

## A határtudományok és a pedagógia

A határtudományok kérdése a tudományelmélet időszerű témája\*. Pedagógiai vetületét, a határtudományok hatását az oktatás tartalmára azonban érdemtelenül elhanyagoljuk, holott a határtudományok megjelenése a tantárgyak közt, illetve a tantárgyakban, oktatásunk korszerűsítésének fontos mozzanata lehetne. Úgy gondolom, hogy az oktatás fejlesztéséről szóló törvény már nemcsak időszerűvé, hanem sürgős feladattá teszi e kérdés megvitatását. Ehhez a vitához kívánok indítékkal szolgálni.

*Mik az alaptudományok?*

Ahhoz, hogy a határtudományok jellegét megvizsgálhassuk, szükséges tisztáznunk — legalább nagyvonalakban —, mik azok az alaptudományok, amelyek érintkezési (jobbán mondva: fedési) területein a határtudományok kialakultak.

Az alaptudományok a tudományok rendszerének csomópontjait alkotják. S nem véletlenül, vagy önkényesen, hanem törvényszerűen: minden alaptudomány az anyag fejlődésének, felépítése bonyolódásának egyik jellegzetes szintjét vizsgálja. Melyek ezek a csomópontok? Már Engels megállapítja *A természet dialektikájában*, hogy minden mozgásformához egy jellegzetes anyagi struktúra tartozik elválaszthatatlanul. Ezek a struktúrák, az anyag fejlődésének lépcsőfokai — az anyag nem folytonos felépítésének ismeretében — pontosan (és szemléletesen) meghatározhatók: elemi részek, atommagok, atomok, molekulák, molekulahalmazok jellegzetes változatai, protoplazma és így tovább. Az anyag fejlődésének minden egyes lépcsőfokát, illetve a lépcsőfokot jellemző struktúrának a kialakulását (alacsonyabbrendű struktúrákból) egy alaptudomány tanulmányozza, így például, a vegytan a molekulákat és azoknak atomokból való felépülését (mind statikus, mind dinamikus szempontból).

Episztemológiai szükségszerűség, hogy a természettudományok (az egyszerűség kedvéért elsősorban ezeket vizsgáljuk) története folyamán, a jól körvonalazható központi téma körül kikristályosodó alaptudományok jelentek meg először és a határtudományok csak később, az alaptudományok kutatási területeinek terebélyesedése és egymást fedése eredményeként. Ez a megállapítás azonban nem lehet egy tudományokat osztályozó abszolút történelmi kritérium kiindulópontja, mely szerint a hamarabb keletkezett, „klasszikus“ tudományok — alaptudományok, míg

\* Bona Ervin: *Tudományhatárok, határtudományok*. Korunk 1965. 2.

az új, a „modern“ tudományok — határtudományok lennének. (Alaptudomány például az *elemi részecskék fizikája*; kialakulásának vagyunk tanúi napjainkban, míg a határtudományjellegű *gyógyszerészet* kialakulásának története az ősidők homályából ered.) Egyes tudományágakat elsősorban azért nevezünk *alaptudományoknak*, mert az anyag alapvető mozgás- és szerkezeti formáit tanulmányozzák, és csak másodsorban tekintjük azért alaptudománynak, mert a határtudományok — a történeti fejlődés során — belőlük alakultak ki, és mert sok (de amint később látni fogjuk, távolról sem minden esetben) alapvető ismeretet tartalmaznak rendszerezve.

Az egységes valóságot tükröző emberi megismerés egységét, az egymásba kapcsolódó, az egymásra épülő mozgás- és szerkezeti formákat tanulmányozó tudományok egységét — többek között — éppen a határtudományok léte bizonyítja. Ez a megállapítás egyik fontos eleme kell hogy legyen világnézeti nevelésünknek. A *tudományok osztályozása*, a tudományok „természetes rendszerének“ a bemutatása egyúttal az általános műveltség kialakításához hozzájáruló perspektíva-nyitás is.

E megállapítások és a tantervek összevetéséből az derül ki, hogy a túlnyomóan alaptudománybeli ismeretek elsajátítását előíró tanterveink tartalma részben anakronisztikus, részben hiányos: a tanulók a tudományok rendszerének egy olyan „határtudományok-előtti“ állapotával ismerkednek meg, amelyben minden tudomány a többitől független egység. A tudomány és az oktatás közti „fázisuszamlás“ tehát nemcsak a részletkérdésekben nyilvánul meg (a tanterv sohasem idomulhat függen az új tudományos felfedezésekhez) hanem alapvető, elvi kérdésekben is: a tantárgyak rendszere (ha erről egyáltalán lehet beszélni!) nem tükrözi hűven a tudományok rendszerét. Ezt a hiányosságot helyrehozni tehát nemcsak lehetséges, hanem szükséges is.

