

INTEGRÁCIÓS TÖREKVÉSEK A VILÁGNÉZETI NEVELÉS ÉRDEKÉBEN A KÖZÉPISKOLAI TERMÉSZETTUDOMÁNYOS OKTATÁSBAN

A világnézetű nevelés értelmezése

Engedje meg az olvasó, hogy utaljunk a világnézetre és a világnézetű nevelésre vonatkozó legelemibb ismeretekre. A világnézet a világról, az embert környező természeti és társadalmi jelenségekről, az emberi gondolkodásról alkotott legalapvetőbb nézetek, törvényszerűségek összessége, összefüggő rendszere. A világnézet alakításában, kiformalásában jelentős feladat hárul az iskolára. Az iskolai oktató-nevelő munkában a világnézetű nevelés igen szerteágazó, mégis komplex feladatrendszer. Pedagógiai megközelítésből feladatkörébe tartozik mind az ismeretelsajátíttatás, mind az érzelmi, akaratú élet fejlesztése, a meggyőződés, a beállítódások alakítása, a jellemnevelés. Ontológiai szempontból a történelem- és a társadalomtudományok ismeretanyaga éppúgy fontos területe, mint a természettudományoké. A korszerű világnézetű nevelés elválaszthatatlan a természet- és a társadalomtudományok genezisétől, és különösképpen XX. századi eredményeitől, s ezek filozófiai sikon való megjelenésétől, általánosításaitól.

Az iskolai tananyag „összeállítása”, kiválasztása szempontjából a világkép fogalom a mi elképzelésünk szerint is úgy érvényesíthető, ahogyan ennek mai megfogalmazását Gáspár László egyik írásában találtuk: „A világkép ebben az értelemben: a világ egészének, mint konkrét totalitásnak egyszerűsített leképezése, meghatározott korú tanulók számára, azzal a céllal, hogy kidolgozzák magukban a külvilág belső modelljét. Az iskola által közvetített világkép alap és program a külvilág belső modelljének, a szubjektum saját világképének, világnézetű meggyőződésének felépítéséhez és továbbfejlesztéséhez.”¹

Az „egyszerűsített” leképezés magában hordja a tudományos ismeret előrehaladó egységeseződésének tendenciájával együtt járó „egyszerűsödés” mint tudományos rendszer áttekinthetőségének lehetőségét is. A modern ismeretanyag, a korszerű tudás magasabb absztraktsága tartalmilag mind általánosabb összefüggések feltárását szolgálhatja, s ez a téma logikai struktúrájának nagyobb egyszerűsödésében is kifejeződik. Az egyszerűsítés tehát nem szimplifikálás, rossz értelemben vett „iskolásítás”. Weizsecker szavai jól mutatnak rá: „modern elméleteink egyszerűsége és absztraktsága ugyanazon lényegi vonás két aspektusa”.

A megfelelő, korszerű világkép formálásához nem nélkülözhetjük a világnézetű nevelésre vonatkozó legfontosabb alapelveket. Zrinszky László egy 1975-ben megtartott tudományos ülésen foglalta tézisekbe ezeket:

¹ Gáspár László: Egységes világkép, komplex tananyag (1978. 51. o.)

„A világnézetű nevelés akkor hatékony, ha valamennyi nevelési tényező koordinált együttműködésének az eredménye. Ismeretelsajátításból és az értelem neveléséből áll, de érzelmi és jellemnevelés is. Ezért beszélünk világnézetű nevelésről, nem csupán tudományos világnézet megtanításáról. Elsődlegesen az életviszonyok hatására alakul. Kiformálása-kialakulása aktív elsajátítási folyamatban megy végbe. A világnézetű nevelésnek rendszeresnek kell lennie.”²

A természettudományok fejlődésének trendvonalai

A világnézetű nevelés a társadalomtudományok és a természettudományok legalapvetőbb ismereteit, az ezek közt mutatkozó összefüggéseket, törvényszerűségeket tartalmazza. Mi most csak a természettudományok oktatásának bizonyos kérdéseit érintjük. Mindenekelőtt a természettudományok fejlődését vizsgáljuk.

A természettudományok fejlődésének trendvonalait illetően – ha most eltekintünk a tudományos megismerés szélesebb, társadalmi összefüggéseinek vizsgálatától, továbbá, hogy a tudományt nem kezeljük autonóm rendszernek – a lépték az ipari forradalomtól kezdve olyan jelentős, hogy ennek a természettudományok fejlődésére gyakorolt hatása közvetlenül érzékelhető még ma is. Fejlődésének feltűnő tendenciáihoz tartozik, hogy szinte mérhetetlenül felgyorsul, differenciálódik, sokoldalúvá, válik és egyre inkább áthatja a dialektika.

Az ipari forradalom új igényeket támasztott. Kifejezésre jutott például a nagy energiák szükséglete is. Az ipari forradalom idején Európában minden ember „mellett” többletben volt egy embernyi energia, ha Fourastie szerint a szén tonnáját egyenlőnek vesszük tíz ember egy év alatt kifejtett munkájával. Száz évvel később már minden európai lakosra négy emberenergia jut. A fejlett ipari országokban 30–100 emberenergia jelenlétét mutathatjuk ki, a világstatisztikát illetően átlag hússzal számolhatunk. Az utóbbi két évtizedben a növekedés mintegy öt emberenergia. Így érkeztünk el oda, hogy egy modern építkezésen dolgozó tíz főnyi csoport energetikailag 500–1000 főt kitevő építőmunkásszámmal „egyenértékű”.

