
Komplex természettudomány a magyar fizikatankönyvek tükrében régen és ma

RADNÓTI KATALIN

„A természettudományok tanárának nemcsak természettudományi ismereteket kell adnia, hanem azt is meg kell értetnie, mi a modern természettudomány jelentősége az emberiség történetében. Az ember sokféle kulccsal próbálta megnyitni a természetet, de modern természettudomány az első, amely valóban nyit is. Az egyetlen világmagyarázat, amely nem mítosz vagy művészi vízió laza összefüggését teremti meg a dolgok közt, hanem az egész természetet egyetlen, minden részletre kiterjedő egységes fogalmi hálóval magyarázza. A természettudomány az ember legtökéletesebb mítosza. Végül ez az, amelynek a legnagyobb gyakorlati követelményei vannak; a természettudomány mögött ott jár egyre hatalmasabb alkotásaival a technika, az emberi lét egyik legnagyobb formálója” – írta Németh László 1948-ban (1)

A tanításnak egyik legfontosabb feladata a természet komplex egészként való szemlélése. Napjaink oly fontos, nemegyszer globális problémái, természettudományos feladatai sohasem külön fizikai, biológiai vagy kémiai problémaként jelentkeznek – például: környezetvédelem –, hanem az előbbi folyamatok egymásrahatásaként jönnek létre. Ellenben az iskolában nemegyszer mereven, egymástól teljesen elszigetelt tantárgyakként tanítjuk ezeket. A természet azonban egységes, a válaszvonalak csak az emberek fejében léteznek. A szétválasztás csak részben jogos, arra hivatkozva, hogy minden tudományterületnek megvan a sajátos jelölésrendszere, tárgyalásmódja.

A természettudományos kultúra kialakulása és fejlődése szempontjából alapvető jelentőséggel bírt Galilei 1638-ban megjelent *Discorsi* című munkája, Descartes 1644-ben megjelent műve, a *Principia Philosophiae* és Newton 1687-ben megjelent korszakalkotó könyve, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (A természetfilozófia matematikai alapjai).

A régi magyar fizikatankönyvi irodalom vázlatos áttekintése

A tankönyvek címeiben gyakran szerepel a *Philosophiae naturalis*, jelezvén, hogy a természettudományok a filozófia részét képezik. Ez a cím nemcsak a fizikai, hanem a mai értelemben vett biológiai, kémiai, ásványtani és természetföldrajzi ismereteket is magába foglalta. A matematikai apparátus használata ebben az időszakban még igen gyér.

Részben ebből adódóan a tankönyvekben nem nagyon szerepelnek a műszaki alkalmazási lehetőségek. A 18. században azonban már Magyarországon is alakulnak olyan akadémiák, ahol a mérnöki tudományok elemeit kezdik oktatni a természettudományos alapok felhasználásával, tankönyvek segítségével. A tankönyvek írásához, illetve azok megjelenéséhez Mária Terézia 1753-ban kiadott rendelete is nagymértékben hozzájárult. Az uralkodóház ráébredt arra, hogy a magyarországi ásványkincsek kiaknázáshoz és a mezőgazdasági termelés fokozásához jó szakemberekre van szükség, és nem csak a

jó hivatalnokok kiképzése a fontos. Ezért alakulnak meg a 18. század második felében műszaki jellegű iskolák is. Vagyis a természettudományok egyre magasabb szintű oktatása a társadalom érdeke lesz.

Az első, természettudományt is tartalmazó egyetemi tankönyvek Magyarországon a 18. század végén jelennek meg, amelyek a korszak természettudományos színvonalát tekintve teljes mértékben megfelelnek az európai mércének. Arisztotelészi fizika ezekben már sehol sem fordul elő. Míg a newtoni eszméknek évtizedekre volt szükségük ahhoz, hogy teljes joggal szerepeljenek a tankönyvekben, addig az elektromosság, hőtan, optika esetében ez alig néhány évre zsugorodott. Hamar bekerülnek a tankönyvekbe az akkoriban felfedezett legkülönfélébb gázok, az elektrosztatikai kísérletek, természetesen még elméleti magyarázatok nélkül, illetve az akkori hiányos magyarázatok valamelyikével. Érdekesség, hogy a tankönyvirodalomban mind az elektrosztatika, mind a mágnesesség először a kőzetek tárgyalásánál jelenik meg, majd mint önálló fejezetek, fokozatosan különválnak. A tankönyvek nyelve latin, stílusukat tekintve nehézkes és hosszú elméleti fejtegetések tarkítják őket.

Tekintsük át röviden a legrégebb magyar fizikatankönyveket!(2)

Az első nyomtatásban megjelent természettudományos munka 1667-ben *Pósházi János Philosophia Naturalis* című könyve volt. A 370 oldalas kicsi könyvben nincs ábra, címlapján is csak egy egyszerű metszet látható. Tartalomjegyzéke az elején található. 285 oldala kimondottan fizikával foglalkozik. Ez az első 18 fejezet. A szerző válogat a peripatetikus és a kartézianus fizika elemeiből, amelyek mintegy keverednek könyvében, de ez minden 17. századbeli tudomány esetében így volt. A további 6 fejezetben növénytanról, állattanról és pszichológiáról van szó, amint ez a korabeli természettudományos könyvekben szokás volt, a szerző minden fejezetben külön pontokba szedte a mondandóját. (3)

Az első teljes egészében kartézianusi főiskolai fizikakönyv 1678-ban jelent meg Heidelbergben a debreceni *Szilágyi Tönkö Márton* tollából.(4) A könyv három fő részre oszlik. Az első filozófiai jellegű (*Praeparativa*), ismeretelméleti előkészítés és a kartézianus ismeretelmélet rövid, világos, tankönyvszerű összefoglalás, az arisztotelészi filozófia éles bírálatával. A második rész, a *Physica generalis* teljes egészében a kartézianus fizika tárgyalása, amelyben a szerző definiálja a mozgást és annak okait.

A harmadik rész a *Physica specialis*, amelyben Szilágyi ismerteti az örvényelméletet, értekezik a Földön található elemekről, levegőről, vízről, földről, gravitációról, a különböző ásványokról és a mágnesről, valamint az elektromos vonzóerőkről is. Tehát műve korának viszonyai között igen jó, modern tankönyvnek számított. Azonban a kis könyvben egyetlen ábra sincs, ami nyilván a kezdetleges nyomdatechnikának tudható be.

A következő vázlatosan ismertetett tankönyvben már a newtoni fizika elemei is felfedezhetők. Szerzője *Tőke István* s amint az 1736-ban megjelent *Dogmatikus-kísérleti fizikának* már címéből is kiderül, az oktatásban megjelenik a kísérletezés is (5). A mindössze 224 oldalas kisméretű könyv, címlapján szép metszettel, Marosvásárhelyen jelent meg. A tartalomjegyzék a könyv elején található. A végén névmutató van, és külön ábralapokon már ábrákat is találunk benne. A könyvnek három fő része van. Az első az általános, majd a speciális fejezet következik. A speciális rész utolsó lapjai a kor szokásainak megfelelően itt is a növénytan és az állattan, vagy a „természet három országát” alkotják a könyvben. A könyv azonban itt nem ér véget, hanem találunk benne egy ún. legspeciálisabb részt is, mely nem más, mint a kartézianus fiziológia, illetve lélektan. A test és a lélek kapcsolatának, s általában az érzékelés mechanizmusának leírásán túl még a látásról és a hallásról szóló fejezetek is bekerültek a könyvbe. A szerző minden fejezetben pontokba szedi az ismereteket, s természetesen sok helyen kísérleti útmutatóval köti egybe a mondandóját. Vagyis egy, az adott kornak megfelelő komplex természettudományos tankönyvről van szó.

Az első nagyszombati tankönyvek szerzői *Ádány András*, *Jaszlinszky András* és *Reviczky Antal*. Mindhárom szerző életrajza tipikus jezsuita életrajz, vagyis megfordultak mind Ausztria és Magyarország több iskolájában és néhány évet tanítottak Nagyszombaton filozófiát és azon belül természetesen fizikát is. Az első egyetemi tankönyvek színvonalukat tekintve a korszaknak megfelelő nyújtottak. A fizika területén még erősebben

hajlanak Descartes felé, de már jól ismerik a newtoni fizikát is. Ez Newton mechanikai és fénytani tanulmányaira egyaránt vonatkozik. A fizika többi területe – mint a hőtán és az elektromosság – sem hiányzik a tankönyvekből de ezek természetesen arról is árulkodnak, hogy ezeken a területeken még sok a tisztázni való. Reviczky Antal latin nyelvű könyvének címe: *A természetfilozófia elemei*, amely 1752-ben jelent meg.