A tudományok korszerű osztályozásának pedagógiai szükségességét bizonyítja a következő: a fizikai diszciplínák hagyományos osztályozásának alapját a különböző fizikai hatások kiváltotta (szubjektív!) érzetek alkotják (hőérzet — hőtán, hangérzet — hangtan, fényérzet — fénytán). Tanterveink és tankönyveink már megpróbálják túlhaladni ezt az elavult és antropomorf osztályozást. Ez a próbálkozás azonban még nem jelenti a rutinos középiskolai oktatás sémáinak a feloldását. Tanúja voltam egy szakköri felszólalásnak, amely szerint a mechanika és a hőtán „összekeverése“ állítólag — veszélyezteti a fizika logikus felépítését! Ezek után nem lepődöm meg, amikor a „golyák“ értetlenül nézik az órarenden a számukra még bizarr társítást jelentő tanfolyamneveket (termodinamika és statisztikus mechanika, optika és atomszerkezet).

*Hogyan keletkeznek a határtudományok?*

Az egyszerű válasz lehetetlen, mert a dolgok természetéből következik, hogy a határtudományokat nem lehet egy vagy csupán néhány sajátossággal jellemezni. A határtudomány *gyűjtőfogalma* azoknak a tudományoknak, amelyek valamilyen módon *átmenetet* jelentenek az alaptudományok közt. E módozatok változatossága a határtudományok árnyalását, differenciálását igényli. (Ebből a szempontból is hibás minden „új“, a „klasszikus“ — vagy inkább megszokott — alaptudománytól különböző tudományt egyszerűen határtudománynak nevezni).

Melyek a határtudományok jellemző vonásai és a valóság milyen határterületeit kutatják a határtudományok?

Az első, legnyilvánvalóbb meghatározása a határtudománynak: az anyag fejlődésfonalala csomópontjait képező struktúrák közti átmeneti szakaszok tanulmányozásával foglalkozik. Egy adott struktúráról szólva, magától érthetően, a tőle elválaszthatatlan, jellegzetes mozgásformáról is szólunk. A struktúra és a mozgás egy érem két oldala: az anyag fejlődési fokainak ontológiailag elkülöníthetetlen jellemzői. Azért hivatkozunk inkább az anyag különböző fejlődési fokait jellemző struktúrákra és nem a velük kapcsolatos mozgásformákra, mert az előbbiek szemléletesebbek és könnyebben meghatározhatók. Ennek az osztályozási szempontnak az eredetét is Engelsnél kell keresnünk, aki a kémia, fizika, illetve biológia feladatának az atomok, molekulák, illetve fehérjék jellegzetes mozgásformáinak tanulmányozását tekinti\*.

Az átmeneti tudomány meghatározásának jól megfelel a *kolloidika*, mivel az általa tanulmányozott kolloid-részecskék nagyobbak, mint a kémia vizsgálati tárgyát képező közönséges molekulák, de sokkal kisebbek, mint a molekuláris fizikában tanulmányozott molekulahalmazok (szilárd testek, felületi hártványok). Ha az alaptudományokat a tudományok rendszere abszolút koordinátáinak tekintjük — s ezt joggal tehetjük, mert például a kémia a molekulák felépítésével és átalakulásával foglalkozó alaptudomány és *nem* a fizika és biológia közt elhelyezkedő átmeneti tudomány —, akkor az említett kritérium szerint meghatározott átmeneti tudományoknak egyértelműen megszabott létintervallumok felelnek meg a tudományok genetikai rendszerében.

A határtudományoknak csak egy része az átmeneti struktúrákkal és mozgásformákkal foglalkozó átmeneti tudomány. A biokémia például nem egy, a kémiai és biológiai struktúrák közti átmeneti struktúrával foglalkozik (ezzel a vírusológia foglalkozik), hanem az élőlényekben végbemenő vegyfolyamatokkal. A határtudományok egy másik válfajával állunk szemben, olyan esetben, amikor a határjellegzet a különböző szintű mozgásformák összefonódása, egyirányú vagy kölcsönhatása okozza. Vizsgáljuk meg a kérdést részletesebben.