Az új és igazán nagy társadalmi-gazdasági igények új tudományok vagy tudományágak kialakulásához vezettek és vezetnek. A műszaki és természettudományok fejlődésének főbb törvényszerűségei aránylag jól kimutathatók. Az egyik összefüggés arra utal, hogy a természettudományok nem zárt, egységes frontban fejlődnek. Egy-egy ágazata periodikusan dominál, és utat tör a további fejlődésnek. Ez idővel átadja helyét az ágazatok komplexumának, kompakt csoportjának. A vezetőág valósággal ugródeszkát jelent a tudományok fejlődéséhez. 1900-ban például felfedezték a légtérrel rendelkező lámpákat. 1948-ban – ötven év múlva – megjelent az első tranzisztor, 1958-ban az integrált áramkör. Tíz-tizenöt éve az integrált áramkörök negyedik-ötödik nemzedékét értük meg. Ezer darab, egyenként négyszáz tranzisztort tartalmazó áramkör integrálható nagyjából egy forintnak megfelelő kiterjedésű térben. Így azután a számítógépeknek a memória-nagysága és a műveleti sebesség hányadosával mért kapacitása a negyvenes

² A világnézetű nevelés helyzete és feladatai. Tudományos ülés az OPI-ban. 1975. (Ped. Szemle 1975. 11. sz.)

évektől mérve tízévenként az ezerszeresére nőtt. A számítógép egymilliószer gyorsabban dolgozik az embernél!

Egy másik alapvető összefüggés is jól megfigyelhető: egyre gyorsul a fejlődés üteme. A fejlődés nem tekinthető ugyanakkor véletlennek. Több oka van a gyorsuló fejlődésnek. Egyfelől az anyagi, társadalmi-történelmi gyakorlat szükségletei, másfelől a tudományos megismerés fejlődésének belső logikája adja a lehetséges magyarázatot.

Mindezek alapján a gyorsuló fejlődés trendvonalai is követhetők. A követési modell mindig: az egyszerű, már ismert tudásból, ágazat alapján következtetni tudunk a bonyolultabbakra.

A XVII–XVIII. században Newtonnal a csillagászat és a fizika nagy forradalmi változásai átmenetileg lezárultak. A természettudományok első vezető ágát, a mechanikát a matematika és a kémia gyorsabb fejlődése követi. Mondhatjuk: a XIX. század elejéig a mechanika „teljesítette” a skolasztikával szembeni feladatát. Majd a kémiában az atomelmélet, Dalton atomisztikája lehetővé tette a kémiai képlet alkalmazását, s megnyitotta az utat a vegyi összetétel tanulmányozása felé. Wöhler szintézisével, felfedezésével – az első szerves vegyület előállításával – kezdetét vette a szerves kémia „csodálatos” útja. Erre az időre esett a „biológiai atomelmélet”, a sejtelmélet első kifejtése (Schleiden, Schwann), még valamivel korábban kifejtésre kerül Lamarck evolúciós tana. Kialakul az elektrokémia (Davy, Faraday); a fizikában ekkor tették az első lépéseket az elektromosságban (Galvani, Volta, Oersted és Faraday).

A XIX. század második felében meghatározó szerephez jut a már említett sejtelmélet, az energiamegmaradás és -átalakulás problematikája (Mayer) és az evolúció elve (Darwin). A múlt század utolsó harmadában Mengyelejev periódusos rendszere, Mendel munkássága a biológiában, Maxwell, Herz és mások a fizikában jelzik pl. a fizikai-kémia létrejöttét és a természettudományok fejlődésének trendjét.

A trendvonalakat kutatva összegzően megállapíthatjuk: a korszakot a természettudományok uralkodó helyzete jellemezte, amit csak erősített a természettudományoknak a gyakorlattal, a termeléssel, az iparral való szoros kapcsolata.

A természettudományos kutatás lehetőségei tovább javultak. Új és jobb eszközöket és módszereket használtak (pontosabb mérés, jobb mikroszkóp, fényképezés, színekélemzés stb.). Nagyobb kutatógárda, egyetemi és nagyüzemi laboratóriumok álltak rendelkezésre. A várható eredmény a természettudományok és a műszaki kultúra több területén nem marad el.

A modern, új eszközök alkalmazásával a sejtek belső felépítésének megismerése alkalmas és lehetőséget adott az életfolyamatok feltárására. Darwin az emberi nem kialakulásának nagy kérdésére adott feleletét Haeckel fejlesztette tovább, amivel a materialista gondolkodás gyors terjedése függött össze. A század második felében Pasteur és Koch felfedezései nyomán a tömegpusztító járványokat Európából gyakorlatilag kizárták. Kifejlődött a kémiai ipar, a villamossági ipar és a hadiipar (Nobel; nitroglicerin).

A természettudományok fejlődésének még nagyobb korszakára áll az, hogy a mechanika 200 évig tölt be vezető szerepet, s még utána 100 évig domináns ág marad. A XIX. század végén a fizikában, majd a tudomány egész fejlődésében – Lenin meghatározásával a „legújabb forradalom” zajlik le – sikerült átlépni a mikrokozmosz határát. Az ipar és a technika rohamos fejlődésével összefüggésben a természettudományok a századfordulótól forradalmi módon fejlődnek.

