

készítésben. A második félévben a vezetőtanár felügyelete mellett a jelölt a gyakorlati tanításban is részt vesz, amit a kultuszminiszter megengedett. Ezután a második és harmadik évben a jelölt egy katonai intézetbe kerül és ott rendes tanítást végez, de redukált óraszámmal, hogy ideje maradjon a továbbképzésre. A vizsga anyagát illetőleg az eredeti tervezet nagyjában beírta a középiskola tananyagával. Ezzel szemben az értekezlet tagjainak többsége a keretek bővítésének szükséges voltát hangoztatta.

Az egész tanácskozást mindkét oldalról a lehető legnagyobb buzgóság, szakszerűség és komoly jóakarat jellemezte és a résztvevők kivétel nélkül azt a felemelő benyomást nyerték, hogy itt egy avatott kezekre bízott nagyszabású reform készül, melynek szőnyegen levő első lépése biztató kilátást nyújt a további eredményes fejlődésre.

KEMÉNY FERENC.

REFORMTÖREKVÉSEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI OKTATÁS TERÉN.

(Második közlemény).

III. Methodikus követelések.

A német reformmozgalom azt a feladatot tűzi a természettudományi oktatás elé, hogy juttassa teljes érvényre a természettudományokban rejlő nevelő értéket. Hagyjon az oktatásnak ez az ága mély nyomokat a tanulók lelkében, tehát ne holt ismereteket nyújtson, hanem egyrészt értékes, mindenkor alkalmazható ismeretekkel gyarapítsa a tanulók lelkének tartalmát, amelyek nyomán nemes érdeklődések fakadnak, másrészt adjon kellő gyakorlatot a gondolkodás fontos műveleteiben, hogy a tanulók megismerjék és elsajátítsák a tudományos ismeretek szerzésének módjait. Ilyen ismeretekhez csak az önmunkásság útján juthatnak a tanulók, a természettudományi oktatás alapkövének tehát az *önmunkásság elvét* kell elfogadnunk: amit a tanuló maga el tud végezni, azt végezze is el, érezze mindig, hogy a maga munkájától kell várnia az eredményt, mert csak ha a tanuló munkája minden részletében tudatos, akkor számíthatunk arra, hogy az ilyen tudatosan keresett és önálló lelki tevékenységgel szerzett ismeret erősen gyökeret ver a tanulók lelkében, újabb ismeretek szer-

zésére, a meglevők kiegészítésére ösztökéli őket, felkelti érdeklődésüket. A tanításmód tehát elsősorban heurisztikus lesz, a tanár csak irányítja a tanulók munkáját, de azok már a célt is maguk tűzik ki és saját munkájukkal oldják meg a maguk kitűzte problémákat. Ha helyesen választjuk meg a tárgyalás kiindulás pontját, ügyesen irányított kérdésekkel csakhamar rávezethetjük a tanulókat nemcsak annak a tudatára, hogy közvetlen környezetükre vonatkozó ismereteiben is vannak hiányok, de azt is megértethetjük velük, hogy ezeket a hiányokat a maguk erejéből, idegen segítség nélkül pótolhatják. Így mind nagyobb számmal kínálkoznak majd a megoldandó problémák, úgyhogy a tanár feladata lesz a tanulók figyelmét ezek közül azokra irányítani, amelyek a kitűzött célhoz legjobban elvezetnek.

Szemléltetés.

Az ismeretszerzés alapja a természettudományokban a tapasztalat. Első dolog tehát a tanulókat a tapasztalatszerzésre, a megfigyelésre, érzékeik helyes használatára megtanítani. Ehhez szükséges, hogy amikor valamely természeti tárgyat, vagy jelenséget akarunk a tanulókkal megismertetni, a megbeszélés tárgya maga a tanulók előtt legyen. Gondoskodnunk kell tehát a *szemléltetés-ről*, mert az elvont gondolatot a gyermeki lélek nem tudja befogadni, nyomtalanul vonul át rajta a szó, amelyhez semmi valós dolognak a képét nem tudja hozzákapcsolni. Először a szemléleti világban kell a tanulókat körülvezetnünk és megtanítanunk arra, hogyan lehet a szemlélet nyújtotta anyagot elvont gondolatokká alakítani és ha már ebben a világban el tudnak igazodni, otthonosan érzik magukat, akkor remélhetjük, hogy elvont gondolataik is a valóságban gyökereznek és így termékenyek, mert a szemlélet ad a gondolatnak tartalmat, valóságot. A szemléltetés azonban nemcsak elengedhetetlenül szükséges eleme a természettudományi oktatásnak, hanem minden esetben lehetséges is, ha a tanítás anyagát úgy választjuk meg, hogy a tanulót elsősorban környezetével ismertetjük meg.

A szemléltetés eszméje egyáltalán nem új gondolat, de hangsúlyozása feltétlenül szükséges, mert a szó ugyan átment a közhasználatba, de nagyon sok eljárással találkozunk, amely méltatlanul viseli a szemléltetés nevét. Mindenekelőtt fontos annak a kiemelése, hogy képek, vagy mintának a szemlélete egyáltalán nem pótolja magának az ábrázolt dolognak a szemléletét, különösen a tanítás kezdetén nem, míg később esetleg a már meglevő ismeretek és emlékképek segítségével az ifjú is megtudja eleveníteni a szemléltető eszközt. Ilyenhez azonban csak az oktatás előrehaladottabb fokán és a legnagyobb szük-

ség esetén szabad folyamodnunk, amikor pl. távolabbi országok természeti tárgyairól van szó, vagy olyanokról, amelyeknek természetben való bemutatása a dolog természeténél fogva nehéz volna (pl. az ember belső szervei). Azonban ezeket is vonatkoztatnunk kell olyan tárgyra, amelyeket a tanulók közvetlen szemléletből már ismernek. A szemlélet első fontos kelléke tehát a *közvetlenség*.

Magában véve azonban ez még nem elegendő. Nem szabad megelégednünk a tárgy bemutatásával, hanem a szemléletet irányítani is kell. A nevelésben ugyanis csak az *aktiv szemléletnek* van értéke, amely tudatosan, szándékosan megy végbe. Nem elég tehát a tárgyra mutatva azt mondanunk: «Nézzétek meg és számoljátok be arról, amit láttok». Kerestetni kell a gyermekekkel valamit a tárgyon, úgyhogy felhasználva már meglevő ismereteiket és tapasztalataikat, összehasonlításokat tegyenek és akkor az, amit így találnak, bizonyára mély nyomot fog hagyni lelkükben. Így szoknak hozzá, hogy a kis gyermek egyszerű, céltalan nézése helyébe, amely mellett csak a feltűnő érzéki ingerek keltik fel a figyelmet, éles, határozott, céltudatos, megfigyelő szemlélés lépjen.

