

# **A fizika tanítása a progressio szempontjából.**

Írta: Salamon Ernő.

A bevezető értekezés a nevelőiskolák, tehát az elemi és középiskolák céljául azt tűzi ki, hogy azok észlényeket neveljenek. Ezt a célt az iskola csak úgy érheti el, ha a természettudományokat intenzívebben és a jelenlegi módszertől eltérő módon tanítja. Az intenzívebbé tételt csak a tanterv megreformálásával lehet keresztül vinni, de a tanítás módszerén és szellemén a jelenlegi keretek között is változtathatunk. Itt voltaképpen a természettudományok helyes tanítási módjáról volna szó, ha a helyes tanításon azt értjük, hogy a tanuló a megismert természeti törvényekből és a nyert egységes képből, melybe minden természeti jelenséget be tud illeszteni, egyszersmind gondolkodására és világnézetére is levonja a megfelelő következtetést. Ha módunkban állana a természettudományok minden ágát részletesen megismertetni, akkor ez a hatás talán önmagától bekövetkeznék, mert a nyert kép oly hatalmas benyomással van az ember gondolkodására és ebből kifolyólag érzelmi és lelki világára, hogy világnézete feltétlenül a progressiv felé hajlanék. Csak önérdékből fakadó képmutatás, vagy pedig az élet küzdelmeiben szerzett közönyös elfásultság vezetheti a természettudományosan képzett embert a konzervatív táborba. Ennek bizonyosságául elég lesz felhoznom azt, hogy a természettudományok legnagyobb előbbrevivői, Galilei, Descartes, Darwin,

Ostwald stb. egyszersmind az akkori idők radikális világnézetének képviselői is voltak és műveik nyomán mindig egy-egy tábora keletkezett a progressív gondolkodású embereknek. A radikális gondolkozásuk legnagyobb csoportja ma is orvosokból, mérnökökből, tanárokból, szociológusokból áll, kiknél a természettudományokkal való alapos foglalkozás minden mellékes segítség nélkül megtette a maga hatását.

Az iskolában azonban még a legkedvezőbb terv mellett sincs meg a lehetőség arra nézve, hogy teljesen a tanulókra bízhatnánk a következtetések levonását. A természettudományok egyes ágai a fejlődés oly magas fokán állanak, hogy csak nagy vonásokban tudjuk az eredményeket ismertetni, a természettudományok egyik-másik ágát pedig a tanuló életkoránál és a tárgy természeténél fogva alig tudjuk érinteni. Aránylag a legmagasabb fokig a fizikában juthatunk, a vegytanból, biológiából már kevesebbet nyújthatunk, még kevésbé ismertethetjük meg az orvostudományok, a kísérleti lélektan és a sociologia rendszerét, úgy, hogy a természettudományoknak az iskolában megtanítható része a tanulókra nem hathat annyira, hogy ledöntse gondolkodásuk más úton nyert tényezőit. Ezért a természettudományok tanítóinak nem tisztán és kizárólag a természeti törvények helyes megismertetésére és tanítására kell törekedniök, hanem azt is elő kell segíteniök, hogy a megtanítható természettudományi elemek egyszersmind a tanuló gondolkodására és világnézetének kialakulására is befolyásolólag hassanak.

Soraimnak célja főleg a *fizikának* ebből a szempontból való tanítása, egyelőre azonban a természettudományi oktatás általános elvi szempontjait fogom kissé tüzetesebben vázolni és csakis a felhozandó példákban fogok főleg a fizikára szorítkozni. Kiindulási pontul a természettudományi oktatás jelenlegi állapotát választom, mely állapotot legjobban az egyetem

pedagógiai tanárának, az Országos Közoktatási Tanács jelenlegi alelnökének következő szavaival jellemezhetek: „Az anyag kiszemelése, azaz hogy mit kell tanítanunk, a természettudományoknál sokkal nehezebb, mint a humánus tárgyaknál. Ott a növendék történeti belátását akarjuk mélyíteni, hogy műveltségének történeti háttere legyen és ne csak a felszínét lássa a műveltségnek. Ezen célról a természettudományok tanításánál le kell mondanunk. A tanulóknak értelmi foka ezt a tárgyalási módot a középiskolában nem engedi meg. Itt két főszempontunk van; az egyik: hű képét adni a természetnek, amint az jelenleg van; a második: hogy ezt a meglevő természetet miképpen használja fel az ember. Történeti vizsgálatokba nem bocsátkozhatunk. „Azon határok kijelölése, hogy meddig tudjuk a dolgokat és ami azon túl van, a hit dolga, szintén szükséges az iskolában.“