A fejlődés során két alapvetően ellentétes folyamat kapcsolódott össze: a természettudományok számos szűkebb tudományterületre szűkültek, különültek; ugyanakkor az elkülönült területek között egyre nélkülözhetlenebbé vált az együttműködés. A specializáció, differenciáció és integráció kettős, de mindig kölcsönös folyamata figyelhető meg ma is.

A XX. század alapvető, differenciáltan fejlődő természettudománya a fizika lett: a radioaktivitás, a radioaktív hasadás elmélete (Curie, Sklodowska); a relativitáselmélet megalkotása (Einstein); a kvantumelmélet kidolgozása (Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg) alapvetően megváltoztatta az anyag szerkezetéről, a térről és az időről, a mozgásról, a fizikai folyamatok folytonosságáról és megszakítottóságáról alkotott addigi elképzeléseket.

A 20-as, 30-as években a fizikai kutatások legfontosabb specifikus területe az atom- és magfizika lett. A harmincas évek végén a magfizikai, szubatommfizikai kutatások a természettudományok fejlődésének magában álló „vezetője”. A magfizikát csak egy lépés választotta el attól, hogy energiát állítson elő az uránium atommagjának hasítása útján.

Ennek a differenciált, specializált fejlődésnek a hatása a természettudományok más területein is megmutatkozik: nagymértékben fejlődik a magfizika, a kémia, az asztrofizika, a geológia és a biológia.

A kémiában a szintetikus anyagok előállításában jelentkeznek kimagasló eredmények. A biológiai és az orvostudományok a vitaminok tanulmányozásával és előállításával (Szentgyörgyi Albert), az antibiotikumok felfedezésével, a víruskutatással elért sikerekkel, az átöröklés néhány fontos, alapvető problémájának megoldásával járultak hozzá a természettudományok egységes, integrált fejlődéséhez.

Érdekességként említjük, hogy két fizikai módszer átvétele a biológiában, az elektronmikroszkóp és a radioaktív izotópok alkalmazása tette lehetővé, hogy a sejtről molekuláris szintre tevődjék át a kutatás.

A magasabb rendű idegműködés tanulmányozásában Pavlov és iskolájának eredményei lehetővé tették az élő szervezet és a külső környezet közötti kapcsolat feltárását, ezáltal a fejlődéstani fellendülését.

Az USA-ban és a SZU-ban új agrotechnikai és állattenyésztési eljárások egész sorát dolgozták ki, Burbank, Tyimirjavez, Micsurin, Dikucsajev és mások. A földrajz és a földtan tudománya századunkban elsősorban a kevésbé feltárt területek tanulmányozására és az ismeretek elmélyítésére összpontosította erőfeszítését.

A XX. század kezdete óta a műszaki élet, az ipari termelés gyors fejlődése szoros összefüggésben volt az ipar tudományos és műszaki bázisának, közvetve és közvetlenül a természettudományoknak a fejlődésével. Az üzemek és a közlekedés villamosítása, az automata géprendszerekre való áttérés, a belső égésű motorok alkalmazása, a kémiai technológia, a bányászat gépesítésének előrehaladása, a futószalag-rendszeren alapuló tömegtermelés térhódítása, a légiközlekedés kifejlődése, a rádió- és filmtechnika tökéletesedése, valamint a televíziós kísérletek előrehaladása jelezték a legjelentősebb technikai folyamatokat a XX. század első – nagyobb – felében.

Napjainkban a legfontosabb ágak: az energetika, a makrokémia, a rakétatechnika, a molekuláris biológia, a fizikokémiai genetika.

A fizika most is megkülönböztetetten fontos: az atommagfizika az elemi részecskék fizikája, a szilárdtest fizika (félvezetők) és a kvantumelektronika (lézer).

A fejlődés üteme hihetetlenül nagy. A tudományba, főként a műszaki- és természettudományokba vetett bizalom ennél fogva gyakran nem mondható töretlennek. Elhangzott a vád: a tudomány elembertelenít, elidegenít és veszélybe sodorja az emberiséget. A technikai-technológiai fejlődéssel szemben táplált szkepticizmus és nihilizmus a tudományra is kiterjedt, a „zárónövekedés” hívei javasolták a kutatásba fektetendő beruházások befagyasztását.

A tudományos fejlődés bármennyire „félelmetes” méretű – hiszen Einstein a nukleáris energia felszabadításához vezetett folyamatok láttán kijelentette: „bár inkább kovács lettem volna” –, a kibontakozás, a tudományos ismeretek feltárása, a „befoghatatlannak” látszó gyorsulást megfelelően követő méltó eszméket, korszerű marxista világnézetet teremt.

1937-ben, Rutherford halálakor az elemi részecskék világa hat részecskéből állt. 1945 és 1960 között további 30 részecskét sikerült felfedezni. Újabb 5 éven belül hetvenet! A hetvenes években mintegy 200 elemi részecske vált ismeretessé. Most átlag kettőt fedeznek fel havonta!