Ebből is láthatjuk, hogy a megfigyelésről nagyon hiányos képe van annak, aki szó szerint veszi a megfigyelésnek azt a határozatlan értelmezését, amely szerint az «az érzékek gyakorlása». Az érzékszervek működésére alig van a gyakorlatnak befolyása. A megfigyelés csaknem teljesen értelmi művelet és így gyakorlása elsősorban az értelmet fejleszti. Nem a tanuló szeme lesz erősebb, ha sok megfigyelést végez, hanem tapasztalatai szaporodnak, osztályozódnak és mivel mélyen bevésődtek lelkébe, mindig rendelkezésére állnak a látott dolgok értelmezésében. Ez különbözteti meg a gyakorlott megfigyelőt a kezdőtől.

Gyűjtemények, kirándulások.

A szemléleti anyag biztosítását szolgálják az iskolai *gyűjtemények*, amelyeknek az élettelen természetre vonatkozó oktatás szükségleteit majdnem teljesen ki kell elégíteniök, a biológiai szakok szemléleti anyagát azonban a gyűjtemények minden gazdagságuk mellett sem láthatják el; erre a célra élő növények és állatok szükségesek. Ennek az élő szemléleti anyagnak a biztosítására kívánják a reform hívei, hogy minden iskolának, vagy legalább is minden város iskoláinak közösen legyen *kertje*. Comenius óta sok híve akadt ennek az eszmének, sőt Németország reáliskoláinak 40%-a már rendelkezik is iskolai kerttel. A kertnek lehetőleg közvetlenül az iskola mellett kell lennie, hogy a természetrajzi órákat akár a kertben is tarthassuk, mert a természeti tárgyakat legjobban a saját környezetükben való

szemléletük alapján ismertethetjük meg, ezt még a tárgyaknak az iskolában való bemutatása sem pótolhatja. Itt figyelhetjük meg a növény életviszonyait, létfeltételeiről itt adhatunk magunknak számot és itt kísérhetjük szemmel fejlődésének minden mozzanatát.

Az iskola kertjének nemcsak az lenne a feladata, hogy a tanításban szükséges szemléleti anyagot szolgáltatassa, — bár ez magában véve is indokolttá tenné a létesítést — hanem a biológiai szempont figyelembevételén kívül szolgálatára lehet a többi természettudományoknak is, elsősorban az állattannak és némileg a geológiának. Megfelelő medencékben, tavacsákban, ahol a vízi és mocsári növények vannak, édes vízi állatok is szállást kaphatnak. A geológiai tanítás támogatása céljából néhol a környéken előforduló kőzetek, jellemző rétegződések nagyobb darabjait állítják fel a kertben. Mindenesetre ott kell lennie annak a kőzetnek, amelyből a kert talaja elmállás útján keletkezett.

Ahol nem lehet minden iskolának külön kertet létesíteni, ott legalább néhány növényágyat kell az iskola udvarán csinálni, ami már igazán kevés munkával és költséggel jár. De az iskolai kertenél sem kell okvetlen valami nagyon költséges dologra gondolnunk. Pl. Barmenben a reálskola 220 m² területű kertjének berendezése alig 300 K-ba, évi fenntartása 120 K-ba kerül. A kerten kívül a természetrajzi szemléltetés érdekében az iskola folyosóin, az ablakok mélyedéseiben is lehet insectariumokat és terrariumokat felállítani, hogy állandóan a tanulók szeme előtt legyenek az élő természet tárgyai. A nagyobb városokban állatkertek, fűvészkertek és muzeumok látogatása is segíthet bennünket abban a törekvésünkben, hogy a természettudományi oktatást ne szemléltető eszközökre, hanem közvetlen szemléletre alapítsuk.

A természeti tárgyaknak közvetlen környezetükben való szemléltetését teljesen az iskolai kertben sem valósíthatjuk meg, azért szükség van célszerűen rendezett *kirándulásokra* az előbb említett nyilvános gyűjteményeknek és a fontosabb ipartelepeknek a látogatásán kívül. A kirándulások rendezésében fontosak a következő szempontok: Minden kirándulásnak legyen határozott célja, hogy az iskolai munkának ne függelékeül, hanem lényeges alkotórészeként lépjen fel. Fell kell használni az órák anyagainak előkészítésére, ismételtesére, kiegészítésére és alkalmazására, ennél fogva az oktatásban határozott helyhez kell juttatnunk. A kitűzött célnak nemcsak állatokra és növényekre kell vonatkoznia, hanem földrajzi és földtani viszonyokra is. A kirándulásokon van alkalmunk megfigyelni tanulóinknak a természettel szemben való viselkedését, amellet, hogy a kirándulásoknak egészséges — socialis — és nevelő hatásuk is van. Nem szabad a kirándu-

lásokat a téli évszakban sem teljesen beszüntetnünk, mert vannak jelenségek, amelyeket csak télen lehet megfigyelni, másrészt pedig télre tehetjük a gyártelepek látogatását, amelyek kapcsán a tanulók az ember technikai munkásságával ismerkednek meg.

A rajzolás szerepe.

A szemléltetés hatásának, a tanulók lelkére gyakorolt befolyásának egyrészt erősítésére, másrésztől azonban ellenőrzésére is igen alkalmas eszköz a *rajz*, amelynek ép ezért a természettudományi oktatásban nagy szerepet kell juttatnunk. Ugyanilyen okokból ajánlották némely oldalról a mintázást is, de azt hiszem, ennek alkalmazása olyan gyakorlati nehézségekbe ütközik, amelyek legyőzésére a mai viszonyok mellett képtelenek vagyunk. A rajzot már alaptermészetünk is ajánlja; az ember nemcsak érző és gondolkodó lény, hanem elsősorban cselekvő. Már a gyermekben megnyilatkozik cselekvő ösztöne, amellyel egyéniségét érvényesíteni és kifejtetni törekszik. Ez az ösztön ma úgyszólván csak a játékban nyilvánul meg és ha nem gondoskodunk az ápolásáról az iskolában, akkor lassankint visszafejlődik. Ezt a szempontot tartjuk szem előtt, mikor hangsúlyozzuk, hogy activvá kell tenni a szemléletet, különben nem számíthatunk arra, hogy alapos hatása lesz. De a szemlélet activvá tételében nem szabad ott megállapodnunk, hogy a tanulók előtt kijelöljük a szempontot, amely szerint szemlélniök kell, hanem a hatás erősítése céljából arról is kell gondoskodnunk, hogy a szemlélet végzése közben cselekvő ösztönük is megnyilatkozzék. Ennek pedig két eszéke van, a rajz és a gyakorlat.

A rajz feladata tehát elsősorban az, hogy a tanulók a látottakat az emlékezetükben jobban megőrizték és ennek alapján helyesen tudják felfogni azt, amit csak rajzban láthatnak. Hogy ennek a feladatnak a rajz meg tud felelni, az a dolog természetéből következik, mert amit le akarunk rajzolni, azt nagyon alaposan meg kell néznünk. Szemléletünk tehát élesebb, határozottabb lesz, amikor a tárgyat újból meg újból megnézzük, a rajz készen levő részével összehasonlítjuk és mind nagyobb hasonlóságra törekszünk; tudatára jutunk annak, hogy mi magunk dolgozunk és ennek következtében önértékünk gyarapodik, egyéniségünk ébredszik. Ezek a hatások csak növelik az ábrázolandó tárgy æsthetikai hatását is, nem is említve a rajz kedvező befolyását a kézügyesség fejlődésére.