Az 1777 és 1945 között megjelent legfontosabb magyar nyelvű, középiskolai fizikatankönyvek

Az 1777-ben kiadott Oktatás-nevelési Rendszer (*Ratio Educationis*) hatására került be a gimnáziumi órakeretbe – a 147 paragrafusban megfogalmazottak értelmében – egy természettudományi nevezett tantárgycsoport: "...a gimnázium két évének első félévében elő kell adni a fizika legfontosabb elemeit, majd pedig a második félévben újra előveszik az ásványvilágot, a harmadikban a növényvilágot, a negyedikben pedig az állatok világát. Mindegyik részhez hozzá kell fűzni a köz hasznára és a mindennapi életben való felhasználására vonatkozó magyarázatokat. De csak módjával, hogy jusson idő az ember részletes tanulmányozására és mindannak megbeszélésére, amely az egészséges életmódra és az egészség megőrzésére szolgálhat." (6) A tananyag kialakításához adott szempontok napjainkban is korszerűnek mondhatók. A kísérletező fizika a 152. paragrafusban szerepel, választható tananyagként.

A *Ratio Educationis* 1806-ban kiadott módosításainak 84. paragrafusában szerepel a természettudományok oktatása a gimnáziumokban, amely azonban fizikát már nem említi mint kötelező tananyagot, amelyen az Entwurf változtat csak. Azonban e néhány évtizedes időszakban is tanítottak fizikát a különböző kollégiumokban.

1777-ben jelenik meg *Molnár János* tollából az a magyar nyelvű fizikakönyv, amely teljes mértékben Newton szellemében készült. Címe: *A természetekről Newton tanítványainak nyomdoka szerint hat könyv*. (7) Az egész munka főcíme: *A fizikának eleje*. Célkitűzése a népszerűsítés. A fizika rész után a könyvben a leggyakoribb természeti jelenségek magyarázata következik egyszerű formában. Az egyes fejezetek végén a szerző kérdéseket tesz fel, amelyekre a válaszokat is rögtön megadja. Képletek, összefüggések alig vannak a könyvben, az igényesebb magyarázatok viszont a lábjegyzetben találhatóak. Az ábrák a 3. és a 6. könyv végén vannak. A kötet komplex módon korának a legfontosabb természettel kapcsolatos ismereteit tartalmazza.

1808-ban jelenik meg *Varga Márton* *A gyönyörű természet tudománya* című könyve (8) Címlapján illusztráció van a kor szokásainak megfelelően, amelyen többek közt látható egy földgömb, a Naprendszer modellje, szivárvány, iránytű stb. Varga Márton három kötetes könyve a természettudományok széles körét öleli fel vagyis komplexnek nevezhető, azonban a legrészletesebb benne a fizika. Az egyes kötetekben szinte minden együtt van, ami a 18. században a fizikát alkotta. Az első két kötetben megtalálható a természet három „országá”, mint a legrégebbi fizikakönyvekben általában, de az akkori idők legmodernebb kémiai ismeretei is helyet kapnak bennük. A harmadik könyv a csillagászatot és a Földet tárgyalja. A címlapján lévő metszeten két gyermek és egy földgömb, azon pedig egy naptár látható.

Érdekes *Tomcsányi Ádám* 1809-ben, Budán megjelent *Értekezés a galván-elektromosság jelenségeinek elméletéről* című latin nyelvű tankönyve is. (9) A Volta-oszlopot 1801-ben fedezik fel, vagyis mindössze nyolc évvel később már főiskolai tankönyvben szerepel. Teljesen komplexen dolgozza fel a könyv az akkor ismert elektromos jelenségek témakörét. Négy nagyobb, fő fejezetből áll, melyek alfejezeteket tartalmaznak. Mondanivalóját a szerző 335 pontba szedi. A két ábralap a könyv végén található, a tartalomjegyzék viszont az elején. Tudománytörténeti érdekességén kívül azért is fontos ennek a könyvnek a tárgyalásmódja, mivel a felvázolni kívánt jelenséget teljes egészében megragadja, annak minden, az adott korban megismert oldalát, aspektusát bemutatja.

1818-ban jelenik meg Kézy Mózes latin nyelvű *Elementa Physicae* című könyve, mely mechanikát, optikát, hőtant, az elektromosságtan akkorban ismert fejezeteit és csillagászatot tartalmaz. (10)

1834-ben Bolyai Farkas, a nagy matematikus is ír egy mindössze 90 oldalas kis könyvecskét *Az arithmetikának, geometriának és physikának eleje a marosvásárhelyi kollégiumbéli alsóbb tanulók számára* címmel. (11) A könyv tárgyalja a betűjelek használatának előnyeit, a különböző szakaszok összehasonlításának módjait, a törteket és a tizedestörteket, a különböző műveleteket, majd az *Alkalmazása az elébbieknek a közönséges életre* című fejezetben szöveges feladatokat tartalmaz, köztük néhány fizikai témához tartozót is. A tananyag feldolgozásához Bolyai több helyen módszer-tani útmutatást is ad.

1838-ban Pápán jelenik meg Tarcsy Lajos *Természettan* című komplexnek mondható könyve. (12) Képlet, összefüggés alig van a könyvben, az ábrák a végén találhatóak. Olvasása kicsit nehézkes a régies, nyelvújítás korabeli szakkifejezések miatt, ellenben szakmai színvonala magas, hiszen szerepel benne a Volta-oszlop, az Oesterd-kísérlet, az elektromágnes, melyek egészen új felfedezések voltak abban az időben.

1844-ben Pesten jelenik meg Schirhuber Móríc *Az elméleti tapasztalati természettan alaprajza* című kétkötetes könyve. (13) Az első kötet címe: A súlyos anyagokról, s a kémiát tárgyalja, a fizikából pedig a mechanika, az anyagi pont, a merev test, a folyadékok, a gázok és a hangtan elemei találhatóak benne. A második kötet A súlytalanokról, és a nagyban mutatkozó tüneményekről címet viseli, s az optika, a hőtan, az időjárás, az elektromosságtan, a Föld szerkezete és a csillagászat elemeit tartalmazza.

Jedlik Ányos könyve 1850-ben jelenik meg Pesten gimnazisták részére, amelynek címe: *Természettan elemei*, külön kiemelve a címlapon, hogy „szöveg közé nyomtatott 384 fametszettel (14). Ami azért érdekes, mivel a korábban kinyomtatott könyvek esetében az ábrák külön ábralapokon szerepeltek, némileg összezsúfolva a könyvek végén. Tartalmát tekintve a könyv a kor színvonalának megfelelő kémiai és fizikai ismeretanyagot tartalmazza. Vegyjeleket használ, de az elemek nevei nem azonosak a napjainkban használatos elnevezésekkel; a fizika részben összefüggéseket nem arányosságokat azonban találunk.

Tanulságos néhány sort szentelni a 1868-ban kiadott, elemi népiskolák részére készített fizika tanterveknek. A tanterv nem törekedett tudományos igényű ismeretek adására, sem különösebb rendszerességre. A természeti jelenségek minimumát jelölte csak ki mint megtanulandó ismeretanyagot, azonban minden esetben szem előtt tartotta a gyakorlati alkalmazásokat. Szerepelt a tantervben az emelő, a csiga, a lejtő, a csavar, a vízvezeték, légnyomásmérő, szivattyú, a szél, a gőz, a harmat, a köd, a felhő, az eső, a jégeső, a hó, az iránytű, a villamosság és a távirda. A feldolgozás módja is egészen korszerűnek tekinthető, mivel a tanterv előírja, hogy a tanító kísérleteket mutasson be és engedje, hogy a tanulók jöjjenek rá a természeti törvényszerűségekre. Lényeges rendelkezése a tantervnek, hogy a tanítást minden esetben a közéletre – gazdasági és házi célokra, illetve a nép körében élő babonák kiírtására – kell alkalmazni. (15)

1870-ben jelent meg Abt Antal *Kísérleti természettan* című könyvének negyedik, javított kiadása a gimnáziumok számára, mely fizikai és kémiai ismereteket közölt, 234 fametszettel a szöveg megfelelő helyein. (16)

1869-ben látott napvilágot Greguss Gyula *Természettan* című könyvének második kiadása „köztanodák” alsó osztályai számára, melynek első része kémiát, a többi fejezete a fizika legfontosabb fejezeteit tartalmazza. (17)

1882-ben készült el Heller Ákos *Physikai földrajz a gimnáziumok 3. oszt. számára* című könyvének második kiadása, mely számos fametszetű ábrát tartalmaz, címlapján a Szaturnusz bolygóval. A könyv érdekessége, hogy a fizikai ismeretek nem a kémiával, hanem a földrajzzal együtt szerepelnek benne. (18)

Figyelemre méltó Antolik Károly 1881-ben Aradon megjelent tankönyve, *A természettan és a természettani földrajz elemei*. Ebben az első fejezetek mai besorolásunk szerint kémiai jellegűek, majd a fizikai alapok, után pedig a földrajzi vonatkozások következnek. A tankönyv három mai értelemben vett tantárgy – a kémia, a fizika és a természeti földrajz – ismeretanyagát tartalmazza. (19)

Hasonló jellegűek az 1896-ban, majd később 1900-ban megjelent *Fizikai és fizikai földrajz* című tankönyvek, melyek a középiskolák 3. osztályai számára íródtak. A fizikai jelenségek, törvényszerűségek tárgyalása után mindkét könyvben az azokkal kapcsolatos földrajzi vonatkozások szerepelnek. Például az elektrosztatikai jelenségek ismertetését, a szokásos kísérleti leírásokat a villámlásról szóló rész követi, a halmazállapotok tárgyalása után a csapadék keletkezése következik.