Valóban óriási mennyiségű ismeretanyag halmozódik fel, „több”, mint amennyit az emberi ész önmagában elrendezhet. A tapasztalat ma nagyobb elméleti erőfeszítést igényel, átfogó, viszonylag ellentmondásmentes, integrált elméletek kidolgozására van szükség, amelyek nem jelentenek mást, mint köznapi gondolkodásunk határainak valamilyen módon való „meghaladását”.

A megfelelően megalapozott tudományos, materialista, marxista világnézet révén alkalmassá válunk továbbra is a gyorsuló fejlődés – látszatra széteső – mérhetetlen ismeretanyagának integrált, összefogott és érzékelhető, mérhető követésére és irányítására. Amit Newton a fluencia fluxiójának, Leibniz a különbség különbségének nevez, a mozgásfolyamatok „mérésére” alkalmas. Száz év múlva Goethe és Beethoven kortársa, Hegel megfogalmazza a dialektika híres törvényeit. Marx a szükséges kiigazításokkal beépíti a dialektikus materialista világnézetbe. Világnézetünk következetes erőfeszítést jelent a köznapi gondolkodás korlátainak a meghaladására, a megkövült, kihűlt tételeknek a megváltoztatására.

A természettudományok oktatása és a világnézeti nevelés

A természettudományok rohamos fejlődése előtérbe állítja Fourastie javaslatát, hogy a tantervek és tankönyvek ne csak azt tartalmazzák, hogy mit tudunk, hanem azt is, hogy mit nem tudunk az illető tárgyról.

A dialektikus materialista világnézet kialakításának lehetséges célja ebben az értelemben a korábbi hazai természettudományos tantervekben és tankönyvekben nem nyert kellő megalapozást. Ezt állapította meg az az akadémiai bizottság is, amely a hetvenes években vizsgálta a természettudományos távlati tantervjavaslat kidolgozása során a jelentősebb – módosításokat igénylő – tantervi és szemléletbeli hiányosságokat:

„A szűk és elavult mechanisztikus anyagelmélet szellemében oktatott fizika és kémia nemcsak a biológia egzakt megalapozását tette lehetetlenné, hanem cáfolni látszik mindazt, amit a dialektikus materialista világnézetről, a világ anyagi egységéről tanítani szeretnénk. A gimnáziumi természettudományos tárgyak mechanisztikus-lexikális anyagában

sem az anyagi világ egysége, sem a természet dialektikája, sem az evolúciós szempont nem jutott kifejezésre.”³

Az ilyen szellemben oktatott tantárgyak rendszerében a nevelési célok csupán formalitássá szűkülnek. Ahogyan Faludi Szilárd már elég régen megírta: „ameddig nem rendeljük alá az egyes tantárgyakat – sajtáságaiknak és a szaktudományokhoz fűződő kapcsolataiknak a természetszerű megőrzése, de mindamelllett a nevelési célokkal és a nevelési folyamat törvényszerűségeivel való megegyeztetése mellett – bizonyos közös, általános elveknek, addig a nevelés céljai mindig csak utólag kerülnek oda a tanterv elejére, miután az egyes tantárgyak a maguk részét már szuverén módon kihásították és az így létrejött 'egészhez' kell egy közös 'bevezetést' írni”.⁴

Ezek a problémák is igazolják annak szükségességét, hogy foglalkozzunk azzal a kérdéssel, hogyan bővülnek és változnak a világnézeti nevelés feladatai és ezek megvalósítási lehetőségei napjainkban, a XX. századi tudományos-technikai fejlődés hatására.

A természettudományos ismereteknek a világnézeti nevelésben – megítélésünk szerint – a következő területeken jut fontos szerep:

A természettudományok a dialektikus materialista világnézet alapvető kérdéseit érintik, mint amelyen például: az anyag fogalma, az evolúció, a világegyetem és a Föld kialakulása, az ember megjelenése, az anyagi világ egysége, anyag és mozgás, tér és idő, a világ megismerhetősége.

Az egységes anyagi világot a szaktudományok egy-egy speciális szempontból vizsgálják. Az egyes szaktudományok az anyag különböző mozgásformáit tárgyalják, azok összefüggéseit is kiemelve. A természettudományok és a világnézeti nevelés kapcsolatában ezek a területek régóta ismertek, szinte klasszikusnak mondhatók. Az eddigiektől azonban lényegesen eltérő tartalmat nyernek, ha ezeket két – régebben meglehetősen elhanyagolt – ma egyre inkább előtérbe kerülő mozzanat figyelembevételével vizsgáljuk.

Egyrészt ma a természettudományok oktatásában a XX. századi tudományos eredmények felhasználására kell törekednünk, mivel ezek – különösen az atomfizika kvantumtechnikai értelmezésén alapuló anyagszerkezeti vizsgálatok és azoknak a fizika, a kémia és a molekuláris biológia területén történő alkalmazása – a dialektikus materialista világnézet néhány alapvető kérdésének az eddigieknél egzaktabb megvilágítását teszik lehetővé.