De mint említettük, a rajznak más szerepe is van az oktatásban. Nem elég az, ha létesítjük azokat a feltételeket, amelyek a tanulókat activ megfigyelésre, önálló gondolkodásra serkentik, hanem

meg kell győződünk ennek tényleges megtörténtéről is, tudnunk kell, hogy minő eredményre vezetett, mert csak akkor építhetjük rá a munka további folyamát. A tanítás menetében tehát fontos szerepe van annak, hogy a tanulóknak a tanítás folyamán alakult képzeiteit, gondolatait megismerjük, hogy ezeket velük reprodukáltassuk. De míg más tanításágakban meg kell elégednünk a szóbeli vagy írásbeli előadással, a természettudományok tanításában módot adhatunk tanulóinknak arra, hogy gondolataikat, lelkük tartalmát, még egy módon, rajzban is ki tudják fejezni. Tehát nemcsak látni tanít meg a rajz, hanem emeli az önállóságot is. A fősúlyt a rajzban a pontos megfigyelésre, a jellemző részletek megtalálására kell fektetnünk, ép ezért többnyire schematikus rajzok célszerűek, de a rajz mineműségét általában az ábrázolandó tárgy határozza meg.

A tanítók gyakorlatai. Laboratoriumi módszer.

A rajz a tanításnak nagyon hasznos segítőeszköze addig, amíg természeti tárgyak megfigyeléséről van szó, megszűnik azonban nagymértékű alkalmazhatósága, mihelyt természeti jelenségek, folyamatok kerülnek szóba; itt sokkal alkalmasabbak a lényeg felismerése és a belátás fokozása szempontjából a *gyakorlatok*. Ha a tanulók tétlen szemlélői valamely jelenségnek, az kevés nyomot hagy lelkükben. A hatás rendkívül nagy mértékben fokozódik, ha a gyermekeknek maguknak van befolyásuk a jelenség lefolyásába. Már a tárgyakkal való megismerkedést is bensőbbé teszi a gyakorlat, mint a rajzolásal kísért megfigyelés, mert a dolgokkal a cselekvés folyamán ismerkedünk meg a legalaposabban. Ha csinálunk valamit valamely tárggyal, nem gyakorolhat ránk futólagos benyomást, mert hosszasan foglalkoztatja figyelmünket, megismerkedünk apró részleteivel, a felületes szemlélő előtt rejtve maradó tulajdonságaival. Annál fontosabb a tanuló közvetlen érintkezése a tényekkel, a jelenségekkel. A tanítás középső és felső fokán tehát szükség van arra, hogy a tanulók gyakorlati tevékenység közben ismerkedjenek meg a természeti folyamatokkal és így biztosítsuk az ezekben nyilatkozó törvényszerűségek alapos megértését, a természettudományok szellemének elsajátítását.

A *laboratoriumi módszert* körülbelül 25 esztendővel ezelőtt vezették be az amerikai és angol középiskolák. A francia középiskolák reális ágazataiban (Sections C et D), a három utolsó évben heti 2—2 órát szánnak gyakorlatokra. A gyakorlatok a physika, chemia és biologia köréből merítik tárgyukat. Németországban is elég régen hangsúlyozzák a gyakorlatok fontosságát, ennek hatása alatt az 1892. évben a porosz reáliskolákra nézve kötelezővé tették a che-

miai gyakorlatokat, sőt az 1901. évi utasítások azt is meghagyják, hogy a tanulók végezzenek egyszerűbb munkákat a physikai laboratóriumban. A reformmozgalomnak minden híve azon a véleményen van, hogy a természettudományi oktatás minden ágában elengedhetetlenül szükséges a tanulók gyakorlatainak bevezetése, az Egyesült-Államokban pedig újabban a helytelen irányban fejlett módszer javításáról esik sok szó, azért nem lesz felesleges, ha ennek a módszernek a lényegét, a tanításban neki járó szerepet, berendezését kissé részletesebben vesszük figyelembe.

A laboratóriumi módszer alapja a tényekkel való közvetlen kapcsolat szükségessége. Mivel helyes következtetéseket csak helyes megfigyelésekből vonhatunk, elsőrendű fontossága van a megfigyelő képesség fejlesztésének. Ezt a célt szolgálja a szemléltetés is, de a természettel való közvetlen érintkezés csak a gyakorlati tevékenység folyamán valósul meg igazán úgy, hogy teljes hatással legyen a tanuló lelkére. A természeti tárgyak és jelenségek vizsgálata alkalmat nyújt ezeknek a jelenségeknek igazi megértésére, amennyiben a közvetlen foglalkozás felkelti és állandóan igénybe veszi a figyelmet és ez a figyelem nem jár az értelemnek a szándékos figyelmet kísérő megfeszítésével; közben a tanuló nem gondol arra, hogy ő most tanulmányoz, vizsgál, mert egész figyelme azon van, ami előtte végbe megy. Ezen a módon azonban nemcsak minden tekintélytől független igazságok birtokába jut a növendék, nemcsak közvetlenebbül megérti a jelenségeket, hanem világos gondolkodáshoz és ennek megfelelő világos, szabatos kifejezéshez is szokik. Ha következtetéseit mindig összehasonlítja a tényekkel, lassankint rájön, hogy képzeletét nem szabad korlátlan csapongásnak engednie, hanem óvatosnak kell lennie következtetéseinek levonásában. Észjárása így a helyes útra terelődik, fokozatosan elsajátítja a tudományos gondolkodásmódot és megtanulja a tudományos kutatás céljának és hasznának, jelentőségének kellő értékelését. Csak mellékes eredmény, de azért elég fontos az is, hogy rendhez, tisztasághoz szokik, keze, szeme ügyesedik. Nem szabad még szem elől tévesztenünk azt a szoros személyes érintkezést sem, amelyet a laboratórium tanítás tanár és tanuló között biztosít és amely lehetővé teszi, hogy a tanárnak a tanuló személyiségére mennél erősebb és jótékonyabb befolyása legyen.

A laboratóriumi módszer ezeket a hozzá fűzött várakozásokat csak akkor elégítheti ki, ha megfelelőképen rendezik be. Mindenekelőtt szükséges az, hogy egyszerre egy ember vezetése alatt csak kevesen dolgozzanak. Angliában és Amerikában az uralkodó felfogás az, hogy a laboratóriumban 10—12 tanuló dolgozhat egyszerre eredményesen, mert ha sokan volnának, a tanár képtelen volna a munka

vezetésére. A kezdeményezést ugyan teljesen meg kell hagynunk a tanulók számára, de azért a tanárnak szoros érintkezésben kell lennie a munka minden részletével, hogy a tanulók ne pazarolják az időt és ne dolgozzanak fej nélkül. A tanulónak tehát tisztában kell lennie azzal, hogy mi a feladata és milyen utat fog e feladat megoldásában követni, milyen eszközöket fog e közben felhasználni. Mennél egyszerűbbek, áttekinthetőbbek ezek az eszközök, annál világosabban látja a tanuló, hogy mi történik szemei előtt és annál jobban meg tudja oldani a kitűzött kérdést. A kérdésnek határozottnak, lehetőleg egyszerűnek kell lennie, hogy megfeleljen a tanuló értelmi fokának és gyakorlati ügyességének. De nem szabad az eredményt előre ismerni, mert a törvények igazolása nem tanít meg tudományos gondolkodásra, sőt még a figyelmet sem biztosítja. A tanulónak úgy kell a kérdéssel szemben állania, mintha az még teljesen megoldatlan volna és épen az ő feladata lenne a megoldás. A feladatoknak természetesen úgy kell egymásra következniök, hogy a megelőző probléma megoldása segítségére legyen a tanulónak a legközelebbinek a megoldásában.