1906-ban adták ki *Berecz Antal* könyvét, amely Greguss Gyula Természettan című könyvének átdolgozott változata. A kémiai részek ebből teljesen kimaradtak, viszont megjelentek benne az olyan legújabb felfedezések, mint az elektromágneses hullámok a drót nélküli távíró, a telefon és a mikrofon.

Szintén a teljesség szempontjából érdemelnek figyelmet az 1903-ban és 1924-ben megjelent *Kémia és ásványtan* című tankönyvek, amelyek a gimnáziumok 4. és 6. osztálya számára íródtak. A szervetlen kémia és az ásványvilág szerves összekapcsolódását mutatják ezek a könyvek, melyek napjainkban két különböző tantárgy, a kémia és a földrajz területét ölelik fel, igen sok kapcsolódási ponttal. Érdekes az 1910-ben megjelent *Matematikai és fizikai földrajz* című harmadikos gimnazisták számára írt tankönyv. A matematikai földrajz valójában a Föld alakját, az égbolton való tájékozódást, a földrajzi helymeghatározást, az évszakokat és az időszámítás elemeit tartalmazza.

Külön figyelmet érdemel egy 1916-ban megjelent *Kémia és áruismeret* című tankönyv, melyben – igaz, hogy csak a függelékben – de Radioaktivitás címszó alatt helyet kap a katód-, a röntgen-, és a bequerel-f-sugarak is, amelyek mint azt a tudománytörténetből tudjuk – nagyon friss felfedezések voltak. Vagyis alig húsz év telt el a felfedezésüktől már megtaláljuk őket egy olyan középiskolai tankönyvben, ahol a természettudományos tárgyak csak a közismereti tantárgyak szerepét töltik be.

1921-ben jelenik meg *Mattyasovszky Kasszián Fizika a középiskolák felsőbb osztályai számára* című kétrészes tankönyve. Az első rész a 7. osztályosoknak, a második a nyolcadikosoknak készült. Az első rész a mechanikát, a hullámtant, a hangtant és a fénytant tartalmazza. Újdonság, hogy a tankönyv végén megjelennek a tananyagra vonatkozó kérdések, a második rész a hőtanról, az elektromosságtanról, a mágnességtanról és csillagásztanról foglalkozik. (20) A rendkívül magas színvonalú tankönyvekben az olyan legújabb tudományos ismeretek is megtalálhatók, mint a radioaktivitás és ezzel kapcsolatban a kormeghatározás lehetősége, továbbá *Rutherford* 1919-es magátalakítási kísérlete.

1928-ban lát napvilágot az a *Fizika a középiskolák felsőbb osztályai számára* című tankönyv – ugyancsak *Mattyasovszky Kasszián* tollából –, mely a radioaktív sugárzás három fajtáját: az alfa-, béta- és gamma-sugárzást is megemlíti, és azok minbenlétét és különböző hatásait is helyesen tárgyalja. (21)

A középiskolai tanárok, illetve a tankönyvírók tehát tudtak az atomokkal kapcsolatos, akkor merőben újnak és forradalminak tartott elméletekről, mint az *Palló G.* 1992-ben megjelent könyvében is említi, bár ő ennek felsőoktatási vetületét vizsgálta. (22) *Mikola Sándor* 1926-ban megjelent könyvében már tárgyalja a telefon szerkezetét. (23) A telefonhírdísz Budapestten 1893-ban helyezték üzembe *Puskás Tivadar* terve alapján, vagyis az ezzel kapcsolatos ismeretek a középiskolai tankönyvekben három évtizeddel később már természetesen módon vannak jelen.

Az előző, 1868-as tantervhez képest 1905-ben adják ki, majd 1913-ban készítik el az ahhoz kapcsolódó fővárosi tantervet. A lényeges újdonságok a következők: meg kell ismertetni a tanulókat a természet legfontosabb tárgyaival s ezek hasznos vagy káros tulajdonságaival, hogy ezáltal megismerhessék a mindennapi életben előforduló fontosabb természeti jelenségeket a természeti erőket, s megkedveljék a természetet. Gondot kell fordítani a babonák felszámolására, az állatkínzás és növénypusztítás megszüntetésére, ami már a környezetvédelmi gondolkodás előképzésének tekinthető; a tananyagot rendszerezettebben kell feldolgoztatni stb. Megjelennek a tantervi anyagban a balesetvédelmi, balesetmegelőzési vonatkozások, mint a természetes úszás (fürdési szabályok, elsősegélynyújtás a vízben), elsősegélynyújtás napszúrás és fagyás esetében, a korcsolyázásra vonatkozó egészségügyi szabályok, síkos járdák felhívása stb. (24)

Érdekes egy pillantást vetni rá, hogy a népiskolák milyen tankönyveket használtak a két világháború közti időszakban. 1926-ban jelent meg például *Győrffy János Termé-*

szettan és vegytan a katolikus népiskolák felső osztályai számára című munkája, amely egy kis 36 oldalas füzet volt (25). Képlet, összefüggés nincs a kötetben, magyarázó ábra viszont minden lehetséges helyen. Ehhez teljesen hasonló felépítésű *Csurka István Természetan* című könyve, mely 1924-ben Debrecenben már a hetedik kiadásban látott napvilágot. (26)

Az 1934-ben szintén Debrecenben megjelent népközpont Olvasókönyv VI. osztályosok számára szinte minden ismeretet tartalmaz az adott évre vonatkozóan.

Nagy Miklós Elemi fizika a középiskolák III. osztályai számára című tankönyve 1930-ban jelent meg Debrecenben, s a mechanika, hőtan, hangtan, optika és elektromosság-tan elemeit tárgyalja ténylegesen elemi módon. (27) 1941-ben *Nagy Miklós Dombi Bé-lával* együtt dolgozza át az ismeretanyagot jelentősen kibővítve a könyvet. (28) A könyv további érdekessége, hogy a tananyagra vonatkozó kérdések már nem a könyv végén, hanem az egyes fejezetek után találhatók.

Öveges József 1941-ben megjelent tankönyve, a *Fizika a gimnáziumok és leánygim-náziumok VII. osztálya számára* részletesen tárgyalja a hidrogén színeképét, de még a Bohr-modell alapján. A fény kvantumelmélete és a teljes elektromágneses színekép vi-szont már szerepel könyvében. (29)

Még ennél is tovább megy a *Dombi – Nagy* szerzőpáros 1942-ben megjelent tan-könyve melynek címe *Természetan a gimnáziumok és leánygimnáziumok VIII. osztálya számára*. (30) A radioaktivitást, a színeképelemzést, a sugárzás törvényeit, az elektron-difrakciót, melyet 1927-ben ismernek fel, tizenöt évvel a felfedezés után ez a könyv már tárgyalja. Kiegészítésként ugyan, de szerepel a tankönyv végén egy anyagszerkezeti fe-jezet és a relativitáselmélet (1916) alapgondolata is, mindössze huszonhat évvel a felfe-dezése után. Az utolsó oldalakon pedig különböző magfizikai reakciókat tárgyal a könyv és szerepel benne az a gondolat is, hogy az így nyerhető energia milliószorosa lehetne az azonos mennyiségű szén elégetésekor nyerhető energiáknak. A szerzők ezzel kap-csolatban megjegyzik: „Nem csoda, ha a mai energiaforrások kiapadása esetére a tudó-sok az atomközi energiát akarják az emberek szolgálatába állítani!” Vagyis megjelenik a könyvben a természeti erőforrások véges voltának gondolata is, mely napjainkra már minden ember számára érzékelhetővé vált és komoly problémát jelent.

Érdeklődés, hogy az 1940-es évek fizikatankönyveiben a sebesség és a gyorsulás mint első illetve második derivált szerepel, változó mozgások esetében pedig az utat, mint a sebességgörbe alatti területet integrálszámítás segítségével határozzák meg. A könyvekben egy-re több grafikon jelenik meg. (31) Ennek magyarázatát a kor matematika tankönyveinek elemzé-sével találhatjuk meg: nyolcosztályos gimnáziumok hetedik osztályában a differenciálszámítás, nyolcadikban pedig az integrálszámítás elemeit tanítják. Sőt, a nyolcadikos anyagban a komplex számok is szerepelnek. Vagyis az ez idő tájt tanított matematika tananyag magában foglalta az egyetemek és főiskolák első évfolyamán oktatott anyag jelentős részét. Így érthető, hogy miért tartalmazhatták a kor fizikatankönyvei az atomfizika és a hullámmechanika alapelemeit is, hiszen az ezekhez szükséges matematikai ismereteket a tanulók már elsajátították.

A leírtak alapján egyértelműen megállapítható, hogy az új tudományos eredmények viszonylag hamar megjelennek a középiskolai – és nemcsak a gimnáziumi – tan-könyvekben is, továbbá a különböző tudományterületek nincsenek annyira szétzörögve, mint napjainkban.

