozza őket”.⁸

Egy tetszőleges természettudományi ágnak és az ennek megfelelő iskolai tantárgynak tárgya lehet *egy mozgásforma, vagy az egyik mozgásformának a másikba való átmenete, valamely mozgásformának valamely oldala*. A makrotestek mechanikája esetén például a mennyiségi oldal. Táblázatunk az alapvető mozgásformák felsorolását adja, ezek anyagi hordozóinak megjelölésével, jelezve a köztük levő kapcsolatot is, amelyet az anyagfajták fejlődési sora hozza meg.



Látjuk tehát, hogy milyen nehéz különválasztani az egységes természet különböző területeit határozott vonalakkal és a klasszikus tantárgyaknak megfelelő tudományágakra bontva. Ugyanakkor megállapítható, az elmosódó határterületeken számottevően megnövekedett a jól definiált, tetemes ismeretanyaggal rendelkező tudományágak száma. Ezek növekedésével nem növelhető az iskolai tantárgyak száma, de amint az a mozgásformák kapcsolatából kitűnik, erre nincs is szükség.

⁸ D. M. Kedrov: A természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata. Bp. 1965. 209.

További kutatás témáját képezi annak vizsgálata, *hogyan alkalmazkodunk hazánkban a természettudomány itt jellemzett integrált struktúrájához és a modern természettudomány követelményeihez a közeli jövőre vonatkozóan, illetve a távlati tervek kialakítását illetően.*

Most ismét csak egy tantervi kísérletet emelünk ki. Az MTA illetékes albizottsága által „gondozott” tanterv jól illeszkedik a természettudomány horizontális felépítéséhez – a mozgásformák egymást követő rendjét figyelembe véve – az életkor szerinti függőleges felosztásban. A gimnázium I. osztályában tanítandó „az anyag korpuszkuális modellje és hullámmmodellje” témakört a II. osztályban követi a szerves kémia, a III. osztályban a sejtbológia stb. A tantervnek az egyes életkori szinteken párhuzamosan tanítandó természettudományos tárgyak közös módszertani, nevelési elvei a vertikum figyelembevételét is jelzik. Ezek illusztrálására felidézzük a gimnáziumi tanterv vázlatos csomópontjait a párhuzamos természettudományi tárgyak és a közös módszertani elvek feltüntetésével.

I. osztály: *Anyagszerkezet.* Az anyag korpuszkuális és hullámmmodellje. (Modellalkotás, alak, minta.)

II. osztály: *Fizika–Kémia.* Dinamika. Szerves kémia; vegyülettulajdonság, mint az elektronszerkezet folyománya; (Kauzalitás, predikció, tervezés.)

III. osztály: *Fizika–Kémia–Bológia.* Elektromos mező és töltött anyag kölcsönhatása. Fizikai kémia, elektrokémia, szervesen vegyületek. Sejtbológia, szervek, szervezet, idegrendszer. (Visszacsatolás, szabályozás, nagy szabadsági-fokú rendszerek.)

IV. osztály: *Fizika–Bológia.* Statisztikus fizika. Populációk. Elektrontól a galaxisig. Egysejtűtől az emberig. Kozmikus és biológiai evolúció (Hierarchikus organizáció, sokaság, időbeliség, evolúció.)⁹

Néhány következtetés

Mi az integrációban semmi esetre sem érzékelünk veszedelmet, sőt a zárt, gyűjteményes, körülhatárolt, kollekciós típusú oktatásszervezés és tervezés helyén a természettudományok esetében a nyílt kapcsolatban álló, integrált formát nagyon is jól el tudjuk képzelni. Ez esetben a tantárgyak tartalma közötti határ erőssége nem annyira intenzív. Azt nyomatékosítjuk magunk is, nem az a lényeges igazán, amit elkülönítünk, hanem a tartalmak valódi viszonya és természete. Az integráció azt eredményezheti, hogy a korábban elszigetelt, vagy önálló formában nem levő tantárgyak, ismeretanyagok valamilyen viszonyfogalom alá rendeződnek, amely elhomályosítja vagy egyenesen kiiktatja a tantárgyak közötti fölösleges határokat.

Ebben az esetben többen ismerhetik fel azt, hogy a tudás áthatolható, hogy rendszerezései sok vonatkozásban ideiglenesek, hogy a tudás dialektikája a zártság és a nyíltság ismétlődése és váltakozása.

A hangsúly nem a megszerzett, a birtokolt tudás szintjén van pusztán, mintha az már valamilyen befejezettséget jelenthetne, hanem azon is, hogy mi a tudáshoz, az új felfedezésekhez vezető út.

⁹ Az MTA állásfoglalása és ajánlásai a távlati műveltség tartalmára és az iskolai nevelőtevékenység fejlesztésére. Bp. 1976. 182.

Az integráció a különböző természettudományos ismerettartalmak meghatározott közös gondolatnak, egységes célnak történő alárendelése, az elkülönült tartalmak gyakran öncélú tekintélyének csökkentése árán.

A tanári munka gyakorlatában még hatalmas energiákat köt le a tartalmak elkülönült – tantárgyakban rögzített – formáinak ellenőrzése, minthogy ezek autonómiája erősen „tartja magát”. Az integráció egységesíthet egy olyan gyakorlatot, amely a tanári önállóság mellett a tanulók megnyilatkozásai számára is a mostaninál kedvezőbb súlypontot eredményez.

A tanárok közötti kapcsolatok „gravitációs központja” is eltolódik. A mai, lényegében atomizálódott, sok tekintetben elszigetelt kapcsolatok helyébe lép a kollízió, az együttműködés.

Az integráció talán legnagyobb vívmánya az lehet, hogy a tudományos-technikai forradalom, a műszaki-természettudományos érdeklődés fokozódása idején „behozza” a tudás elismert – iskolai – struktúrájába a tanulói személyiségnek korábban érdektelennek hitt „magánszféráit”. Ez a motiváltság új körülményeit teremti meg.