Másrészt – éppen az előbb említett anyagszerkezeti eredmények alapján – századunkban reális lehetőség nyílt a természettudományok integrációjára. Sőt, miként ezt a folyamatot korábban érzékeltettük, ez a lehetőség kikerülhetetlen! Az integrációnak a megfelelő vetülete egyre nagyobb szerepet kap az oktatásban is, mivel felbecsülhetetlen szerepe van az anyagi világ egységének értelmezésében és az egységes anyagi világ közösen – kiemelt alapelvek, vezéreszmék alapján – történő megismerésében. Az integráció a természettudományok tanításán túl is fontos tényezővé válhat a világnézeti nevelésben, hiszen a történelmi és a társadalmi jelenségek egységes értelmezésében, a természeti és a társadalmi jelenségek közös bázison történő vizsgálatában és végső soron ezek filozófiai általánosításában szintén alapvető fontosságú.

³ MTA – Javaslat a természettudományok tanítására II. (Összefoglaló jelentés. Fizikai Szemle 1976. 8. sz. 310. o.)

⁴ Faludi Szilárd: A tantervi anyag kiválasztásának elvi alapjai az általánosan művelő iskolában (Ped. Szemle 1. sz.)

*A természettudományok oktatásának integrációja
és a világnézetű nevelés*

Az alábbiakban annak vizsgálatával foglalkozunk, hogy a két tényezőnek – a XX. századi természettudományos eredményeknek és a természettudományokban megnyilvánuló integrációnak – a gimnáziumi oktatásba való beépítése konkrétan mennyiben módosítja a világnézetű nevelést célzó feladatokat, illetve mennyiben bővítheti az elérhető célok körét.

Századunk természettudományos kutatásainak intenzív fejlődését, a határterületeken kialakuló és az integrálódási folyamatban fontos szerepet játszó új tudományágak – pl. a kvantumkémia, a magkémia, a molekuláris biológia stb. – létrejöttét elsősorban a fizika XX. századi fejlődése alapozta meg. Simonyi Károlyt idézzük, aki ennek a fejlődésnek a lényegét a következőkben fogalmazta meg:

A fizika XX. századi forradalma „alapvetően különbözik a XVIII. századitól. Itt nincsenek eltakarítandó törvények, semmit nem rombolnak le, csak mindent a helyére raknak. A newtoni mechanikában, ha lehet, talán még nagyobb lett a bizalom, éppen érvényességi korlátainak pontos ismerete miatt. A „végleges igazság” jelzőt ugyan elvesztette, de ezt már az új elméletek sem kapják meg. Mostantól fogva a fizika történetileg lezárt szakaszai a természet egyre pontosabb megismerését jelentő korlátozott érvényű, de éppen korlátozott érvénnyel tovább élő törvényeit tartalmazzák. A tudomány részleteiben egyre bonyolultabbá válik, alapjaiban inkább egyszerűsödik. Az antik és középkori mozgó cél, a tökéletes összhangra való vágyakozás helyét a ható okok foglalták el; ez később egy funkcionális tér-idő kapcsolattá fakul, míg ma a megmaradási törvények által megszabott korlátok között lezajló valószínűségi folyamatokat tekintjük alapvetőnek.”⁵

A XX. század természettudományos eredményei közül a korszerű oktatás és a világnézetű-ideológiai nevelés szempontjából egyik kiemelekedően fontos terület a relativitás-elmélet. A relativitáselmélet számos világnézetű problémát vetett fel. A kísérletileg is igazolt fizikai megállapítások filozófiai következtetései sokféle értelmezésre adtak lehetőséget, de megfelelő megközelítéssel a „fizikai tartalom által inspirált természetfilozófiai motívumok jelentősen hozzájárultak a dialektikus materialista természetfilozófia továbbfejlesztéséhez”.⁶ Ezek közül most kettőt emelünk ki. A relativitáselmélet a négydimenziós tér-idő fogalom bevezetésével a dialektikus materializmusnak azt az alapvető tételét példázza, hogy az anyag és a mozgás egymástól elválaszthatatlan. Az objektív anyagi világ alapvető eleme a négydimenziós esemény, amely a mozgást eleve magában foglalja. Ezt a tulajdonképpeni „régű” marxista alaptételt úgy kell értelmeznünk, ahogyan például Müller Antal megállapította: „... bár a természettudományok, és különösen a fizika, már létrejöttük óta operálnak a tér és idő fogalmával, a relativitáselmélet volt az első olyan szaktudományi diszciplína, mely a tér és idő konkrét mibenlétére vonatkozó eredményeket produkált ... a tér, az idő és a mozgás egységes értelmezésén alapuló dinamikus eseménystruktúra feltételezése a relativitáselmélet fizikai tartalmának köz-

⁵ Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete (Gondolat 1978. 28. o.)

⁶ Müller Antal: Fizikai megismerés és dialektikus materialista természetfilozófia (Kossuth 1974. 190. o.)

vetlen következménye, vagy inkább alkotóeleme, s ezért ez az elmélet bizonyos fokig valóban kitüntetett szerepet játszott a korszerű filozófiai tér-idő koncepció kialakításában.”⁷

Az anyag-mozgás kapcsolatot emeli ki az az einsteini összefüggés is ($E = m c^2$), amely a nyugvó tömeghez is hozzárendeli az energiát, mint a mozgás lehetőségének megnyilvánulását. Ez egyben az anyagfogalom dialektikus materialista kiszélesítésének megerősítését is jelenti, amennyiben egy test tehetetlen tömege teljes egészében sugárzó energiává alakulhat.