Az első idézetre vonatkozólag álláspontunk az, hogy a természettudományok vázlatos történetének ismerete ép oly szükséges, mint az emberiség történetének ismerete. Szükséges ez annyival is inkább, mert az emberiség történetét sem a mi szempontunkból helyes módon, a történelmi materializmus alapján, vagyis természettudományos alapon tanítják, hanem egyoldalú, individuális alapon. A tanuló műveltségének akkor lesz igazán tökéletes háttere és helyes beállítása, ha azt is tudni fogja, hogy az egyes természettudományi felfedezéseknek minő akadályokkal kellett megküzdeniök a mindenkori uralkodó osztály és főleg az egyház részéről, míg azokat szabadon hirdethették és hogy az emberiség történetének nagy mozzanatai rendszerint valami új természettudományi felfedezéssel vagy egyéb természeti okkal állanak összefüggésben. Ezért kell a tanulók tudomására hozni, hogy a koppernikusi világrendszer 1600 körül terjedt el és fogadtatott el a tudományos világ részéről, de az egyházi államban ennek a rendszernek ma is he-

lyesnek ismert tanait csak 1822-ben lehetett szabadon hirdetni és Galileinek, Keplernek ide vonatkozó műveit csak 1835-ben vették le az indexről. Meg kell magyaráznunk a tanulóknak azt, hogy mint ok és okozat, úgy következett a 17. és 18. század első le-  
lének természettudományi felfedezései után a 18. század végén az ember felszabadítására és az emberi jogok biztosítására irányuló nagy történelmi mozgalom, mely a francia forradalomban nyert betetőzést. Még akkor sem szabad a természeti találmányok történeti háttérét elhanyagolnunk, ha nem is vonhatunk belőlük ilyen mélyreható következtetést. Amint egy állat vagy növény tanításánál azt az állatot vagy növényt lehetőleg a rendes környezetében mutatjuk be, azonképen az egyes fizikai törvényeket igyekezzünk behelyezni azoknak az időknek ismeretei közé mikor azokat a törvényeket felfedezték. A szabad esés törvényeiről például igazán plasztikus és mélyreható képe akkor lesz a tanulóknak, ha elmondjuk Galileinek a pisai ferdetoronyból végzett ejtési kísérleteit és elébe tárjuk, hogy az embereknek évszázadokon át hibás fogalmuk volt az esésről, mert egyszer sem próbálták meg azt pontosan megfigyelni. Toricelli kísérleténél a horror vacui néven ismert, évszázadokon át elfogadott tételt kell az új eredménnyel szembe helyezni, hadd lássa a tanuló, hogy az emberek ismeretének határa nincs, az mindig bővül. Hogy a természeti törvények ismeretével bíró és a tudatlan ember között minő óriási különbség van, azt is történelmi példával világíthatjuk meg, ha például a napfogyatkozás tanítása alkalmával elmondjuk azt a mesét, hogy minő módon mentette meg az afrikai utazó életét, midőn a vadak közé került, akikkel elhitette, hogy istenük az ő kedvéért elsötétítette a napot. Semmiféle nehézsége nincsen az ilyen történelmi visszaemlékezéseknek, mert az illető anyag tanításánál mindig szakíthatunk erre egy kis időt. Azonkívül az olvasókönyvekbe célszerű

volna a tömérdek sok mitológiai olvasmány helyett néhány olyan természettudományi olvasmányt is felvenni, mely valamely természettörvény felfedezéséről szól. Sajnos, ilyen olvasókönyvünk nincs, legfeljebb egy-egy életrajzzal, pl. Franklin Benjáminéval találkozunk, de itt is csak életrajzi adatokat találunk, nem pedig az illető természettudományi igazság történetét, jelentőségét.