Az „Új iskola” mozgalom 1922-ben már Magyarországon is megfogalmazta, hogy „ke-vés tárgyat tanuljanak naponta, mert a szakmai szóródás jobban kifárasztja a gyermeket, mint a kevés tárgyra irányuló összpontosulás”. A pedagógiai, pszichológiai alapokat *Nagy László* fedte fel, s az e megfigyelésekből levont pedagógiai következtetések vezet-tek a komplex rendszerű tanítás különböző változataihoz. A tantervi egységeket éleategy-ségek szerint csoportosították.

A II. világháború utáni fizikaoktatás hazánkban a tankönyvek tükrében

Az iskolai órakeretet a specializáció jegyében jó száz esztendeje bontogassák szét tantárgyakra. Az európai országokban a negyvenes évek második feléig a fizikát mint önálló tantárgyat csak a gimnáziumokban és líceumokban oktatták.

A II. világháborút követően a fejlődés az előző időszakhoz képest sokkal több felkészült szakembert kívánt és az átlagembertől is új típusú gondolkodást követelt. A tudományhoz és a technikához való viszonyt át kellett alakítani. Jelentősen kiterjedt a motorizáció, melynek az infrastruktúra látványos fejlesztése teremtette meg a feltételeit. Az emberiség belépett az űrkorszakba, az atomkorszakba, mely egyben aggodalmakat, félelmeket is okozott, s ezek napjainkig ható tényezők. Az emberi munka termelékenységét új technológiák, termelési rendszerek növelték meg. Közben olyan felfedezések és találmányok születtek, melyekről rögtön tudni lehetett, hogy életünket gyökeresen át fogják alakítani. Ilyenek pl. a tranzisztor, a lézertechnika stb. (32)

A közvetlenül a háború utáni első fizikatankönyvet *Öveges József* jelentette meg 1945-ben, (33) melyben már az anyag hullámtermészetéről is ír. Az elektroninterferencia jelenségét a szerző fénykép segítségével szemlélteti és vastag betűvel kiemeli azt is, hogy 1928-ban a hidrogénatommagokkal létesítettek interferenciát, vagyis az a felfedezése után mindössze tizenkét évvel már magyar iskolai tankönyvben szerepel. *Öveges* könyvében *Schrödinger* gondolatai is megtalálhatók, miszerint a szerző az atommag körüli elektronokat mint hullámmozgást fogja föl. De a könyvben a televíziózás alapelemei – a képinformáció felfogása, továbbítása és ismételt képpé történő visszaalakítása – is helyet kapnak. Ez a gondolat 1928-ban született, vagyis a korszak új tudományos eredményei rendkívül gyorsan helyet kapnak ebben a könyvben.

1954-ben új fizikatankönyv lát napvilágot, mely az iskolarendszer megváltozása után készült. (34) Az eddigiekhez hasonlóan ebben a kötetben is megtaláljuk a nemrég felfedezett új tudományos eredményeket. A magfizika elemei is szerepelnek a könyvben, de már nem csak a radioaktív sugárzások és az atommag részei, hanem a maghasadás folyamata is, az alkalmazási (katonai és békés célú) lehetőségek számbavételével.

A maghasadást 1938-ban fedezték föl, tehát 16 évvel később már gimnáziumi tananyag lett nálunk. Az 1959-ben írt változatban már a kozmikus sugárzás is helyet kapott.

Érdekesség, hogy 1958-ban egy mezőgazdasági technikumok számára írt tankönyvben is találunk magfizikai ismereteket, igaz, nagyon röviden, mindössze egy oldalnyi terjedelemben, de a tényt akkor is értékelnünk kell.

Új fizikatankönyv 1968-ban jelenik meg ismét. (35) *Nagy János, Nagy Jánosné és Bayer István* munkájában az eddigiekhez képest új elemnek számít a félvezető-fizika elemeinek ismertetése. Ezeket az anyagokat a vegyészek már a múlt században ismerték, de széleskörű alkalmazásuk csak a tranzisztor 1948-as feltalálása után kezdődött el. Vagyis az új tudományos eredmény 20 év múlva már egyik tankönyvünkben szerepel.

Az új tudományos eredmények-felismerések tehát bizonyos késéssel a tankönyvekben is megjelennek, ám ez az idő egyre inkább rövidülni látszik. Az új ismeretek ha nem is kötelező, kiegészítő, fakultációs keretben történő feldolgozásban bekerülnek az iskolákba. A nyolcvanas években nagyon sok különböző témájú fakultációs keretben történő feldolgozásra szánt rövid tankönyv látott napvilágot. A legújabb tudományos eredmények – mint a lézer, a szilárdtestfizika, a csillagászat stb. új eredménye – inkább ezekben kaptak helyet.

Németh László kísérlete

Németh László a II. világháborút követő években Hódmezővásárhelyen tanított egymástól meglehetősen elütő tantárgyakat, mint magyart, történelmet, egészségtant, vegytant, biológiát, matematikát. Tanítás közben az íróban kialakult egy elképzelés arról az alapműveltségről mellyel véleménye szerint egy művelt embernek bírnia kell, s azt egy érettségiző diáktól számon kellene kérni. Arról is elgondolkodott közben, hogy ezt a műveltséget hogyan, milyen módon kell átadni a diáknak. Széleskörű műveltsége lehetővé tette, hogy egységben lássa a világot és felismerje az egy-egy korszakra jellemző mozgóerőket, a tudomány, a technika a filozófia és a művészetek hatását egy történelmi korszakra, illetve egymásra. Elképzeléseit *A tanügy rendezése* című írásában tette közzé 1945-ben. Az ismereteket ebben négy nagy csoportba sorolta, mai szóhasználattal mondhatnánk: négy tantárgyat alkotott. Ezek a következők voltak: matematika-fizika-vegytan, biológia, történet és nyelv.

A tantárgyösszevonás gondolatához több út is vezetett. Az egyik annak az idővesztésnek az elkerülése, ami ugyanannak az ismertnek a több helyen való tanítása okoz. A másik a tanítás során szerzett személyes tapasztalatai. Pedagógiai írásaiban elmondja ezzel kapcsolatos élményeit. Mint iskolaorvosra, rábízták az egészségtan tanítását. Az akkori tanterv szerint ez heti két óra volt a 6. osztályban. A tanítás során azonban kiderült, hogy biológiát kémia (illetve akkor még vegytan) nélkül nem lehet tanítani. Ez a tantárgy szintén ugyanabban az évben szerepelt az órateremben. Ezt a problémát úgy oldotta meg, hogy az egészségtan órák elején vegytani bevezető volt. A következő évben pedig azt kérte, hogy a vegytant is taníthassa. Ekkor létrehozott egy heti ötórás tárgyat. Az első félévben a vegytan szerepelt, a másodikban pedig a biológia és a kórtan különböző ágai, illetve az ezekből levezethető egészségtan. A vegytan tanítása sok fizikai ismeretet tételezett föl, ám a szükséges ismeretek csak a hetedik és nyolcadik osztályban kerültek elő. Később tehát még egy fizikai bevezető is került a vegytan elé, a matematikai apparátus mellőzésével. Vagyis eképpen létrejött egy komplex természetismereti tantárgy.

Az író úgy vélte, hogy négy könyvben – melyek a következők lettek volna: Történelem, Természetismeret, Matematika, Nyelvek – leírhatók a szóbanforgó ismeretek, ám ez a munkája soha nem született meg. A legtöbb a Természetismeretből készült el. Akkoriban úgy gondolta, hogy a természettudomány tanítása, tanulása történeti úton tűnik a legegyszerűbbnek, ám nem valóságos, hanem úgynevezett „tancélra” idealizált történeti szálal gondolt vezérfonalként. Az egyes tudományágak anyagát ott vonta össze, ahol módszerük, tárgykörük kibontakozik. A tanítás fő feladatának a rendszerezést tartotta.

A természettudományos tárgyak tanításához a következő módszertani alapvetéseket ajánlotta:

A természettudományokat tanító tanárnak nemcsak természettudományos ismereteket kell adnia, hanem azt is meg kell értetnie, hogy az emberiség történetében mi volt ezek jelentősége. A leghatalmasabb gyakorlati következményei a természettudományos ismereteknek vannak, a technika pedig ott jár mindig ezek mögött egyre hatalmasabb alkotásaival. A természettudományok tanításában három fontos módszertani alapelvet kellene követni:

1. Tanítsuk a természettudományokat történelmi perspektívában! Németh László elképzelése szerint mind a fizika, mind a vegytan (kémia), mind pedig az élettan (biológia) történelmi szemléletmódban tanítható. Így a tanuló nemcsak a végeredményt látja, hanem azt is, hogy mennyi kérdés és nagyszerű válasz vetődik egymásra, míg ezek az eredmények megszületnek.

2. Tanítsuk az egyes természettudományos tantárgyakat az egész természetmagyarázat részeként! Az egyes tantárgyak között világos összefüggés van. Az alap a fizika, erre épül a kémia és a biológia.