A XX. századi fizikai kutatások másik – a világnézeti nevelés szempontjából is – fontos területe, amelynek megfelelő középiskolai tanítása igen lényeges: a kvantummechanika. A középiskolai tananyagba épült kvantummechanika elemeinek segítségével helyesen értelmezhetők a mikrofizikai jelenségek, a valóságnak megfelelő módon írható le az atom felépítése. Egységes rendszerbe foglalhatók és a kölcsönhatási szintek szerint osztályozhatók a különböző mozgásformák, a mikrofizikai, a makrofizikai, a kémiai, a biológiai jelenségek.

Merre vezet a természettudományok további fejlődése? Hogyan tudjuk ezt az ütemet és irányt a középiskolában követni?

Szovjet vezető tudósok megítélése szerint – a jövőt illetően – a természettudományos fejlődési trendvonalak így alakulnak:

A biológia lesz a természettudományok vezetőága, ezen belül a molekuláris biológia, a genetika és az élettan. E helyzet magyarázatát a társadalmi-tudományos feladatok teljesítésének igénye adja: pl. a környezetvédelem, az élelmiszeripar, az emberi szervezet alkalmazkodóképességének növelése.

Igazoltnak látszó feltételezések szerint a molekuláris biológia a természettudományokhoz kapcsoltnak mintegy egy évtizeden át „vezethet”, hidat képez a természettudományok között: a bioorganikus kémia (biopolimerek kémiája), a biofizika, a biomechanika és a biokibernetika.

A természettudományok fejlődésének trendvonalait kutatva lehet és kell néhány összefüggést, törvényszerűséget érzékelnünk:

A természettudományokon belül a vezető tudományág közeledik a vezetőcsoporthoz. Váltakozásuk elveszti korábbi egyértelműségét és határozottságát. Egy-egy vezető, kulcsprobléma kerül előtérbe valamely tudományágban. A vezető ág a legszorosabb kapcsolatban fog együttműködni a tudományokkal. A komplexitás növekedik. A természettudományok és a társadalomtudományok is „szövetkeznek”. Növekszik a pszichológiai faktor szerepe. A pszichikus megterhelés emelkedik, az információrobbanás „megszokott” jelenség. A monoton, formalizált tevékenységtől el kell jutni az emberi alkotóképességhez.

A mai élet számára igazán fontos, nagy komplexitásfokú kérdések megragadása középiskolai szinten az integrációs törekvések irányításával – mint egyik lehetséges megoldással számolva – elképzelhető, realizálható. Az izoláció, a túlzott leegyszerűsítés, a tantárgyak egymás melletti, elszigetelt, elkülönített, mozaikos tanítása történetileg és tudományelméletileg azt a látszatot konzerválja, hogy a komplex, összetartozó emberi problémáknak a megoldására még mindig nem vagyunk eléggé felkészülve. A természettudományok

⁷Müller Antal: i. m. 193. o.

diszciplináris fejlődés a természettudományos középiskolai oktatás összetettebb, integrált, koordinált formáihoz vezet el, amely nem kérdőjelezi meg a szisztematikus diszciplináris megközelítési eljárások lehetséges voltát, de involválja a korszerű oktatás időben racionális, a komplex problémák előtérbe állítását gyorsabban felvállaló integrált forma alkalmazásának szükségességét.

Ha arra a kérdésre akarunk válaszolni, miben áll az integrációs megoldás lényege, akkor nem tautológia, amikor azt mondjuk: az integrációban! Az integráció közös eszme, rendezőelv köré gyűjti a tantervi tudásanyagot. Ilyen rendezőelv a dialektika, világnézetünk egész metodológiája. Minden tudományos vagy iskolai integrációs törekvés maga is a tudományos ismeretek rendszerének integrációs terméke. Az integráció szükségességét támasztja alá az a tény is, hogy minden természettudományos kutatásnak, így az anyag szerkezetét egyre mélyebben megismerő fizikusok kutatásának is igen fontos tényezője a matematikai módszerek alkalmazása.

A marxizmus mindig is törekedett a matematika felhasználására, hiszen mindig is a világ megismerhetőségéből és a racionális apparátus iránti bizalomból indul ki. Marx is matematikával támasztotta alá a Tőke második kötetébe foglalt alapvető gazdasági elemzéseit. Ma a matematika és a tudomány kapcsolatai új területeken, új szintézisben valósulnak meg. Ez a „viszony” a tudomány egyik leginkább kutatott témája.

A „modellezés” világnézeti nevelési szerepe

A modellezést elsősorban ismeretelméleti vonatkozásai teszik fontossá a világnézeti nevelés szempontjából. Minden új jelenség vizsgálatában alapvető a már ismert jelenségekkel való összehasonlítás, a közös vonások kiemelése – azaz modell megalkotása –, később a hibás modell elvetése, illetve szükség szerinti módosítása.

Az atomi méretek világában kiemelt fontosságú a modellek szerepe, de éppen a mikrofizikai jelenségek kvantummechanikai leírása hívja fel a figyelmet a modellezés helytelen alkalmazásának veszélyeire. Fényes Imre írja erről: „A hétköznapi szemlélet csak a megszokottat tudja elképzelni, a szokatlant nem. A mikrovilágról viszont makroszkopikus modellt készíteni, a tények lényeges meghamisítása nélkül nem lehet. Mi más lehet tenni, mint kompromisszumot kötni: modellt készítünk, de a képben a kontúrokat elmoszuk. Ilyen módon egy belső ellentmondásokkal teli kép születik, amely ezenfelül mind a makro-, mind pedig a mikrofizikai törvényeknek ellentmond. Ha most már elfelejtjük, hogy mindez csupán kompromisszum, a legképtelenebb filozófiai konzekvenciák levonására kényszerülünk.”⁸ A modellezés ilyen veszélye reális veszély, a kvantummechanika egzakt eredményeinek interpretálásakor számos fizikusnál és filozófusnál találkozunk ebből eredő, idealista értelmezésekkel. Ezért is szükséges, hogy a modellezésről világos, helyes képet alakítsunk ki a tanulóknak.