A laboratoriumi módszer egyik legfontosabb feladata, hogy megtanítsa az inductiv módszer mibenlétét és használatát. Ennek első feltétele, hogy a tanulók a tények nagy számával ismerkedjenek meg. De ezek a tények magukban véve csupán elszigetelt és értelmetlen töredékek, amelyekbe életet kell önteni, hogy valós értékhez és jelentőséghez jussanak. A tényeket először is értelmezni kell. Az inductio abban áll, hogy amikor több egyes jelenségben közös saját-ságot veszünk észre, ezen sajáttság megjelenését általánosítjuk. Az út az egyestől az általánoshoz, a töredéktől az egészhez vezet és ezt az utat a tanulónak a maga gondolkodásával kell megtennie. Az értelmezett tényekről tehát gondolkozni kell, belőlük következtetéseket vonni és ezeket a következtetéseket tételekbe foglalni. Ezeken a tételeken új megfigyelések után esetleg változtatásokat kell eszközölnünk, további általánosítások válnak lehetővé, de a természettudományok haladásának ép ez az útja és mi a tudomány módszerét akarjuk megtanítani. Ezen munka közben sokszoros alkalma van tanulóinknak összevetéseket tenni, hasonlatosságokat és eltéréseket felismerni, ideiglenes feltevéseket elfogadni, elméleteket kidolgozni. Így azután biztosak lehetünk abban, hogy meg is értik a kísérleteknek és a belőlük származtatott tételeknek a jelentését, megtanulnak közvetlenül olvasni a természet könyvében.

Ez a cél, amelyet el akarunk érni, ez vezet bennünket a munka berendezésében. Ez követeli meg azt is, hogy gondoskodjunk a munka minden részletének tudatossá tételéről. Nemcsak a feladatnak és a

megoldás útjának ismerete szükséges elengedhetetlenül, mielőtt a tanuló munkába fogna, hanem ezenkívül állandóan tudatában kell lennie lelki állapotának is; fel kell keltenünk érdeklődését az iránt, hogy mi módon dolgozik elméje a laboratoriumi eljárásokban, tudnia kell, mikor végez megfigyelést, mikor értelmezi a nyert adatokat, mikor következtet belőlük. Élesen el kell tudnia választani megfigyeléseit következtetéseitől. A tárgyi ismeretek gyarapodásával teljesen egyenlőrangú feladat, hogy a legnagyobb fokú lelki aktivitást biztosítsuk és ennek tudatossá tétele útján az értelmi képességek fejlesztéséről gondoskodjunk.

A legfontosabb kérdések egyike, hogy milyen szerepet juttassunk a tanításban a laboratoriumi módszernek, milyen viszonyba kerülnek a tanulók gyakorlatai a tanár tanításával, az osztályban közösen végzett munkával. Mert amíg egyrészt bizonyos az, hogy a laboratoriumi módszer nem teszi feleslegessé az osztály közös munkáját, másrészt abban sem kételkedhetünk, hogy e módszer lényegileg a tanulók gyakorlati munkájára helyezi a fősúlyt, ez tehát nem mint függelék, önkéntes munka járul a tanításhoz, hanem szerves kapcsolatba kell vele lépnie, az egésznek alapjává, kiinduláspontjává kell lennie. Az előadásnak, a közös munkának ilyen körülmények között kettős feladata lesz; egyrészt a laboratoriumi munka megfelelő előkészítése, másrészt az ott nyert eredmények kibővítése és feldolgozása. Próbáljuk meg az ilyen tanítás vázlatos képét megállapítani.

A laboratoriumi munka céltudatossá tétele megkívánja annak gondos előkészítését, azért első dolog az osztállyal a munka tervét megbeszélni. Amikor valami célt tűzünk ki az osztály előtt, az első feladat annak az útnak a megállapítása, amely ehhez a célhoz vezet. A tanulóknak világosan kell látniuk, hogy a céltől még távol vagyunk, különben a munkát feleslegesnek tartják. Amikor már a kérdést közösen megállapítottuk, a tanulókkal meg kell beszélnünk, hogy miképpen gondolják a kérdést eldönthetőnek, vagy a feladatot megoldhatóknak. A megbeszélés eredménye a követendő eljárás pontos megállapítása, a használandó eszközök és anyagok megismerése. Ezt az előkészítést kiegészítheti még az, hogy a tanár bemutatja a kísérletet, hogy a tanulóknak mintát szolgáltatson a laboratóriumban való dolgozashoz és megbeszélés tárgyává tegye a levonandó következtetéseket. Erre csak eleinte van szükség, amíg a tanulók nagyon gyakorlatlanok. A kísérletnek, amelyet az osztálynak bemutatunk, nem kell egészen ugyanolyannak lennie, mint amelyet a tanulók végeznek, de még ebben az esetben is sokat tanulnak abból, ha megismétlik a tanár kísérletét.

Csak a megfelelően előkészített laboratoriumi munkától vár-

hatunk sikert. A munkának erre a részére vonatkozólag már említettük, hogy kevés tanuló vehet csak részt benne, ezeknek azonban nem kell ugyanazt a kísérletet vagy megfigyelést végezniök. Ilyen «even front» munkára csak akkor van szükség, ha a tanulók száma a rendesnél (10—12) nagyobb, úgyhogy a tanár képtelen volna annyi-féle munkát kellő mértékben figyelemmel kísérni. Ha 12 tanuló dolgozik, ugyanannak a tételnek a lehozására pl. négyféle kísérletet végezhetnek, így annál több anyagunk van a tétel inductiv származtatására. Mindenesetre fontos azonban, hogy minden tanuló külön dolgozzék, mert különben, ha csoportosan együtt végzik ugyanazt a munkát, egyikük sem mélyed eléggé a dolog lényegébe, sőt egyesek egészen kivonhatják magukat a munkából. Hogy a kijelölt munka végzésére elég időt kapjanak a tanulók, egy-egy laboratoriumi periodusra általában két órát szokás szánni, bár egyik-másik munkát egy óra alatt is be lehet fejezni. Mindenesetre a rövidebb időt kívánó megfigyelésekkel kezdjük a munkát.

A laboratoriumi munkáról minden tanuló pontos jegyzőkönyvet vezessen, sőt célszerű megkívánni a használt eljárásnak legalább vázlatos rajzát is, mert ezzel biztosítjuk, hogy a tanuló alaposabban megnézi, hogy mivel van dolga. Egyrészt fölösleges munka elkerülése céljából, másrészt az eredetiség biztosítása és a rendre szoktatás szempontjából meg kell gátolnunk ezeknek a feljegyzéseknek a «tisztázását». Szokja meg a tanuló, hogy mindjárt rendesen írja fel a nyert adatokat és helyes kifejezést találjon az ezekből vonható következtetések számára.