3. Tanításunk legyen gyakorlati. Magyarazzuk meg azt a technikai hasznot, melyet az egyes felfedezések az emberiségnek jelentettek. Másrészt fejlesszünk ki a tanulóknál bizonyos technikai készségeket. A tanulók saját maguk is végezzenek kísérleteket, ne csak nézzék azokat!

Kísérletek a hetvenes években

A tudományok fejlődése, a felhalmozódott tudásanyag növekedése nem tekinthető lineáris görbének. A fejlődés gyorsuló jellege az egész általános emberi fejlődésre hatással van. (36) Az egyes tudományágak bővülő és egyre mélyebben feltárt fejezetei további differenciálódást váltanak ki. A fejlődés azonban a klasszikus tudományterületek határterületén alakul ki, ami a tudományok integrálódását teszi szükségessé. A természettudományos kutatások közös alapját az atomfizikai kvantummechanikai, magfizikai és elemirész-fizika eredmények szolgáltatják. A természettudományok integrálódási folyamata a következőkben nyilvánul meg:

1. a közös alap feltárása (atomok szerkezete);
2. a közös területek feltárása, kutatása (pl. a biológiailag aktív molekulák kémiai szerkezetének, kollektív elektronállapotainak, biológiai fontosságának vizsgálata, energiatermelő folyamatok kutatása stb.);

3. közös kutatási módszerek és gondolkodási formák kialakítása (pl. modellezés, matematikai formalizmus használata);

4. a határterületek új tudományágainak fejlesztése (pl. geofizika, biofizika, fizikai-kémia);

5. az oktatás területe (egységes természettudományos világkép kialakítása az alapvető összefüggések és törvények feltárásával).

Már nem lehet arra törekedni, hogy az iskolai tananyagba bekerüljenek egy-egy tudományterület napi friss eredményei, hiszen erre a tankönyvek és tanítási idő korlátozott terjedelme miatt nincs lehetőség. Egyébként is, azok a technikai eszközök, természettudományos ismeretek, amelyek a 21. század életét esetleg alapvetően befolyásolják, meglehet, napjainkban még meg sem születtek. (37) Ezért a tantervek készítésekor és az azokhoz kapcsolódó tankönyvek megírásakor ezt a 18–19. században megjelenő, akkor nagyon modern és a haladást nagy mértékben elősegítő törekvést nem lehet tovább alkalmazni.

A tantervi tervezés terén nemzetközi viszonylatban széleskörű integrációs törekvések jelentek meg a hetvenes években. A készülő tantervekben általában a következő fogalmak találhatók: az anyag szerkezete, szabályozása, illetve az energiafogalom és a modellezés (ami azonban inkább magyar jellegzetesség) alapelveként való használata.

Három fő csoportot lehet ezekben megkülönböztetni:

1. mozaikszerű fejezetekből álló tantárgy, melyben az egyes fejezetek között nincs logikai kapcsolat;

2. kauzális felépítésű tantárgy, mely pl. anyagszerkezeti vagy egyéb, mondjuk energetikai alapon foglalkozik a természettel;

3. alkalmazás jellegű tantárgy, vagyis amely valamilyen gyakorlati cél elérése érdekében foglalkozik a természettudománnyal. (38)

Hazánkban a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával a hetvenes évek elején kezdődtek el az integrált tantárgy középiskolai bevezetésére történő kísérletek. Az indítatás állami jellegű volt és az 1972-es oktatáspolitikai párthatározatban a következő megfogalmazásban jelent meg:

„Keresni kell a jelenlegi tantárgyi szétaprózottság felszámolásának útjait, a több tudományág keretébe tartozó és jelenleg különböző tantárgyakban oktatott ismeretanyag közös tantárgy keretében történő integrált oktatásának lehetőségét.” A természettudományos nevelés célját a Magyar Tudományos Akadémia Elnökségi Közoktatási Bizottsága következőképpen foglalta össze:

1. A természettudományos érdeklődés felkeltése, a természettudományoknak az egyetemes kultúra részeként való bemutatása. Fopozott gondot kell fordítani ezért a gyermekek motiválására, figyelembe kell venni pszichológiai fejlettségüket, az óvodai világból, a közvetlen tapasztalatból kiindulva kell felépíteni a világ természettudományos szemléletét.

2. A világ természettudományos megismerési módszere, az objektív tapasztalat, a lényeges kapcsolatok kiemelése, a modellalkotás gyakoroltatása példákon keresztül.

3. Az anyag mozgásában megnyilvánuló egyetemes elvek ismerete. Kiszámú, de általánosan alkalmazható elveket tanítsunk. A tanulóknak ezeket élményszerűen, felfedezési-szituációban kell felismerniük és azok önálló alkalmazását kell elsajátítaniuk.

4. A tanulók az egyetemes elvek alapján tájékozódni tudjanak a világban, a természeti és technikai környezetben.

A természettudományos műveltség tartalmát a következő négy alapelve építették:

1. az anyag mozgástörvényei;

2. az anyag struktúrája;

3. az anyag története, evolúciója;

4. az élő anyag speciális jellemzői.

A kidolgozáskor a nemzetközi tapasztalatokat és az eddig elért eredményeket is messzemenően figyelembe vették. A legnagyobb hatást talán az angol iskolarendszer korszerűsítésében fontos szerepet játszó *Nuffield* oktatási kísérlet gyakorolta. Ennek a kurzusnak a lényege leginkább úgy jellemezhető, hogy az élettelen anyagok tulajdonságaival foglalkozik és azzal, hogy azok mennyiben függnek a felépítő atomoktól és mole-

kuláktól, illetve az atomok és molekulák közti kölcsönhatástól és azok energiáitól. Elsősorban a kémia és fizika együttes tanításáról van szó ebben az esetben.

Az általános iskolai természettudományos oktatás célja, hogy az általános természettörvények felismerésének útját is végigjárva, a tanulóknban önálló továbbfejlesztésre alkalmas természettudományos világképet alakítson ki. Ezt úgy próbálták elérni, hogy az 1-5. osztályban egy egységes természetismeret tantárgyat iktattak az óratervebe, a 6-8. osztályban pedig önálló tantárgyakként, ám egységes természettudományi rendszerre komponálva – folyt volna tovább a fizika, a kémia, a földrajz és a biológia tanítása.

Ez a terv az integráció felé tett első lépés lett volna, melynek tapasztalatai alapján lehetett volna kialakítani a távolabbi jövő esetleges magasabb fokú integrációját. Már ekkor felvetődött azonban az a kérdés, mely mindmáig megoldatlan: a tanári szakpárosítások rendszerének gyökeres átalakítása, melyet érdemes lenne újból átgondolni.

Az alsó tagozatban bevezetett természetismeret tantárgy feladata a gyermekek közvetlen tapasztalatainak, később tudatos megfigyeléseinek és tervszerűen vezetett kísérletek útján szerzett ismereteinek feldolgozása, rendszerezése és az általános következtetések levonása. Vagyis nem a szaktárgyak – fizika, kémia, biológia, földrajz – ismeretanyagának egy részét adta volna át, hanem a gyermek tapasztalati körére támaszkodva, azon belül maradva, a világ természettudományos szemléletének alapjait rakta volna le. A tárgy nagy mértékben manuális foglalkozásokon, nem pedig megtanulandó leckeanyagokon alapul.

A 6. osztálytól kezdődően fokozatosan a hagyományos értelemben vett tantárgyakra válnak szét a természetismeret elemei.

A fizika 6-8. osztályban heti 2-2-2 órás tantárgy lesz, melynek feladata az anyag néhány nagyon általános mozgástörvényének tapasztalati úton történő felismertetése és a természeti jelenségek kvalitatív értelmezése e törvények alapján. A három év anyaga az energia, a töltés és a lendület megmaradása köré csoportosítható. Az energia témaköréből a hőközlés, hőmérséklet témakört kívánatos előrehozni hiszen ezekre a fogalmakra az anyagcsere tanításánál a biológiának is szüksége van a 6. osztályban. A kémiában a reakcióhő 7. osztályban történő tárgyalásához, továbbá e tárgy előkészítéséhez szükséges az elektromos töltés (ionok, elektronok stb.) fogalma is.

A kémia tanítására a 7-8. osztályban kerül sor heti 2-2 órában. A 7. osztály tananyaga az általános kémia és az anyagszerkezeti kérdések tárgyalása, a 8. osztályban a szerves és szervetlen kémia. A tananyag tárgyalása során a lexikális ismeretekkel szemben az átfogó elvek, törvényszerűségek alkalmazása a fő cél.

A biológia a 6-8. osztályba került, heti 2-2-2 órában. A tananyagot a 6. osztályban az ökológia, 7.-ben az élettan, míg a 8.-ban az evolúció képzik. A biológia oktatása valójában már az első osztálytól folyik, ám az MTA munkatársai azt vették alapul, hogy az akkori, de tulajdonképpen még a jelenlegi oktatási rendszerünkben is az általános iskolát végző tanulók közel 70%-a nem foglalkozik későbbi tanulmányai során biológiával. Ezért ennek a műveltséganyagnak egyfelől nyitottnak, másfelől azonban mégis egészen kell lennie. A gyerekeket az élet, az élőlények tiszteletére kell nevelni, de az egészséges életmód kialakításához az emberi szervezet felépítésének és működtetésének megismerésére is gondot kell fordítani.