A mikrofizikai jelenségek jellege alapvetően különbözik a „klasszikusoktól”. Ez elsősorban abban nyilvánul meg, hogy a mikrofizikai objektumok „kettős természetűek”, azaz egyidejűleg rendelkezhetnek klasszikus hullám-, ill. klasszikus részecske-tulajdonságokkal. Schrödinger ez alapján olyan egyenletet állított fel, amelynek megoldásaként

⁸ Fényes Imre: A kvantummechanika klasszikusai. – Bevezetés. (Gondolat 19.)

adódó ún. hullámfüggvények a szabadon mozgó elektrontól, a periódusos rendszer elemein keresztül az azokból felépülő molekuláig leírják az egyes rendszereket. E függvények hullámokat, ún. valószínűségi hullámokat jellemeznek, amelyek maximum-, illetve minimumhelyei a mikrorészecskéknek a rendszerben történő elhelyezkedésére, adott helyen való előfordulási gyakoriságára utalnak. Így a mikrojelenségek leírásakor a klasszikus mechanikai leírás helyébe a valószínűségi leírás lép.

Ezzel konkrét megerősítést kap a dialektikus materialista determinizmus koncepció. Eszerint az anyagi tényezők által való meghatározottság jellemzi a természet jelenségeit, és ebben a meghatározottságban a szükségszerűség és a véletlen – dialektikus kapcsolatban – egyaránt szerepet játszik. Érdemes idézni Müller Antal ide vonatkozó megállapításait, többek közt azért is, mivel az idézetben előforduló, a múlt században kidolgozott klasszikus statisztikus fizika – bár a régebbi középiskolai fizika tantervben nem sok helyet kapott – szintén rendkívül fontos filozófiai következtetések konkrét alapját képezi: „Az, hogy a szükségszerűség a véletlenek halmazán keresztül jut érvényre, tulajdonképpen már a klasszikus statisztikus fizikai jelenségek esetében is világosan látszott, és ez jelentősen hozzá is járult Engels determinizmus koncepciójának kialakításához. Pl. a kinetikai hőelméletben az egyes molekulák mozgása a gáz mint egész szempontjából véletlen, viszont az igen nagyszámú molekulából álló gáz makroszkopikus hőtulajdonságai (nyomás, hőmérséklet, entrópia, hőenergia stb.) törvényszerűen változnak, mint szükségszerűség jelennek meg. Hasonlóképpen a mikrofizikában is, az objektum adott pillanatban mérhető paraméterértékei véletlenek, így azokra előzetesen csak véletlen kijelentéseket lehet tenni, de az állapot egésze törvényszerűen változik. Ezt írja le a kvantummechanikai hullámegyenlet. Ezek a tények ugyancsak alátámasztják azt a felfogást, hogy a természeti törvények általános formájának a statisztikus törvényt kell tekinteni.”⁹

Korszerű természettudományos világkép és korszerű oktatás

A XX. században a többi közt a kvantummechanika segítségével lehetőség nyílt arra, hogy az eddigieknél pontosabb képet alkothassunk a természet struktúrájáról. Az anyag fejlődési folyamatát vizsgálva fellelhetünk az anyagi testek kialakulásában bizonyos folytonosságot – fizikai részecskék, kémiai anyagok, mechanikai tömegek, élőlények stb. –, de ezek között lényeges minőségi különbségeket is tapasztalunk: minőségileg különböző kölcsönhatási szintek, mozgásformák hordozói.

A világ jelenségeinek alapja ezek szerint a különböző megmaradási törvények által meghatározott irányú kölcsönhatások. Ilyen megmaradási törvények a makroszkopikus jelenségek esetében az energia- és impulzusmegmaradás, a mikrofizikai jelenségek világában a töltésmegmaradás, a barionszám megmaradása, a leptontöltés megmaradás stb. A megmaradási tételek fontosságáról írja Marx György a következőket:

„Minden mozog, változik. A természet általános megmaradási tételei folytán a mozgás soha nem halhat el. Ha pedig speciális megmaradási tételek értelmében a primitíven

⁹ Müller Antal: i. m. 213. o.

romboló mozgásformák le is fékeződnek, kibontakozik az anyag magasabb rendű átalakulásának számtalan változata, amit a „fejlődés” szó fejez ki.”¹⁰

Az egyes mozgásformákat a következők szerint csoportosíthatjuk, jelezve azok anyagi hordozóit is:

kvantummechanikai mozgás (mikrorészecskék)	szubatomáris fizikai mozgás (atommagok, elektronok, nukleonok stb.) kémiai mozgás (atomok)	Termodinamikai mozgás (mikrorészecskék statisztikus sokasága)
Makromechanikai mozgás (makrotestek)	molekuláris fizikai mozgás (molekulák és hal-mazaik) geológiai mozgás (ásványok, kőzetek)	Kibernetikai mozgás (vezérlőrendszerek)
	biológiai mozgás (fehérjék, sejt, növények, állatok)	
	átmenet a társadalmi mozgásba	