A laboratoriumban dolgozás után következik az itt nyert eredmények megbeszélése és feldolgozása, ami kettős haszonnal jár. Első-sorban a végzett munka megvilágításával biztosítja azt, hogy jövőben ügyesebben és több eredménnyel fognak a tanulók dolgozni. A tanulóknak ugyanis a legnagyobb nehézséget okozza, különösen kezdetben, a jelentős tények kiemelése és az illető tudomány nyelvére való lefordítása. A megbeszélés folyamán azután sok, előbb figyelmen kívül hagyott tényt hozhat a gondos kérdezés felszínre. Másrészt azonban a megbeszélés feladata a laboratoriumban megismert tényeknek általános tételekbe foglalása és az általánosítások alkalmazása az illető tudomány kérdéseire, vagy amennyire lehetséges, a mindennapi élet problémáira. Ezen munka közben gyakoroljuk igazán a tudományos képzeletet, amely nélkül a tudomány megértése teljesen lehetetlen, itt nyújtjuk példáját a tudományos tárgyalásnak és ezzel előkészítjük azt, hogy a tanulók a tudományos gondolkodásmódot elsajátítsák. De nemcsak az értelmi képességek ápolására van itt alkalmunk, hanem megtanítjuk a tanulókat arra is,

hogy világos gondolataikat világosan és szabatosan fejezzék is ki, amennyiben a megbeszélés folyamán kifejezéseiket szigorú bírálat tárgyává tesszük, vagy még inkább, ha az alkalmas tárgyakat írásban dolgoztatjuk fel velük. Alkalmuk van így a tények csoportosításának, a következtetések fogalmazásának és az összefüggő előadásnak a gyakorlására is.

Az osztályban való tanítás körébe tartozik azoknak a kísérleteknek az elvégzése is, amelyek több eszköz használatával járnak és nagyobb ügyességet kívánnak. Természetesen arra kell törekednünk, hogy ezeknek a száma mennél kisebb legyen és ne legyenek nagyon bonyolultak, mert többet ártanak, ha nem tudjuk őket megértetni, mintha teljesen mellőztük volna. A tapasztalati tények egységesítése és a tudomány egyéb részeivel való kapcsolatok feltüntetése mellett a közös munkában jelentős részt kell tulajdonítanunk a gyakorlati alkalmazásoknak, nemcsak a gyakorlati tudás biztosítása, hanem főleg az érdeklődés felkeltése céljából.

A laboratoriumi módszernek egyik legfontosabb problémája, hogy a tanítás a kvalitatív megfigyelésekre terjeszkedjék-e csak ki, vagy a kvantitatív viszonyokra fektesse a fősúlyt. Az egyik nézet szerint sokkal fontosabb a kvalitatív tények megértése, ezek alapján az alkalmazások ismerete, mint kvantitatív tételek tudása, viszont más oldalról azt mondják, hogy a kvalitatív megfigyelés a tárgyat csak nagyjában adja, a képzelethez szól, érdeklődést kelt, de mihelyt a tanulóknak mérnie kell, pl. kvantitatíve összehasonlítani két hosszúságot, ez már magában véve a megfigyelés olyan pontosságát kívánja, amelyet a kvalitatív munkától sohasem remélhetünk. Ha még meggondoljuk, hogy a tudomány módszere a kvantitatív adatok megállapításában és ezeknek feldolgozásában nyilvánul meg teljes mértékben, úgy kell döntenünk, hogy a közös munkában elégedjünk meg kvalitatív kísérletekkel, de a tanulók munkája nagyobbrészt kvantitatív legyen. Emellett szól az a körülmény is, hogy a kvalitatív kísérletek különösen alkalmasak nagyobb hallgatóság előtt való bemutatásra, mert legtöbbször valami feltűnő jelenség megfigyeléséről van szó, a kvantitatív kísérlet azonban többnyire hosszabb ideig leköti a figyelmet, közletről való nézést igényel és teljes elmélyedést követel a megfigyelő részéről. A kvantitatív eredményeket lehet csak igazán feldolgozni. A megfigyelési adatokat fel lehet rajzolni, az osztály különböző tagjaitól meghatározott eredményeket össze lehet hasonlítani, általános középértékeket lehet megállapítani és ilyen módon sokszor meglepően pontos eredményekre juthatunk.

A gyakorlatok feladatainak kiszemelésénél és csoportosításánál tekintettel kell lennünk a nevelő oktatásnak arra a feladatára, hogy

növendékeit az emberiség művelődési munkásságának a megértésére és folytatására kell képesítenie. A művelődés jelen állapotának a megértéséhez pedig nem elegendő, hogy a tanuló egyszerűen megismerkedik ezen műveltség elemeivel, hanem meg kell értenie azokat az utakat is, amelyek ennek a műveltségnek a megszerzésére vezették az emberiséget: az egyén fejlődése legyen a faj fejlődésének rövidre fogott megisméltése. A természettudományi oktatásban különösen a laboratoriumi módszer nyújt bőséges alkalmat ennek a *történeti szempont*-nak az érvényesítésére, mert itt van alkalom arra, hogy a tanulókkal megisméltessük a tudomány nagy felfedezéseire vezető gondolatmeneteket, azokat az utakat, amelyeken a tudomány vezetői a természeti törvények megállapítására eljutottak. Minthogy pedig ezek az utak a tudományos kutatás módszereinek kiváló példái, ezzel a történeti belátás nyújtásával bevezetjük a tanulókat a művelődési munkásság folytatásába is. A történeti áttekintések mindig felkeltik a tanulók figyelmét és amellet lelkükre a legbecsesebb befolyást gyakorolják. Ennek a befolyásnak, az erkölcsi hatásnak erősítése szempontjából arra kell törekednünk, hogy a tanulók, ahol csak lehet, ugyanolyan eszközökkel dolgozzanak, mint a tudomány nagy úttörői, mert akkor alkalmuk lesz megtanulni, hogy a felfedezéseket nem valami rendkívül pontos eszközöknek, hanem a vezető gondolat megtalálásának és a kitartó, önzetlen munkának lehet köszönnünk. A nagy kutatók, felfedezők nemcsak a szellemi munkának, hanem az erkölcsi erőnek is valóságos hősei, ezért csak jó hatása lehet a tanulókra, ha gondolkodásuk módjával, munkásságuk lényegével megismerkednek. Nem az életrajzi adatok itt a fontosak, ezek csak külsőséges adatok, nekünk a gondolatmenet megvilágítására kell a fősúlyt helyeznünk, hogy amikor a gyermek átmegy a gondolatoknak azon a sorozatán, amely mellett valamely fogalom megalakult, vagy valamely tétel megállapítást nyert, lássa, mily finom megfigyelés volt szükséges ahhoz, hogy látszólag egészen közönséges, véletlen folyamatokban meglássa valaki a törvényszerűséget. Rá kell mutatni a tudomány fogalmainak és tételeinek fejlődésére, hogy egyrészt bizonyos tapasztalatok mily szükségszerűleg kívánják egyes fogalmaknak vagy tételeknek a megállapítását, hogyan vezetnek alsóbbrendű fogalmak és tételek mindinkább magasabbrendű, általánosabb fogalmakra, elvekre, másrészt azonban meg kell világítani azokat a nehézségeket is, amelyek ily fogalmak és tételek megállapítását hosszabb, vagy rövidebb ideig gátolták. Ilyen áttekintésekre különösen a fizikai oktatás nyújthat sokszor alkalmat. A történeti belátás fokozására célszerű még nagy kutatók könnyebb munkáit eredeti alakjukban olvastatni.