A magyar kísérletben a gimnáziumokban az anyagszerkezet tantárgy alapozza meg a többi természettudományos tantárgyat, mely komplex, integrált tárgy, s fizikai és kémiai ismereteket tartalmazza. Ez a tárgy a kurzus első évében szerepel, heti 4 órában. Az e tantárgyhoz készült kísérleti tankönyv végén már megtalálhatók a molekuláris biológia alapelemei is. Módszertani szempontból fontos alapeleme a tárgynak a modellalkotás mint tudományos megismerési módszer, melyet megpróbál a készség szintjére emelni a tanulóknban. Az első félévben az anyagot felépítő részecskéket apró rugalmas golyókkal modellezik a tanulók. Kiaknázzák ennek a modellnek minden lehetőségét, majd felismerik korlátait. Olyan jelenségekkel szembesülnek, amikor ez a modell már nem alkalmazható.

A kémia önálló tantárgyként csak a második osztályban jelentkezik hiszen az általános kémiai ismereteket az anyagszerkezet tantárgy keretében sajátítják el a tanulók. A tananyagot a szerves kémia képzik, melynek kettős célja van: korszerű kémiai ismeretek nyúj-

tása és a biológia megalapozása. A biológia ezért csak a harmadik osztályban jelenik meg mint önálló tantárgy.

A fizika szintjén különváltan jelenik meg a második osztályban a mechanikával, és gyakorlatilag a hagyományos módon építkeznek tovább. A harmadik osztály anyaga az elektromosságtan.

A negyedik osztályban ismét megjelenik egy részben integrált tantárgy, mely az anyagfejlődést is tartalmazza az ősröbbanástól napjainkig.

Eredmények a nyolcvanas évektől kezdődően

1981-ben végül nem került bevezetésre az integrált tantárgyak egyike sem, de az új fizikatankönyvek ekkor íródtak változataiban az akadémiai kísérlet tapasztalatainak elég sok eleme felfedezhető. A legtöbb esetben a törzsanyaghoz tartozó fejezetekben ugyan, de bekerülnek komplex részek is. A tanítás során azonban elsősorban a kémia-fizika szakos tanároknak széles lehetőségük van a két tantárgy közötti kapcsolat megteremtésére. Az első és negyedik osztályban az addig a középiskolai oktatásból kiszoruló atomfizikai és kémiai ismereteket lehet összekapcsolni, az elsős hőtant a kémiában oktatott reakciókinetikával, vagyis a fizikai-kémia elemeivel. Azonban ilyen szakpárosítással rendelkező tanár kevés van. Negyedik osztályban a statisztikus fizika elemeinek felhasználásával az élet alapvető kérdéseit lehet tisztázni termodinamikai szempontból. A gimnáziumi fizika záró fejezete, az anyagfejlődés pedig mind a négy természettudományos tantárgy: a fizika, a kémia, a biológia és a földrajz alapjait áttekinti.

A kapcsolatteremtés kiépítése- a tantervi útmutatók szerint – szaktanári feladat. Ez azt jelenti, hogy az egyes tantárgyak tananyagát nem lehet elszigetelten hagyni egymás mellett, hanem meg kell keresni a kapcsolódó szálakat, a különböző csomópontokat és azokat egymáshoz kell fűzni. Ezért a többi természettudományos tantárgyhoz tartozó tankönyvet át kell tanulmányozni; ez a tanári tervezőmunka, a felkészülés egyik alapfeltétele. Az új ismereteket bele kell ágyaznia a tanárnak a tanulók már meglévő ismeretanyagába. Ezzel az ismeretek megértését, több oldalú megvilágítását, megszilárdítását, alkalmazását segítjük elő, vagyis a tanítás-tanulás hatékonyságát növeljük. (39) A tanterv csak koordinációra, annak lehetővé tételére törekedett. Azonban ez is csak akkor lehetséges, ha a tanárképzés során ezeket az elemeket a tanárok ismeretanyagába is beépítjük.

Az integrációs törekvésekből a legtöbb vonást talán az alsó tagozatosok számára készült környezetismeret tantárgy mutatja, mely sok olyan fontos fogalom elemi szintű előkészítését magára vállalja, de nemcsak a természettudományok köréből. A megismerés alapvető fogalmait is megtalálhatjuk a különböző évfolyamok számára írt munkafüzetekben.

A gimnáziumok részére ajánlott, bevezetőként szánt anyagszerkezet tantárgy nem valósult meg. Külön van a fizika heti 2 órában és a kémia heti 2 órában.

A kielencvenes évek oktatási kihívása

A különböző tudományos, természettudományos diszciplínák a tudomány valóságos gyakorlatában és a tudománytörténetben kevésbé válnak szét, mint arra az első részben a 18. századi tankönyvek elemzésekor rámutattam. A hagyományos iskolai tantárgyi szerkezetben viszont néhány kivételtől eltekintve, sajnos, ma a szétválás folyamata folytatódik tovább. Pedig napjainkban a tudományok differenciálódásának és integrálódásának egyszerre vagyunk tanúi. Ebből a kettős tendenciából az oktatás azonban csak a specializálódást ragadja meg, bár az ismeretek mennyiségének rohamos növekedését már régóta képtelen követni.

A 20. században épp a tudományok határterületeit elfoglaló diszciplínák lettek aktuálisak: mint például a kvantummechanika, mely a fizikához és a kémiához egyaránt hozzátartozik a molekuláris genetika, mely kémia és biológia is egyben, az űrkutatás, melyhez fizika, csillagászati és földrajzi ismeretek szükségesek, a lemeztektonika, melynek megértése a fizikai és földrajzi ismereteket is igényli; a klímaváltozások értelmezéséhez pedig fizikai, meteorológiai, kémiai és földrajzi ismeretek egyaránt szükségesek. A tudományterületek merev szétparcellázása a 19. század vívmánya” volt, amit a tanárképzési

rendszer átörökölt. Pedig például a magfizikában épp a régi alkímisták álma válhat valóra, hogy egy teljesen extrém példát említsek. A témával kapcsolatban *II. János Pál* szavait is idézni kell, melyeket a *A Galilei-ügy: A fájdalmas félreértés immár a múlté...* című dokumentum kapcsán mondott 1992. októberében: "Gratulálnom kell a Pápai Tudományos Akadémiának, azért, hogy plenáris ülés napirendjére igen fontos és aktuális témát tűzött ki, nevezetesen a komplexitást a matematikában, a fizikában, a kémiában és a biológiában. A komplexitás téma felmerülése ma talán ugyanolyan fontos mérföldkő a tudomány történetében, mint Galilei fellépése volt egy olyan korszakban, amikor úgy látszott, hogy a világrendet egyetlen modell képes helyesen leírni. A komplexitás fogalma ugyanis pontosan azt tükrözi, hogy a valóság jelenségeinek sokaságáról csak több modellre támaszkodva lehet számot adni."

A gyermek számára a valóság egységes, tanulmányai kezdetén nincs, nem létezik számára külön fizikai, kémiai, biológiai, földrajzi világ. A természet egységes egészként jelenik meg. Az analitikus látásmódra a tanítás során csak mi, tanárai vezethetjük rá. Ez bizonyos mértékig nem baj hiszen ténylegesen különböző aspektusai, tárgyalási lehetőségei, fogalomkészletei vannak az egyes tudományterületeknek, amelyek mind a valóság egy-egy elemét ragadják meg. De ha a későbbiek során a gyermek 10 éves korától kezdve, egyedül ez az analitikus tárgyalásmód, a merev tantárgyakra szabdaltság határozza meg a tanulást, az ismeretszerzést, akkor az eredeti egység széttörik. A kizárólagos tárgyalásmód torz természetkép kialakulásához vezet, tehát mindenképpen szükség van a kép újbóli összerakására, az egységes egész bemutatására.

A nagy társadalmi átalakulások melyek nálunk és a környező országokban is végbe mennek, új kihívások elé állítják az iskolákat. Az oktatás sokszínűsége jelenik meg a mai magyar iskolarendszerben. A zömmel állami iskolák és kevés egyházi iskola mellett megjelennek a magániskolák is. De az állami iskolák is rendkívül széles körben bővíthetik oktatási kínálatukat. A kísérletező kedv a pedagógusok körében igen nagy. Megszűnőben vannak az eddig mereven létező 8+4-es, vagy 8+3-as, illetve a 6+6-os iskolaszervezetek, a 12 osztályos iskolák, de vannak egyéb elképzelések is, mint 10+2 vagy a 8+4+1 szerkezet: ez utóbbinál a plusz 1 az ún. ötödéves képzésre utal, ami adott témában, adott állások betöltéséhez nyújt megfelelő szakképesítést.