A természettudomány és a vallás közötti összefüggésre vonatkozólag abból kell kiindulnunk, hogy a természettudomány nem hirdet dogmákat, nem hirdeti, hogy tételeinek igazsága soha meg nem támadható, csak azt állítja, hogy a most rendelkezésre álló összes tapasztalatok kivétel nélkül alá vannak vetve a jelenlegi törvényeknek. Mihelyt azonban ellenkező tapasztalatokat szerzünk, nem ragaszkodunk eme törvényekhez, hanem vagy elvetjük, vagy kicorrigáljuk azokat. Klasszikus példája ennek az atomelmélet megdőlése. Az atomelmélet, mely annyi hasznos ismeret alapjául szolgált, tovább fenn nem tartható, mert sikerült az atomnál 2000-szer kisebb anyagi részecskéket tapasztalatilag kimutatni, megmérni. A természettudományoknak a vallás tételeivel való összeegyeztetésére irányuló törekvés volt az oka annak, hogy a középkorban a természettudomány egy lépést sem tehetett előre. A régi teremtélmélet évszázadokon át teljesen megakasztotta a geológia fejlődését. A természetben uralkodó okszerűségből az ember csak azt a tanulságot merítheti, hogy ezen okszerűséghez képest rendezze be életét. Ha ok nélkül és pedig a természet objektumaiban rejlő ok nélkül semmi sem történhetik a természetben, akkor ne menjen senki a lourdes-i csodaforráshoz, hanem a természetben keresse meg azokat a tényezőket, melyek a kívánt hatásokat létrehozzák. Azokat a határokat, hogy meddig tart a tudomány és mi lesz a hitnek a dolga, nem áll módunkban kijelölni, mert ezek a határok folyton tá-

gulnak. Amit bizonyos időben még átléphetetlen határnak tartottak, azon ma már rég túl vagyunk. 1828-ig azt hitték, hogy a szerves vegyületek csakis az élőszervezetben működő megmagyarázhatatlan életerő hatása folytán keletkezhetnek, 1828-ban azonban ez a tétel megdőlt, mert mesterséges úton állítottak elő szerves vegyületet. Mai napig nem reméltük, hogy valamilyen, elem átalakulhat egy más elemmé, ma már erre nézve is vannak pozitív tapasztalataink, mert a radioaktívtestek sugárzásuk közben egymáselenné alakulnak át. Az alkymisták ezen évszázadokon át fáradoztak, de akkori ismereteikkel ezt el nem érhatték, sőt a tudomány akkori állása szerint ez valóban lehetetlen volt, míg ma már alig kétséges. Igaz ugyan, hogy még csak a kezdet legkezdetén vagyunk, ahogyan pl. ezelőtt 100 évvel a repülőgépekkel voltunk. A helyzet talán ahhoz hasonlít, hogy ma még az élettelen anyagból élő állati vagy növényi sejt előállítására körül végzett kísérletek teljesen meddők maradnak; de nem lehetetlen, hogy épen úgy eljön ennek a kérdésnek a megoldása, mint az alkymisták problémájának. Igen érdekes határkérdés a föld keletkezésének problémája is. Ezt még a természettudományok felületes ismerői is megfejtésképpen rejtelynek tartják. A dolog azonban nincs így. Az ember ismeretének határa abban a mértékben bővül, amily mértékben műszerei tökéletesednek. Minél jobbak a messzelátók, a mikroszkópok, a spektrálműszerek, fizikai, geológiai, vegytani, laboratóriumok, annál messzebb tudunk belehatolni a világűrbe, annál későbbi időkre tudjuk bizonyos események bekövetkezését megjósolni és annál hátrább tudunk visszatekinteni a föld történetébe. Ezt a tudományok fejlődésének története is igazolja. Csak az eszközök tökéletesedésének kérdése tehát, hogy viszszafejtésképpen addig tudjuk kiterjeszteni ismereteinket, hogy pozitív adatokkal támogathassuk a föld keletkezésére vonatkozó valamelyik elméletet. A Kant-

Laplace-féle elméletben már több tapasztalati elem van, és a hipotetikus elemek száma jóval kisebb, mint a régi teremtés elméletében. Csak idő kérdése, hogy a hipotetikus elemek vagy beigazolódnak, vagy pedig kiessenek, hogy helyettük pozitív tények lépjenek be. Beláthatjuk ezekből, hogy az igazi, helyes természettudomány csak az emberi ész függetlenségét hirdetheti. Ha mégis kiakarjuk elégíteni az embernek a miszticizmus iránti vonzalmát, hajlamát arra, hogy képzelete túlcsapongjon a földi tereken, mutassunk rá arra a végtelen sok lehetőségre, melyeket a természettudományok az ember előtt megnyitnak, arra végtelen sok útra, melyen a természetkutató elindulhat, a végtelen sok feladatra, mely még megoldásra vár.