IV. Tárgyi kívánságok.

Nem lehet célunk a természettudományok tanításának egész módszertanát áttekinteni e szűkre szabott ismertetés keretei között, azért áttérünk a tanítás harmadik nagy kérdésére. Mit kell tanítanunk a természettudományokból és mennyi időt kell erre a tanításra fordítanunk? Amint a hamburgi tételek is mutatják, a német mozgalom első célja a biológiai tanítás állapotának javítása, a tudomány mai állásának és belső értékének megfelelő átalakítása volt. A *biologia* ma már egységes tudomány, amely a legutóbbi évtizedekben a pusztán külső jelek alapján leíró és osztályozó természetrajzi szakokból, a növénytanból és állattanból fejlődött ki. A fejlődés a módszerek lényeges átalakításának következménye. A mai biologia dinamikus jellegű természeti erők tanulmányozására fekteti a súlyt. Nem elégszik meg a növények és állatok statikai alakjának és szerkezetének megfigyelésével, érdeklődésének súlyával inkább a növények és állatok alakjának és szerkezetének változásai felé fordul. Elsősorban érdeklik azok a jelenségek, amelyeknek összessége az élet. Nem kevésbé tárgya tanulmányainak a környezet változásaitól előidézett alak- és szerkezetbeli változások vizsgálata. Az ilyen okok és hatások tanulmányozását nevezik ökológiának. A fejlődéstannak egyik legfontosabb tárgya a sejt vizsgálata változásainak különböző phasisaiban. A biologia ezen gyarapodásainak egyik igen lényeges következménye, hogy míg előbb a növénytan és állattan nemcsak egymással állott igen kevés kapcsolatban, hanem a természet egyéb tanulmányozásától is csaknem teljesen el volt szigetelve, ma már egységes tudománnyal állunk szemben, amely az összes természettudományokkal kapcsolatos, sőt egyesek nélkül, mint a physika és chemia, el sem lehetne képzelni.

A középiskola nevelő feladatából következik, hogy ennek a tudománynak a múlt század második felében történt nagyarányú kifejlődését tekintetbe kell vennie és tanítását ennek megfelelőleg át kell alakítania. Ez a szempont feltétlenül megkívánja, hogy a középiskolai természettudományi oktatásnak egyformán figyelembe kell részesítenie a biologia valamennyi ágát. Amint tehát hibás volna a tanítás céljául csupán az élő lények rendszertanát kitűzni, ép oly elhamarkodott volna az alaktant és rendszertant elhanyagolni. Tárgyilag ezek a tudományágak igen becses ismereteket szolgáltatnak, amelyek az anatómiai, fiziologiai stb. tárgyalásnak positiv alapjai, formailag pedig az érzékszervek fejlesztésére, a megfigyelőképesség ápolására, a lényeges vonásoknak a lényegtelenektől való megkülömböztetésében való gyakorlatra nyújtanak igen sok alkalmat; a meghatározás és

osztályozás ilyen egyszerű és szép példáit is alig tudnók valahol másutt megismertetni a tanulókkal. Hogy a rendszertani ismereteket a tanulók teljesen fel tudják dolgozni, csak szűk keretek közt lehet mozogni, mert nem nevek betanultatása a cél, hanem az, hogy a tanuló saját szemlélete és önálló lelki munkássága alapján alkosson tiszta képet lelkében a család, faj és nem fogalmáról. Természetesen az alaktani, leíró tárgyalás körében sem lehet teljesen figyelmen kívül hagyni az anatómia és a többi ágak körébe eső tényeket, de azután szükség van ezen ágak összefoglaló tárgyalására is. A tantervben ugyan a mai állapotok mellett is szerepel a természetrajzi oktatásnak a leíró feladaton túlemelkedő második foka, de semmiesetre sem olyan körülmények közt, hogy kellő mértékben alkalmat nyújtana az élő természet mélyebbre ható megértetésére. Az anatómiai és fiziologiai oktatás feladata az volna, hogy a korábban szerzett tapasztalatok bővítésével és mélyítésével gyarapítsa a tanulók ismereteit, főleg pedig, hogy ezek alapján megértesse a fontosabb életjelenségeket. De remélhetjük-e, hogy 14—15 éves fiúkkal meg tudjuk értetni a növény vagy állat táplálkozását és növekedését, érzékszerveinek használatát, vagy testének mechanizmusát, amikor a gyermekek értelmének fejletlenségéhez még az a körülmény is járul, hogy a chemiából és fizikából a legalapvetőbb ismeretekkel sem rendelkeznek. A természetrajzi tanítás nagyon korán fejeződik be. Az anatómia és fiziologia eredményes tanításának egyik elengedhetetlen feltétele, hogy a középiskolai tanítás végére essék, amikor a tanulók értelme fejlettebb, főleg pedig már vannak chemiai és fizikai ismereteik. Az ökológiának nem kell külön tárgyalásban részesülnie, hanem alkalmasszerűleg kell az élőlények életfeltételeire és egymástól való függésvizonyaira kiterjeszkedni. Rendkívül érdekes módja ez a természet szemléletének, mivel igen nagy azoknak a feltételeknek a száma, amelyekről az élet, az egyén, a faj és az organizmusok egész világának léte függ. Különösen ott nyílik a viszonyok tárgyalására bőséges alkalom, ahol növényeket egymás mellett, vagy növények és állatok közt fennálló kölcsönös kapcsolatokat tudunk a tanítókkal megfigyeltetni, pl. kirándulásokon.

A biológiai oktatás harmadik foka magyarázó irányú. Ennek érdekében a fejlődéstannak minden tényét be kell vonni a tanítás keretébe, amelyet a tanulókkal megértethetünk és amelynek tárgyalására a biológiai oktatás alkalmat nyújt, csak nem szabad ezeket valamely elmélet szolgálatába rendelni. A középiskolai tanítás befejezéseül azonban feltétlenül szükség van arra, hogy tárgyilagosan megismertessük a tanulókat a fejlődéstan elméletének alapjaival, egyúttal felvilágosítva őket ezen elmélet hiányairól és határainról. Nem

akarok itt ezen természetes befejezés erkölcsi hatásaira kiterjeszkedni. csak annyit említek, hogy enélkül a biológiai oktatás épügy hiányos volna, mintha a physika elméleteiről, vagy a chemiában az atomelmélet szerepéről nem tennénk említést ezeknek a tárgyaknak a tanításában.