Az iskolák és azon belül a pedagógusok szabadsága is nagy mértékben megnövekedett. Ezentúl nem írja elő senki, hogy milyen tankönyvekből kell tanítani, milyen tanítási módszereket kell használni órákon és milyen sorrendben kell tanítani az egyes anyagrészeket. A lényeges, hogy milyen határfokú az oktatás, mennyire tudják a gyerekek elsajátítani a tananyagot. És ezt, az elsajátított ismereteket kell központilag megmérni az adott életkorokban.

A világgép kialakítása a végső cél, vagyis nem a meglévő tantárgyak, tudományterületek logikai szerkezete az érdekes, hanem a külvilág belső modelljét akarjuk felépíteni a gyerekekben a tanítás során. Ezt úgy érhetjük el, hogy a világgép totalitását képviselő ismeretek, struktúrák szerves rendszerét részrendszerekre bontjuk fel, lehetőleg komplex tantárgyakat alkotva. (40)

A pedagógiai irodalomban a komplexitásra való törekvés nagyon sok cikkben, írásban megjelenik, míg a különböző szaktárgyi publikációkban kevesebbet lehet olvasni ilyen témájú írásokat. Ez valószínűleg azzal lehet összefüggésben, hogy a szaktárgyakkal foglalkozók elsősorban egy adott, viszonylag szűkebb területét vizsgálják az iskolai nevelési-oktatási rendszernek, míg a pedagógia művelői sokkal többet foglalkozhatnak az egész rendszerrel és az egész személyiséget, illetve annak fejlesztését tartják elsősorban szem előtt. Így felfedezik azt, hogy a mai merev tantárgyi struktúrákban sok idő pazarlódik el a különböző átfedésekre, az összetartozó dolgok ilyenformán széttöredeznek. Az ismertek a szintézis hiányában nem állnak össze egységes világgéppé. (41)

Azonban például komplex – a zenével, a képzőművészetekkel és az irodalommal egyszerre foglalkozó – esztétikai nevelésről egyre többet olvashatunk napjaink pedagógiájával, iskoláival foglalkozó írásaiban. Ezzel kapcsolatban visszatekintünk a 20. század első felében virágzó Bauhaus növendékeire, akiknek bármilyen művészeti ág megismerése volt is céljuk, egy évig az úgynevezett „alapkursusra” jártak, csak utána döntötték el, hogy ki merre haladjon tovább. Az oktatás célja a világ jelenségeinek egységes szemlélete, komplex művek létrehozása, a sokoldalú tapasztalatok szerzése volt. (42)

A pedagógiai szakemberek részéről az 1981-ben bevezetett új természettudományos tanterv után is felmerülnek a tantervi integráció gondolatai. 1984-ben *Báthory Zoltán* így írt: „A nevelésben rokon területek ésszerű, együttes tervezését több szempontból is indokolhatjuk. Az iskolai nevelés és a tanítás-tanulás személyiségközpontú, interaktív szemlélete csak egy példa erre. A nevelési céloknál konkrétabban jelenik meg ez a probléma tantárgyaknál...” (43) A szerző ismételten felveti az iskolai műveltség tartalom minőségi és strukturális megváltoztatásának, újrendezésének, újrendezésének, a tartalmilag rokon területek együttes tanításának, és más alternatíváknak az igényét. A neveléstudománynak mindenképpen foglalkoznia kell a tantárgyi integráció megoldásával, mivel a társadalmi fejlődés nyomvonalát ezen a módon lehet követni. Az „atomizált” tantárgyi rendszer hazánkban megnehezítette, sőt időlegesen lehetetlenné tette azt, hogy az integratív megközelítés váltják meghatározóvá legalább a tervezés szintjén. Egy permanens fejlesztéstől kell várni ezen elvek megvalósulását, amelyek pedig korábban, a tantervi korszerűsítés idején már adottak voltak, mint lehetőségek.

Az emberiség történetében eddig felhalmozott ismeretanyagot a NAT műveltségi területekre osztja. Tantárgyakat ezek figyelembevételével az adott iskola saját maga alakíthatja ki, hiszen az oktatás csak tantárgyakra bontva történhet. Azonban, hogy egy iskola milyen tartárgystruktúrát alakít ki, abban megfelelő – személyi, anyagi – feltételek esetében rendkívül nagy szabadsága lehet. Azaz dönthet úgy is, hogy a természettudományokat egységesen egy tantárgyba tömöríti. A közoktatási törvény lehetővé teszi, hogy az általános képzés keretében a korábbinál többféle tanulmányok folytatására, képességek fejlesztésére adjon alkalmat az iskola. Ennek érdekében a Nemzeti Alaptanterv nem merev tantárgyi rendszert ír elő, hanem műveltségi területeket, amelyeken képzést kell folytatni a kötelező oktatás keretei között, viszonylag rugalmasan kezelve az egyes műveltségi területeket, amelyeken képzést kell folytatni a kötelező oktatás keretei között, viszonylag rugalmasan kezelve az egyes műveltségi területeken belül megfogalmazható tantárgyak körét” (III/2.rész). Az általános alapképzés területei közt a 7. helyen szerepel a természetismeret, amely b) részének végén a következő olvasható, „A tanulókat el kell juttatni a fizika és a kémia, a biológia és a kémia, és ezzel együtt a természettudományok egységességnek felismeréséhez.”

Az oktatásban megjelenő sokszínűség jegyében létjogosultsága van olyan programoknak is, ahol az egyes tantárgyakat komplex módon tanítják. A természettudományos nevelés területén – megfelelő alternatív programok, tankönyvek használatával – megoldhatónak látom a kérdést, minden életkori szinten. Komoly problémát jelent hazai viszonylatban, hogy ilyen jellegű komplex természetismereti tantárgyat kik fognak, kik tudnak tanítani. Ehhez nyilván némileg át kell alakítani a hazai tanárképzés szerkezetét, meg kell újítani a tanárok továbbképzési rendszerét. A jelen helyzetet alapul véve, miszerint a szaktanároknak egy, illetve két természettudományos szakjuk van, amelyet tanítani tudnak, ez az elképzelés csak úgy valósítható meg, ha több tanár tanítja egy osztályban ezt a tantárgyat. Ez órarendi nehézségeket jelent ugyan, de a gyerekek világképének formálása érdekében talán megéri.

A tanárképzés megújítása és a komplex szemléletmód érvényesítése nem csak hazánkban jelent problémát. Ennek érzékeltetésére ime egy idézet: „A tantervek reformja és a változásokat megjelenítő új tantervek elkészítése gyakran kifulladás, mivel kezdeményezőik megragadnak a tantárgyi problémák általánosságairól és a szakmai érdekek érvényesítésének részleteiről folytatott vitákban. Természetesen szükséges, hogy megkülönböztetett figyelmet szenteljenek az egyes tudományok ismeretanyagát összekapcsoló komplex tantárgyaknak az egyetemi tanszéki rendszert leképező tantárgystruktúrák helyett. Amikor azonban a reformerek energiája arra koncentralizálódik, hogy az iskolában közvetített ismeretanyagot az egyetemi tanszékek struktúrájához igazítsák, az azzal a veszéllyel jár, hogy a vita az egyes tantárgyaknak szentelt óraszám újraelosztására korlátozódik.” (*W.Mitter*)

A természettudományos tanárképzés megújítása úgy képzelhető el, hogy a tanárjelölt alapképzést kap a természettudomány minden területéről, előadásokkal, szemináriumokkal, labor- és terepgyakorlatokkal egybekötve.” „A természettudományok különböző

pontokról indultak el, különböző jelenségkörök törvényeit kezdték kutatni. Évszázadok folyamán a matematikus, csillagász, fizikus, kémikus, biológus, pszichológus más-más mélységeig hatolt be, mindegyikük egy-egy független, önmagában is csodálatos világot tárt fel. Eppen a mi nemzedékünk osztályrésze, hogy szemtanúja lehet a részletek egymásba kapcsolódásának. A képek összeillenek. Egysége által még lenyűgözőbben bontakozik előttünk az a színjáték, amelynek mi nézői és egyúttal szereplői is vagyunk.” (44)