A bonyolultabb struktúrák egyszerűbb struktúrákból épülnek fel, a magasabbrendű mozgásforma mindig magába foglalja az alacsonyabbrendűeket. A magába foglalást dialektikusan kell értenünk: egy struktúra nemcsak tartalmazza építőelemeit, hanem azokkal kölcsönhatásban van (az egész a részekkel) ugyanúgy, miként a részek is kölcsönhatásban vannak egymással. A magasabbrendű mozgásforma jellegzetes, konkrét létközvetleneket biztosít a benne foglalt alacsonyabbrendű mozgásformák sajátos törvényei megnyilvánulásának. Az alacsonyabbrendű mozgásformák és struktúrák sajátos megnyilvánulásaiából következtethetünk az őket magába foglaló magasabbrendű mozgásforma egyes tulajdonságaira (például az élőlényekben végbemenő vegyfolyamatokból következtethetünk maguknak az életfolyamatoknak bizonyos sajátosságaira). Az, hogy egy folyamat tanulmányozásából következtetéseket vonunk le lefolyásának körülményeire, nem jelenti a körülményeknek a folyamatra való visszavezetését. Ebből következik, hogy az olyan típusú határtudományoknak, mint a biokémia, sem az a céljuk, hogy egy magasabbrendű mozgásformát alacsonyabbrendűre vezessenek vissza. Egy molekulafajta spektroszkópiai vizsgálatakor például (fizikai-kémiai probléma) a kémiai mozgást nem redukáljuk a fényt kibocsájtó és elnyelő elektronok kvantifikált (fizikai) mozgására,

\* Pontosabb terminológiát használva a határtudománynak ezt a válfaját átmeneti határtudománynak nevezik.

hanem ebből következtetünk a molekula kémiai szerkezetére, a benne fellépő kémiai kötések minőségére és erősségére.

Az imént vizsgált határtudományok lényegét másképpen is meghatározhatjuk: egy magasabbrendű mozgásforma vizsgálatát alacsonyabbrendű mozgásforma vizsgálata céljából kidolgozott módszerrel végezzük. Ez a meghatározás azonban csak részben fedi az előzőt, amelyet a struktúrák és mozgásformák belső kölcsönhatásaiból kiindulva fogalmaztunk meg. A rakétacsillagászat például (a csillagoknak rakétákra, műholdra szerelt műszerekkel történő vizsgálata) nem határtudomány: a csillagok struktúrája nem tartalmazza a rakéták struktúráját, a rakéták és a csillagok mozgásformái közt nem ismeretes átmeneti mozgásforma. A rakéta szerepe pusztán annyi, hogy a mérőműszereket közelebb viszi a vizsgálandó bolygóhoz.

Minél magasabbrendű struktúrákat, mozgásformákat tanulmányozunk, annál több határtudomány létrejötte lehetséges. (Minél magasabbrendű egy mozgásforma, annál több fajta alacsonyabbrendű mozgásformával van belső kölcsönhatásban. Mindegyik kölcsönhatás tanulmányozására — előbb-utóbb — kialakulhat egy határtudomány). Az utóbbi évtizedekben — ismereteinknek az infrastruktúra felé való mélyülése következtében — a biológia körül gombamód elszaporodtak a határtudományok: biofizika, kvantumbiokémia, molekuláris biológia, biokémia... Ezek közül egyesek (biokémia) már klasszikus tudománynak számítanak, mások pedig csak most próbálják, több-kevesebb pontossággal elhatárolni kutatási területüket. Van azonban egy közös tulajdonságuk: azoknak a kölcsönhatásoknak egyikét-másikát vizsgálják, amelyek a biológiai mozgásforma és a strukturálisan beleépült alacsonyabbrendű mozgásformák közt alakulnak ki.

Nem véletlenül említem a biológiát, mivel korszerű tanítása eszményi alkalmat nyújtana a határtudományok kisarjazásának bemutatására. Sajnos, ezt a lehetőséget nem igen használják ki a biológiatanárok. Hányszor hangzik el ez a határterületekre való kalandozást elhárító kijelentés: „Nem részletezzük, ezt már úgyis tanulátok kémiából (fizikából, földrajzból)!” Ebben az esetben is igazolódik az egyoldalú túlszakosodás korszerűtlensége: a szigorú értelemben vett szakma határterületei és a szomszédos tudományok áttekintésének hiánya gátolja a határtudományok problematikájának, korunk legsokatigérőbb kutatási területének vizsgálatát. Az adott témára összpontosuló érdeklődés csak úgy nyeri el lényeges értelmét, ha dialektikus ellentétével, a vizsgált témából a határterületek felé szétsugárzó érdeklődéssel fonódik össze. Mint minden dialektikus ellentét, ez is történeti jellegű, pólusainak értéke, „súlya” változik az idővel. Az oktatási folyamat bizonyos szakaszaiban a ki- és körültekintés, a szó eredeti értelmében vett *enciklopédizmus*, az összefüggések, a tudományok rendszerébe való beágyazás felismerése döntő kell hogy legyen.