Az élő természet ismertetésében nagyon kevés idő jut a mai viszonyok között arra, hogy a tanulók az ember testi szervezetével és életműködéseivel megismerkedjének, mert az *anthropologia* csak mint az állattan része szerepel a tanításban. Amellett az *anthropologia*ra is állanak természetesen azok a megjegyzések, amelyeket a természetrajzi oktatásra általában tettünk, mert az embertannak is fontos részei az *anatomia* és *physiologia*, amelyek tanítása nem előzheti meg a fizika és chemia tanítását. Az *anatomia* és *physiologia* mellett az embertanba még az egészségtant is bele kell foglalni, de ezeket a részeket nem kell egymástól különválasztanunk, sőt inkább egységesítésükre kell törekedni. Az embertani tanítás főtárgyai a csontok, izmok és idegek rendszere, a szervek, az anyagcsere és a vér. Befejező összefoglalásul tárgyalhatjuk az anyag és energia körforgását a természetben, ami a természet egységének gondolata mellett fontos általános eszmékre vezet.

Hogy a természetrajzi oktatás ezeknek az igényeknek meg tudjon felelni és a kijelölt anyagot megfelelő módon fel tudja dolgozni, ahhoz a német reformbizottság szükségesnek tartja, hogy a természetrajzi oktatásra a középiskola minden osztályában heti két órát fordítsunk. Az utolsó év egyik felében ezt a két órát geológiára, másik felében ásványtanra szánják a javaslat szerint.

A *geologia* azokról a változásokról világosít fel beününket amelyek a természetben — főképp az élettelen természetben — végbe mentek és most is állandóan folyamatban vannak, tehát két irányban nyújt fontos tanulságokat: egyrészt megmutatja a kőzetek keletkezését, a földkéreg lassanként történő kialakulását, a szárazföld és tenger sokféle változását, megismertet azokkal a hatalmas mozgásokkal, amelyek a hegyek keletkezésére vezettek, utal a légkörben és a föld belsejében működő erők hatására, szóval példát nyújt arra, hogyan fejlődik ki valamely szilárd kérgű égitest; másrészt azonban megismertet a hajdani állat- és növényalakokkal, megmutatja, hogyan következtek egymásután, milyen viszonyok között éltek és minő változásokon mentek át, azaz a föld felületének jelenlegi állapotát a rajta levő növény- és állatvilággal együtt úgy tünteti fel, mint ami olytonosan keletkezett, lassankint fejlődött ki. Ebben a tudományágban tehát a történeti szempont sokkal inkább előtérbe lép, mint bármely más természettudományi szakban. Ezért a geologia a természetrajz kiegészítése, amely nélkül nehezen lehetséges a természet

helyes megértése. Mint nevelő tárgy már csak azért sem nélkülözhető, mert lehetéssé teszi a különböző természetrajzi szakok concentratióját és ezeket kapcsolatba hozza a földrajzzal is. A jelen állapotok mellett a geologia tanítása azért nem járhat eredménnyel, mert korán tárgyalják és kevés időt fordítanak rá. Könnyű azonban segíteni, mert vannak a geológiának oly tényei, amelyeket már nagyon korán megértethetünk a tanulókkal és amelyeket igen könnyen meg lehet figyelni. A földrajzi és természetrajzi oktatás keretében, különösen pedig a kirándulásokon fel kell ezekre hívni a tanulók figyelmét, mert alkalom van rá bőven. Ezeknek az alkalmasszerű tapasztalatoknak a kiegészítése és rendszeres összefoglalása azonban csak a legfelső fokon jár eredménnyel, mivel a bonyolultabb geológiai folyamatok megértésére nem számíthatunk, ha a tanulóknak nincsenek meg az alapvető ismereteik a természettudományi oktatás valamennyi ágában, különösen pedig az ásványtanban. Ha már a tények nagy tömege ismeretes, könnyű lesz a tanulókkal a hipotézisekre vezető utakat is megértetni.

Az ásványtanra a *chemiával* együtt a gymnasium három felső osztályában 2—2 órát javasol a reformbizottság, amelynek véleménye szerint a reális irányú intézetekben a chemiai oktatás elég teret nyert, sőt a tanítás is helyes irányban fejlődött, amennyiben az előadásban lényeges szerep jut a kísérleteknek. Sőt e téren inkább mérséklésre, mint buzdításra van szükség, mert a kísérletek halmozása nem jár előnnyel. A tanítás anyagára nézve már nem egyezik meg a bizottság véleménye azzal, ami a porosz tantervekben található. Alapvetésül az általános és physikai chemiát ajánlják. Ez utóbbi eddigelé meglehetősen kevés figyelemben részesült, holott a tanítás nem nélkülözheti nemcsak a fizikára való vonatkozásai miatt, hanem azért sem, mert a körébe tartozó ismeretek jó részére a physiologiában feltétlen szükség van. A középiskolában okvetlen szóba kell kerülni az oldatoknak, az osmosisnak a sejt életére és általában a szerves életre vonatkozó jelentőségében, valamint az osmotikus nyomás és gáznyomás parallelismusának. Igen fontos tárgy az elektrolytikus dissociatio, mert ha gondosan előkészítjük és kísérleti alapon engedünk belátást a végbemenő jelenségekbe, nagyon megkönnyíti a sók, savak és bázisok különben nehéz tárgyalását. Az elektrolysis-sal kapcsolatban célszerű az ionelmélet adatait figyelembe venni. Ennek az elméletnek az ad nagy didaktikai értéket, hogy lényegesen csökkenti az emlékezetben tartandó anyag mennyiségét és általában lényegesen egyszerűsíti a sók tanát. Nem szabad figyelmen kívül hagyni végül a thermo-chemia egyszerűbb tényeit, valamint a kristalloidokat és kolloidokat sem.

A chemiának másik elhanyagolt területe a középiskolai oktatásban a szerves chemia, pedig ezt fontossá teszi nemcsak a körébe tartozó anyagok elsődrendű technikai és gazdasági jelentősége, vagy közeli vonatkozása sok élettani kérdésre, hanem az is, hogy nélküle különösen az anyagok chemiai összetételét és physikai viselkedését illető általános, elméleti nézeteket lehetetlen megérteni. Szerves chemia nélkül nem érthetjük meg a saját testünkben végbemenő vegyi folyamatokat sem, eltekintve attól, hogy a szerves és szervetlen chemia egymásnak kiegészítői és az előbbinek ismerete az utóbbinak nem egy fejezetét helyezi új világításba és mélyíti.

A mai tanításianyagból viszont el lehetne hagyni az olyan részleteket, amelyek kevésbé értékesek és a tanítás munkáját csak nehezítik. Így feltétlenül tartózkodni kell a stoichiometria túlzásba vitelétől, nagyon kevés helyet kell juttatni a kvalitatív analízisnek és lehetőleg későre kell hagyni az elméleteket, akkor is csak a kvantitatív kapcsolatok magyarázatára használva és nem tény gyanánt szerepeltetni. Ostwald megmutatta, hogy lehet kémiát tanítani elméletek nélkül is.