JEGYZET

- (1) *Németh L.*: A kísérletező ember. Magvető és Szépirodalmi Könyvkiadó, Budapest, 1973.
- (2) *Zemplén J.*: A magyarországi fizika története a XVIII. században. Akadémia Kiadó, Budapest, 1964.
- (3) *Philosophy Naturalis*, Sárospatak, 1667.
- (4) *Szilágyi M.*: Philosophiae. Heidelberg 1678.
- (5) *Tóke S.*: Philosophiae naturalis dogmativ-experimentalis. Marosvásárhely, 1736.
- (6) *Mészáros K.*: Ratio Educationis-hoz. 1777-i és az 1806-i kiadás magyar nyelvű fordítása. Akadémia Kiadó, Budapest, 1981.
- (7) *Molnár J.*: A természetiokról Newton tanítványainak nyomdoka szerint hat könyv. Pozsony-Kassa, 1777.
- (8) *Varga M.*: A gyönyörű természet tudománya. Nagyvárad, 1808.
- (9) *Tomcsányi Á.*: Értekezés a galván-elektromosság jelenségeinek elméletéről. Budapest, 1809.
- (10) *Kézy M.*: Elementa Physicae. Sárospatak, 1818.
- (11) *Bolyai F.*: Az arithmetikának, geometriának, a physikának eleje a marosvásárhelyi kollégiumbéli alsóbb tanulók számára. Marosvásárhely, 1834.
- (12) *Tarczy L.*: Természettan. Elemi ismeretek természettudományból. Pápa, 1839.
- (13) *Schirkhuber M.*: Az elméleti s tapasztalati természettan alaprajza. Pest, 1844.
- (14) *Jedlik Á.*: Természettan elemei. Pest, 1850.
- (15) *Garami K.*: Tantárgytörténeti tanulmányok. Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.
- (16) *Abt A.*: Kísérleti természettan a középtanodák számára. Pest, 1870.
- (17) *Greguss Gy.*: Természettan. Pest, 1869.
- (18) *Physikai földrajz a gimnáziumok III. osztálya számára.* Atheneum Nyomda, Pest, 1882.
- (19) *Antolik K.*: A természettan és a természeti földrajz elemei. Arad, 1881.
- (20) *Mattyasovszky K.*: Fizika a középiskolák felsőbb osztályai számára. 1921.
- (21) *Mattyasovszky K.*: Fizika a középiskolák felsőbb osztályai számára. 1928.
- (22) *Palló G.*: Radioaktivitás és a kémiai atomelmélet. Akadémia Kiadó, Budapest, 1992.
- (23) *Mikola S.*: Fizika a gimnáziumok és a leánygimnáziumok III. osztályai számára. Egyetemi Nyomda, Budapest, 1926.
- (24) *Garami K.*: i.m.
- (25) *Györffy J.*: Természettan és vegytan a katolikus népiskolák felsőosztályai számára. Szent István Társulat, Budapest, 1923.
- (26) *Csurka I.*: Természettan – a vegytan elemeivel. Debrecen, 1924.
- (27) *Nagy M.*: Elemi fizika középiskolák III. osztályai számára. Debrecen, 1930.
- (28) *Nagy M. - Dombi B.*: Természettan a gimnáziumok és leánygimnáziumok III. osztályai számára. Debrecen, 1941.
- (29) *Öveges J.*: Fizika a gimnáziumok és leánygimnáziumok VII. osztálya számára. Szent István Társulat, Budapest 1941.
- (30) *Dombi B. - Nagy M.*: Természettan a gimnáziumok és leánygimnáziumok VII. és VIII. osztálya számára. Tiszántúli református egyházkerület könyvnyomda vállalata, 1942.
- (31) *Arató J.*: Természettan I., Kőszeg, 1941.
- (32) *Mihalka I.*: Irányzatok a természettudományos nevelés második világháború utáni fejlődésében. Új Pedagógiai Szemle, 1993.1.sz., 3-24.p.
- (33) *Öveges J.*: Fizika a gimnáziumok és leánygimnáziumok VIII. osztályai számára. Szent István Társulat, Budapest, 1945.
- (34) *Bodó Z.-Bor.P.-Gada J.-Hauza T.-Párkányi L. -Tamás Gy.*: Fizika az általános gimnázium IV. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1954.
- (35) *Bayer I.-Nagy J.-Nagy Jné.*: Fizika a gimnázium IV. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
- (36) *Salamon Z.-Sebestyén D.*: A természettudományos tantárgyak integrált oktatásának néhány kérdése. Magyar Pedagógia, 1979.2.sz. 144-156.p.
- (37) *Marx Gy.*: Jövönk az Univerzum. Magvető Könyvkiadó, Budapest, 1969. *Szabó Á.*: A fizika mint iskolai tantárgy. Fizikai Szemle, 1991. 1.sz., 29-32.p.
- (38) *Salamon Z.-Sebestyén D.*: i.m.
- (39) *Balázs L.-Varga E.-Victor A.*: Tantervi útmutató. Kémia 7-8. osztály Tankönyvkiadó, Budapest, 1979. *Franyó K.*: Tantervi útmutató. Biológia 6-8.osztály Tankönyvkiadó, Budapest,

1982. *Ormainé J.S.*: Tantervi útmutató, Földrajz 6-8.osztály. Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.
- (40) *Gáspár L.*: Egységes világkép, komplex tananyag. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
- (41) *Báthori Z.*: A tantervi korszerűsítésről a permanens fejlesztés meghirdetéséig. *Pedagógiai Szemle*, 1984.9.sz., 805-817.p. *Báthori Z.*: Az alaptanterv és a közoktatás szabályozása. *Új Pedagógiai Szemle*, 1991. 2.sz., 5-13.p. *Benédek A.*: Tartalmi fejlesztés és tantárgyi rendszer az általános iskolában. *Pedagógiai Szemle*, 1988. 7-8. sz., 622-630.p. *Faludi Sz.*: Néhány szó az integrált oktatásról. *Módszertani Közlemények* 1988. 3.sz., 129-133.p. *Faludi Sz.*: A tantárgyak összevonása kérdéseiről. *Ma és Holnap*, 1989. 2.sz. 181-190.p.
- (42) *Kárpáti A.*: Tantárgyintegráció az esztétikai nevelésben. Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.
- (43) *Báthori Z.*: A tantervi korszerűsítésről..., im.
- (44) *Marx Gy.*: i.m.

TOVÁBBI FELHASZNÁLT ÉS AJÁNLOTT IRODALOM:

- Balogh K.*: Természetan a népiskolák 6. osztálya számára. Debrecen, 1934.
- Balogh L-né.*: Szerkezetváltás a középiskolában. *Iskolakultúra*, 1991.1.sz., 57-61.p.
- Bartal A.-Fürstné K.E.*: Alternatív program 10-18 éveseknek. *Iskolakultúra*, 1992. 8.sz., 36-43.p.
- Bodács i.-Mattyasovszky K.*: A fizika elemei a gimnázium és reálgimnázium III., a leánygimnázium és leányliceum IV. osztálya számára. Szent István Társulat, Budapest, 1928.
- Bodrossi L.-Szilády Z.*: Kémia és ásványtan a leánygimnázium VII. osztálya számára. Egyetemi Nyomda, Budapest, 1930
- Bodrossi L.*: A kémia és ásványtan a leánygimnázium V. osztálya számára. Egyetemi Nyomda, Budapest, 1931.
- Csekő Á.-Jeges K.*: Természetan a líceum 4. osztálya számára. 1941.
- Dancsházy G-Sándor J.*: Kémia és áruismeret. Franklin Társulat, Budapest, 1916.
- Dokumentum: A galilei-ügy: A fájdalmas félreértés immár a múlté. *Fizikai Szemle*, 1993. 7. sz. 276-280. p.
- Fizika. Mezőgazdasági technikumok tankönyvei. 1958.
- Ifj. Gazda K.-Sain M.*: Fizikatörténeti ABC. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- Gröguss Gy.-Berecz A.*: Természetan. Athenaeum Nyomda, Budapest, 1906.
- Lévay E.*: Matematikai és fizikai földrajz a gimnázium III. osztálya számára. Szent István Társulat, Budapest, 1910.
- Lévay E.*: A csillagászati és fizikai földrajz elemei. Szent István Társulat, Budapest, 1921.
- Lóky B.*: Geometria a gimnázium és reálgimnázium VII-VIII. osztálya számára 1930.
- Lovas A.-Sárközy P.*: Mennyiségtan a gimnázium és leánygimnázium VII. osztálya számára. Franklin Társulat, Budapest, 1941.
- Makay I.*: Fizika és fizikai földrajz a gimnázium III. osztálya számára, Franklin Társulat, Budapest, 1900.
- Mérey Gy.*: Mennyiségtan a gimnázium és leánygimnázium VIII. osztálya számára. Franklin Társulat, Budapest, 1941.
- Németh J.*: Előszó Németh László töredékhez. *Fizikai Szemle*, 1985.9.sz.335-336.p.
- Németh L.*: Pedagógiai írások. Kriterion Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- Radnóti K.*: Komplex természettudományos nevelés lehetőségei a magyar oktatásban. Kandidátusi értekezés, 1993.
- Reviczky A.*: *Elemente Philosophiae. Tyrnaviae*, 1752.
- Schmidt Á.*: Fizika és fizikai földrajz a középiskolák III. osztálya számára. Lampel Róbert Könyvkereskedés, Budapest, 1896.
- Simonyi K.*: A fizika kultúrtörténete. Gondolat Kiadó, Budapest, 1986.
- Szathmáry L.-Vásony L.*: Kémia és ásványtan a polgári fiúiskolák IV. osztálya számára. Lengyel Róbert Kiadóvállalat, Budapest, 1924.
- Szterényi M.*: Ásványtan shemia a gimnázium IV. osztálya számára. Lampel Róbert Könyvkereskedés, Budapest, 1903.
- Varga M.*: A csillagos égnek és a Föld golyóbisának leírása. Nagyvárad, 1809.
- Zátonyi S.*: Egymásra utalt tantárgyak, *Iskolakultúra*, 1992.5.sz., 1-9.p.