Az általános oktatásnak per definitionem ezt az oldalt kell hangsúlyoznia. E feltételek megvalósítása már a tanárképzésben kell hogy elkezdődjék a különböző diszciplínák (a fenti értelemben vett) enciklopédikus és nem „túlspecializált” bemutatásával. Ugyanezt a célt szolgálná, ha — kivált a tanárképzésben — nagyobb fontosságot tulajdonítanánk a tudománytörténetnek, tudományelméletnek s hozzájuk hasonló elvi jellegű diszciplínáknak (még akkor is, ha a tanterv nem ír elő külön előadásokat és szemináriumokat a megvitatásukra).

A struktúrák és mozgásformák belső kölcsönhatása esetében tisztán kivehetők a különböző szükségszerű alá- és fölérendelési viszonyok: az élő struktúrák például szükségszerűen tartalmazzák azokat a vegyi struktúrákat, amelyekkel belső köl-

csönhatásban vannak. A kölcsönhatásoknak azonban van egy másik, az előbbtől viszonylag különböző kategóriája. Minden struktúra kisebb-nagyobb hatás-, illetve kölcsönhatási viszonyban van a környezetét alkotó struktúrákkal. Nevezük ezeket *külső* kölcsönhatásoknak. (A kölcsönhatásoknak ez az osztályozása nyilvánvalóan módszertani és viszonylagos jellegű. A talaj geológiai alkotó elemei a talajlakó élőlények külső környezetét alkotják, a *talajt* mint komplex struktúrát azonban a geológiai és biológiai alkotó elemek belső kölcsönhatása jellemzi és alakítja). E kölcsönhatásoknak is sajátos határtudományok felelnek meg. Gondoljunk az élőlényekre ható légköri tényezőket és azok biológiai hatását tanulmányozó *biometeorológiára* (egyirányú külsőhatást, illetve a külső hatásnak belső hatássá átalakulását tanulmányozó tudomány), vagy az éghajlat és az élőlények kölcsönhatását tanulmányozó *bioklimatológiára* (az élőlények nemcsak szenvedő alanyai a klímának, hanem alakítói is!)

Megvan a lehetősége annak, hogy tanítványainkat megismertessük az effajta határtudományok problematikájával. Megemlítem a földrajz keretében tanítandó *biogeográfiai* fejezeteket vagy — egy kis kalandozás a humaniorák és a reáltudományok határterületére — a történelemoktatásba iktatandó *ipar- és tudománytörténeti* fejezeteket. Kár, hogy a földrajztanárok egy része majdnem olyan csekély vonzalmat érez a biológiai témák iránt, miként a történelemtanárok egy része az ipar vagy más „reál” témák iránt.

A külső összefüggéseket tanulmányozó határtudományokhoz csatlakoznak a *komplex tudományok*. Ezek azokat a jelenségeket tanulmányozzák, amelyek több, egymás mellé rendelt mozgásforma összeszővődéséből származnak (például: *óceánográfia*).

Látszólag nyitott kapukat döngetek, hiszen tanterveink már tartalmaznak biogeográfiai vagy oceanográfiai témákat. Nem is a témák hiányával van baj, hanem azzal az egyoldalú szemlélettel, amellyel ezeket a témákat tanítjuk. A biogeográfiai fejezeteket például a biológia keretében oktatjuk, de ezért a biográfia *nem* csupán biológia, hanem geográfia *is*. Ismét csak a tanárok átfogó, dialektikusan szintetizáló szemlélete kialakításának szükségességére kell utalnom. Előtérbe kerül a jól koordinált tantervek kérdése is. Nemcsak a rokontárgyak fogalmainak egymásutánjáról van szó (például arról, hogy a kémiai-fogalmak tanítását meg kell előznie — a fizika oktatásának keretében — a halmazállapotok, a sűrűség fogalmainak kialakítása), hanem arról is, hogy egységes képpé formáljuk mindazt, amit bizonyos témáról a különböző tantárgyak sajátos látószögén keresztül tanítunk. S ezzel elérkeztünk egy döntő fontosságú gyakorlati problémához.

*Hogyan vezessük be a határtudományok oktatását?*

A modern nyelvoktatás ismeri a tanulók memóriájának befogadó képességét és — a szavak előfordulásának gyakorisági indexe alapján — meg tudja állapítani, melyek azok a fontos szavak, amelyekkel a hatékony nyelvtanulás érdekében a memóriát fel kell tölteni. Roger Gal említi figyelmet érdemlő könyvében\*, hogy ilyen mérések alapján egyes latin tankönyvek 4800 szavát 600 szóra lehetett csökkenteni! Felmerül a kérdés: nem lehetne-e az összes tanterveket a különböző fogalmak súlyozott gyakorisági indexe alapján összeállítani, előnyben részesítve az elvi fontosságú és szintetikus jellegű fogalmakat a leíró, részletező fogalmakkal szemben?