Lássuk már most, hogy miféle érzelmeket kelthetünk még a tanulóban. A természettudományok tanítása kapcsán fejleszthetjük a tanuló igazságérzetét és emberszeretetét. A természeti tünemények láncolatának vizsgálatába belemélyedve, csakhamar feltárul a tanuló előtt, hogy a természetben minden bizonyos meghatározott törvények szerint folyik le. A legcsekélyebb jelenségnek meg van az oka és viszont hatás nélkül semmi sem múlik el, úgy, hogy ha a természet törvényeit ismerjük, akkor a megadott körülményekből egész biztonsággal vonhatunk következtetést az előálló új helyzetre. Vágyainkat, céljainkat, működésünket csak ezek a törvények korlátozzák. Itt ismerheti és szeretheti meg a tanuló az igazságot. Élesen ellentétbe állíthatjuk ezzel a jelenlegi társadalmi életet, ahol az emberek gyöngeségénél fogva, nem lehet mindig bízni sem az állam, sem a társadalom törvényeinek részrehajlatlan végrehajtásában és maguk ezek a törvények sem mindig a társadalmi tényezők és erők helyes mérlegeléséből, hanem egyes osztályok érdekeinek megvédéséből származnak. Lépten-nyomon kínálkozik alkalom en-

nek a dolognak a kiemelésére pl. a fizikában az erők összetétele vagy az energia megmaradása elvének tárgyalásánál. Hálás feladat ennek feltárása különösen a szegényebb néposztályból kikerült gyermekek előtt, kik leginkább érzik a mostani társadalmi helyzet nyomorát és a kiknek a gondolkodására ez ma-radandó befolyást gyakorol. Ugyanebből a forrásból fog táplálkozni a tanuló emberszeretete, helyesebben mondva vágya az emberi egyenlőség iránt. Annak a belátása, hogy az ember is a természetnek egy osztálya és hogy az embernek mindent a természettől kell elhódítania, hogy életét fenntarthassa, felkelti a tanulóban az emberi szolidaritás, az egymásra utaltság érzetét. Összefogva, közös erővel könnyebben nyerhetjük ki a természetből mindazt, amire szükségünk van; ez a közös munka pedig csak az emberi egyenlőség megvalósításával érhető el ideálisan. Ugyanezeket a gondolatokat ébreszthetjük fel a tanulóban akkor is, ha kilépve a fizikának egyes szűk fejezetéből, (amit mennél többször meg kell tennünk) összefüggő képét adjuk az élettelen természetben végbemenő folyamatnak, mely folyamat röviden úgy fejezhető ki, hogy jelenleg állandóan és kizárólag a nap energiáját fogyasztjuk és ez az energia mennyiség, mint minden dolog, amely fogy, anélkül hogy pótolatnánk, el fog fogyni. De még előbb elfogyhat a nap energiájának ránk nézve legkényelmesebben felhasználható raktára, a kőszén. Az egész emberiség SZÍVÓS és céltudatos összműködése szükséges, hogy ezt az energiát a lehető leggazdaságosabban használja ki és ugyancsak az emberi összetartás hozhat létre olyan tudományos eredményeket, melyek lehetővé teszik esetleg a kőszén helyettesítését egy más energia lerakattal. Ezen körülmények feltárásával, a tekintély elvének túlságba vitele nélkül is lehet a tanulóban erkölcsi érzelmeket kelteni.

Térjünk most néhány speciálisan a fizikára vonat-



kozó megjegyzésre. A fizika tanítása különös figyelmet érdemel, mert ez a természettudományoknak legjobban kifejlődött ága, mely nemcsak a szerves világban és a világegyetemben lefolyó jelenségeknek nyújtja gyönyörű képét, hanem módszert adott a természettudomány többi ágainak is a fejlődés irányára nézve. Az exakt kutatás módszere a fizikában vezetett először óriási eredményekre és innen vitetett át azután a kémiai, biológiai, orvostudományokba, lélektanba és a szociológiába. A fizika nagy elvei, pl. tehetlenség fogalma, az energia megmaradásának elve, a reakció elve ma már a szociológiában éppen olyan jól vannak értelmezve, mint a fizikában. Érdekes szembeállítás kínálkozik, itt annak, hogy régebben a természeti jelenségeket írták le az emberi élet analógiájára, amidőn eszes lényekkel és más szellemekkel működtették a világot, most pedig fordítva, az emberi életet írják le a természeti jelenségek analógiájára. A szembeállítás eredménye pedig csakis az lehet, hogy az utóbbi módszer az, mely az emberiség boldogulására nézve hasznosabbnak bizonyult.