Ebből a csoportosításból is kitűnik, hogy az egységes természet „különböző területei” nem különíthetők el a klasszikus természettudományi ágaknak megfelelően. Az elmosódó határterületeken új tudományágak ismeretanyagát találjuk. Igen lényeges lenne a különböző mozgásformák, kölcsönhatási szintek mibenlétének és egymással való kapcsolatukkal a természet egységének hangsúlyozása a természettudományok középiskolai oktatásában. Ez valódi – „nem mesterséges” – kapcsolatot jelentene a különböző mozgásformáknak megfelelő tantárgyak között. Eszerint az oktatásba is bekerülhet a természettudományoknak az a dialektikus sajátossága, amely a tudományágak széttagoltságában megnyilvánuló differenciálódási és a tudományoknak az ismeretek általános rendszerében való egyesítésében megnyilvánuló integrálódási tendencia egységében rejlik.

Áttekintésünk a világnézeti nevelés szempontjából fontos XX. századi természettudományos eredményekből korántsem lehet teljes. Bármennyire is vázlatos a megadott kép, igyekeztünk mégis a leglényegesebbeket kiemelni a világnézeti nevelés szempontjából.

Végezetül az alábbiakban tézisszerűen „összefoglaljuk” a természettudományok középiskolai oktatásának világnézeti szempontjából legfontosabb célkitűzéseit:

A tanulók a középiskolai oktatás folyamatában

- ismerjék meg és értsék meg az anyag fizikai, kémiai és biológiai mozgásának alapvető törvényszerűségeit;

¹⁰ Marx György: Jövönk az univerzum (Magvető 1969. 40. o.)

- az egyes szaktudományokhoz kapcsolódó közös ismeretek – a szaktudományokat integráló általános elvek – kiemelésével értsék meg a természet, az anyagi világ egységét;
- ismerjék meg a fizika, a kémia, a biológia megismerési módszereit;
- ismerjék meg az egyes kölcsönhatásokat és a megmaradási elveket, és értsék meg ezek világnézeti jelentőségét;
- tekintsék az anyagszerkezeti ismereteket a természettudományok egységének kiindulási alapjául;
- értsék meg a statisztikus törvények jellegét;
- ismerjék és értsék meg az anyag kettős természetét (a fény és a részecskék kettős természetét);
- értsék meg a modellezés lényegét, és sajátítsák el módszereit;
- értsék meg a tömeg-energia kapcsolat lényegét;
- ismerjék meg a struktúra és a funkció összefüggését;
- ismerjék meg és értsék meg az élővilág egységét, az élő és élettelen kapcsolatát;
- ismerjék meg az anyag fejlődéstörténetét és az evolúció legáltalánosabb törvényszerűségeit.

Az új tanterv az előző tanterveknél konkrétabb világnézeti nevelési feladatokkal és lehetőségekkel kívánja megvalósítani azt a célt, amelyet a bevezetőben így foglal össze:

„Egységes, integrációra törekvő nevelési-oktatási folyamatban kell – a tanultakra és a közösségi tapasztalatokra támaszkodva – egyre tudatosabbá tenni a tanulóknak a dialektikus materialista világnézet alapjait. El kell érni, hogy az elemzett, értelmezett, rendszerezett, szintetizált ismereteken és élményeken nyugvó világnézet határozza meg a fiatalok magatartását, igényüket a további megismerésre, állásfoglalásra és cselekvésre.”¹

Helyes célokat tűz ki a „Világnézetünk alapjai” c. tantárgy is: „A világnézetünk alapjai a középiskolai tantárgyak tartalmából levonható világnézeti–politikai következtetésekre épül. A tantárgy tanítási feladata, hogy ezekből kiindulva törekedjék az egységes világnézet kialakítására; bizonyítsa be, hogy a társadalom és az emberi tudat az anyag fejlődésének eredménye, s hogy bár a társadalom mozgása a tudatos emberi tevékenységen alapul, fejlődését – éppúgy, mint a természet folyamatait – objektív törvények határozzák meg.”²

Ezek a kitűzött célok alapvetően helyesek. Úgy véljük mégis, hogy új és a jövődő szempontjából még korszerűbbnek ítéltető tanterveink nevelési céljaiban a világnézet-formálás területén igazán akkor érhetünk el valódi eredményeket, ha szem előtt marad az az elv, amelyet Zrinszky László így fogalmazott meg: „... a világnézet sohasem egyszerűen az iskolában elsajátított ismeretek szintézise, hanem a teljes életgyakorlaté. Csakis az a világnézeti nevelés lehet hatékony, amely a világ fogalmi képét nemcsak felépíteni tudja, hanem azt is meg tudja mutatni, hogy hogyan érdemes élni ebben a világban.”³

¹ A gimnáziumi nevelés és oktatás terve (OM 1978.) Tankönyvkiadó 14. o.

² U. az: 133. o.

³ Zrinszky László: Tanterveink és a világnézeti szintézis (Akadémiai Kiadó, 1979. 139. o.).