A szervetlen kémiával kapcsolatban az *ásványtannak* is az eddiginél nagyobb szerepet kell juttatni. Azonkívül, hogy a fontosabb anyagok tárgyalásánál feltétlenül meg kell beszélni természetes előfordulásuk módját, a szervetlen kémia befejezése után félévre terjedő összefüggő tárgyalásban kell az ásványtant részesíteni. Nem volna azonban célszerű az ásványtant a kémiától teljesen szétválasztani, mert az ásványtan kémiai ismereteiken épül fel, viszont az ásványtanon alapuló közvetlen a geológiának lényeges segédtudománya. Kapcsolatos azonkívül az ásványtan a fizikával is és tanításában ezeket a kapcsolatokat is érvényre kell juttatni, mert sokkal könnyebben megközelíthetők, mint a physikai tanításban. Az ásványtan tanításának egyik feladata, hogy a tanulókat megtanítsuk az élettelen természet tárgyainak a keletkezés és pusztulás szempontjából való szemlélésére, ami igen könnyen megy, mert a jelenségek könnyen áttekinthetők, emellett állításainkat kísérletileg is igazolhatjuk. A tanulók érdeklődésének ápolásában segít az oksági kapcsolatnak az a sokszoros alkalmazása és az anyag megmaradási elvének az a nagyszámú példája, amelynek feltüntetését az ásványtan lehetővé teszi. A kristallografiát teljesen elhagyni nem lehet, de nem is szükséges; lehet azt is érdekesen tanítani, csak ne akarjuk uralkodóvá tenni a tanításban.

Valamennyi nemzet középiskoláiban az összes természettudományok közül a *fizikának* van aránylag a legelőnyösebb helyzete nemcsak azért, mert óraszámra a legnagyobb, hanem azért is, mert a középiskola legfelső éveiben kerül szóba, amikor a tanulók értelme

fejlettebb és a természettudományok mindegyikéből már vannak ismereteik. Ezt a helyzetét a fizika annak köszönheti, hogy valamennyi természettudomány között elsőnek érte el a tudományok fejlődésének legfelső fokát, a magyarázást. A természettudományok egymásra következését ugyanis a gondolkodás formái szerint állapították meg mindenütt, ahol a tantervet elvszerűen készítették, úgyhogy a tanfolyam elejére kerültek a leíró, közepére a rendező, végére a magyarázó természettudományok. Ma azonban már ott tartunk, hogy minden természettudománynak megvan ez a három fokozata és így az egymásutánt aszerint kell berendezni, hogy melyik természettudományhoz milyen előzetes ismeretek szükségesek. A fizika az új rendszerben is megmarad a felső fokon, de egyrészt bővítésre szorul, másrészt pedig előkészítésre van szüksége. A bővítést az teszi szükségessé, hogy a physika anyaga az utóbbi évtizedekben rendkívüli mértékben megnövekedett, sőt egészen új fejezetekkel is bővült, pl. az elektromos erőátvitelre és a különböző sugárzásokra vonatkozó fejezettel. Ennek az anyagnak a feldolgozására a német reformbizottság a gymnasiumban heti három órát javasol három éven át. Még így is szükséges azonban a physikai oktatás feladatát könnyíteni, egyrészt néhány felesleges részlet elhagyásával — ilyen pl. az elektrostatika kísérleteinek jó része — másrészt a matematikai tanítás célszerű alakításával, úgyhogy, ahol lehet, a tanítás tárgyi anyagát a physikából merítjük. A mechanikát pl. lényegében fel lehetne dolgozni a matematikai tanítás keretében. Ilyen módon annál inkább meg lehet majd valósítani a physika tanításának igazi feladatát, a természettudományi megfigyelés és gondolkodás fejlesztését; belátást nyújthatunk a természeti jelenségek törvényszerű összefüggésébe és megértethetjük azokat az utakat, amelyeken e törvényszerűségeket meg lehet állapítani.

Mivel azonban egyrészt a legfelső osztályok fizikai tanfolyamának feladata, hogy a quantitativ viszonyok megállapítására is kiterjedjék és ennek alapján törekedjék a természeti jelenségekben uralkodó törvényszerűség megértetésére, másrészt pedig egyéb természettudományok is csak fizikai ismeretek alapján érthetők meg, szükség van ennek a tanfolyamnak az előkészítésére megfelelően berendezett alsó tanfolyamban. A porosz reáliskola erre az előkészítésre négy órát fordít, a reformjavaslat ennyit ajánl a gymnasium számára, a reáliskolában pedig hat órát kíván erre a célra szánni. A rokonszakok közül fizikai ismeretekre van szüksége nemcsak a biológiának a fiziológiában és anatómiában, hanem a chemiának is, mert a chemiai megfigyelés legnagyobb részt physikai jelenségek tanulmányozása útján történik. A fizika könnyebben is megközelíthető, mint a chemia, mert a mindennapi élettel több pontban érintkezik, jelenségei közvetlenül

megfigyelhetők, a chemiai jelenségek megfigyelése pedig csak a fizika körébe tartozó dolgok figyelembe vételén alapszik, tehát közvetve, következtetés útján, ennél fogva jobban igénybe veszi a rendező és képzelő erőt. Viszont a fizika körébe tartozó tények gyűjtését ép a többi tárgyak keretében már korán el lehet kezdeni, ha a felmerülő fizikai jelenségekre felhívjuk a tanulók figyelmét és értelmi fejlettségüknek megfelelő módon megértetjük velük. Még kísérletekre is nyílnék alkalom. Ily módon kezdettől fogva rászoknak a tanulók, hogy a fizikai jelenségeket a természetben keressék és közvetlen környezetükben is felismerjék. Ebből első sorban az a szak nyerne, amelynek körében felmerült a kérdés, mert a vele kapcsolatos ismereteket könnyebb lenne megértetni. Viszont alkalomadtán a fizikának is ki kell terjeszkednie a többi szakokkal való kapcsolatokra, hogy tanulóink lelkében meggyökereztessek a természet egységének fogalmát.

A fizikai oktatást nálunk kosmográfia fejezi be, Poroszországban inkább *asztronómiai* ismereteket akarnak nyújtani. A mai állapotok szerint a nap és föld viszonyára vonatkozó és az éghajlati különbségek megértéséhez szükséges ismeretek a földrajz keretében kerülnek szóba, ezt egészítik ki a fizikai oktatásban szóba kerülő Newton- és Keppler-féle törvények és néhány optikai jelenség. Sehol sincs azonban szó az ég topográfiájáról, holott a bizottság véleménye szerint a csillagos ég legegyszerűbb jelenségeire kell első sorban figyelmet fordítani, azonkívül néhány órát kell szánni a meteorológiai törvények ismertetésére. Az erre vonatkozó ismereteket a tanulók már igen korán elvégezhetik. Segítségükre lehet az iskola megfelelő kis csillagdával, amely nem kíván költséges műszereket, hiszen a csillagászat legnagyobb eredményeit el tudta érni a pontosabb műszerek feltalálása előtt. Új építkezéseknél mindenesetre lehetne arról gondoskodni, hogy lapos legyen a tető és így az iskola épületéről lehessen megfigyeléseket végezni.

KELEMEN IGNÁC.