Fontos az iskolában az is, hogy a fizikát mennél gyakrabban hozzuk kapcsolatba az élettel. Itt nemcsak a gyakorlati élet technikai vonatkozásaira gondolok, hanem az ember és a társadalom szellemi életére. Az erő, munka, energia elvont fogalmait csak ily módon értethetjük meg kellően. Ezen alapszik Ostwald szellemi energetikája, egy kísérlet a szellemi világnak energetikai alapon való leírására, amely kísérlet talán nem ad kifogástalan tudományos rendszert, de mindenestre előbbrevitte a probléma megoldását. Ugyancsak a fenti alapon teremthetjük meg a kapcsolatot reális és a humánus tárgyak között, amely kapcsolatot a már idézett tanár egyedül a földrajz tanításában vélt megtalálni.

Tekintsük most még egész röviden külön-külön a fizika egyes fejezeteit abból a célból, hogy a mi

szempontunkból az egyes fejezetekből mi lesz kiemelendő. Az általános mechanika tanításánál főleg arra kínálkozik alkalom, hogy a megállapított törvények, pl. a Newton-féle gravitatio-elmélet s az ezekből alkotott kép főleg az emberi szellem fölszabadításában játszik óriási szerepet, mint ezt a 17. és 18. század szellemi mozgalmai mutatják, míg a fényelmélet és elektromosságelmélet, melyek különösen a 19. században tettek nagy haladást, főleg a technikai eszközök hihetetlen tökéletesedése révén folytak be az emberi szellem átalakulásába. A fény és elektromosságban fontos a hipotézisek szerepéig, k helyes megvilágítása. Itt ugyanis az egymásnak ellentmondó feltevések egész sorozatával találkozunk, melyek egymást követték, vagy egyidejűleg állottak fenn és amelyek mindegyikének megvoltak a maga hívei, követői. Ebből a körülményből azok, akik a természettudomány értékét kisebbiteni törekszenek, azt az érvet kovácsolják, hogy minthogy a hipotézisek sem igazak, mert egyik a másikat lerontja, a természettudományos világfelfogás alapja nem szilárd. Ezzel szemben azonban ki kell emelnünk, hogy a hipotézisek nem igazak ugyan, de ez nem lényeges, hanem az, hogy segítségükkel helyesen következtethetünk a bekövetkezendő eseményekre. Hogy az elektromosság az éterben hullámszerűen terjed, ez csak feltevés, mert az éter létezését tapasztalatilag kimutatni lehetetlen, azonban ezen a feltevésen épül fel a drótnélküli távíró elmélete.

Végül még csak egy oldalát akarjuk röviden érinteni a fizika tanításának, tudniillik a tanítás technikai oldalát. Itt hangoztatnunk kell, hogy a főcél voltaképpen nem az egyes természettani tételek megtanítása, hanem az, hogy a tanulót megtanítsuk gondolkodni. Hogy erre milyen nagy szükség van, azt csak az tudja, aki már tanított fizikát. Nagyon sok osztályban a tanulók teljesen bizonyos anyag megtanulásához vannak szokva, de arra alig képesek,

hogy gondolkodásuk segítségével feleljenek meg valamely kérdésre. Ha a tanár eleinte nem ragaszkodik bizonyos anyagnak, sőt bizonyos törvénynek sem a szigorú betanulásához és a tankönyv igénybevétele nélkül lehetőleg mindent a tanulókkal való együttes megbeszélés alapján állapít meg, akkor néhány hónap alatt a gépiesen magoló, vagy egyáltalán nem tanuló hanyag tanulócsereg helyett egy okoskodó, vitatkozó ifjúság áll előtte. Ily eljárással érhetjük el azt is, hogy a tanulók más kérdésekben is önállóan alkossák meg véleményüket és nézetüket képesek és készek legyenek ki is fejteni.

Fejtegetéseimet befejezendő, még csak egy megjegyzést teszek: minden részletre kiterjedő pontosságra és az egész fizika anyagának szempontunkból való kimerítő feldolgozására ezúttal nem törekedtem, céloom az volt, hogy a tanárságot hasonló irányú munkálkodásra és hasonló tapasztalatok gyűjtésére serkentsem; ha ez bekövetkezik, elértem célomat.