\* Roger Gal: *Hol tart a pedagógia?* Budapest, 1967.

Ezek az aprólékos vizsgálatok nagy mértékben növelnék tanterveink gazdaságosságát és helyet szoríthatnának a főbb határtudományok tanításának. A lényeges fogalmak tanítására való törekvés szükségszerűen a határtudományok felé irányítja az oktatás figyelmét. Tudománytörténeti tény, hogy a határtudományok vizsgálódásai nagy mértékben finomították az alaptudományok fogalomrendszerét és metodológiáját. Jellemző példa erre a fizikai kémia megtermékenyítő hatása a klasszikus kémiára.

Szükség van-e új tantárgyak bevezetésére? Úgy vélem, hogy nincs. A határtudományok az alaptudományok „perifériális” tematikájából sarjadztak ki és ezért fő fogalmaik kialakításához megfelelő alkalmat nyújtanak az alaptudományokon nyugvó hagyományos tantárgyak.

Elősorban nem formai és mennyiségi változásokra, hanem a szemlélet megváltozására van szükség, mert csak így tudjuk gazdaságosan és hatékonyan kihasználni a pillanatnyilag végsőkig feszített objektív (idő- és pszicho-fizikai) lehetőségeket. E szemléletváltozás lényeges tartalma a hagyományos tantárgyba összpontosult érdeklődés szétsugárzása kell hogy legyen. A hagyományos tantárgy központi alap, amelyről körültekintve felmérjük a határtudományok területét. Nem az alaptudományok oktatását oldjuk fel a határtudományok ismertetésében, hanem az alaptudományoknak a határtudományok felé szerteágazó gyökerei felé mélyítjük el az oktatást (ellentétben a felületes leíró-részletező túlspecializálódással).

A határtudományok eredményeinek jelentős része módszertani jellegű, a különböző módszerek összeötvözéséből, illetőleg egyik tudomány területéről a másikra való áthelyezésből származik. Ez a felismerés arra készítet, hogy sokkal nagyobb fontosságot tulajdonítsunk a metodológiai, operatív, gondolkodtató ismereteknek, a problémameglátás és megoldás készsége elsajátításának. Tudománytörténeti tény, hogy számos határtudomány egy *alaptudomány—segédtudomány* kapcsolatból alakult ki, oly módon, hogy valamely alaptudomány egy másik alaptudomány vizsgálati módszereit vette igénybe: a biokémia gyökereit a kémiának biológiai segédtudományként való alkalmazásában kell keresnünk. Az oktatás is kiaknázhatná e történeti-logikai útnak a lehetőségeit a különböző tantárgyak bizonyos tartalma segédtudomány-jellegének hangsúlyozásával.

*Nem minden határtudomány!*

A „határtudomány” kifejezés divatos lett, s mint ilyen pontatlanná vált. Egyesek, alaptalanul határtudománynak minősítik a kibernetikát és az izomorfizmusokat tanulmányozó többi tudományt. Igaz, hogy ezek különböző területeken dolgozó szakemberek közreműködésének eredményeként jöttek létre, de azért meghatározásunk értelmében mégsem határtudományok. Vizsgálódásaik tárgya nem egy konkrét anyagi struktúra, illetve az azzal kapcsolatos konkrét mozgásforma, hanem különböző mozgásformák azonos vagy analóg sajátosságai. A kibernetika *nem egy* konkrét, a többtől különböző „kibernetikai mozgásformát” tanulmányoz, hanem a kommunikáció és vezérlés általános aspektusait kutatja, függetlenül attól, hogy a vezérelt rendszer biológiai, vagy más, gépi természetű.

Ezek a tudományok (ilyen a matematika és az elméleti mechanika is) a valószínűleg szélesebb körben érvényes törvényeit kutatják és úgy viszonylanak a különböző konkrét struktúrákat és mozgásformákat tanulmányozó szaktudományokhoz — legyenek azok alap- vagy határtudományok —, mint az általános a különshöz. Mondhatnók úgy is, hogy a tudományok rendszerében újabb szintet képviselnek az anyag konkrét szerveződési és mozgásformáit kutató szaktudományok

felett. Míg a szó szoros értelmében vett határtudományok az átmeneti formák tanulmányozásán keresztül ragadják meg a világ anyagi egységének a tényét, addig az előbb említett tudományok (matematika, kibernetika) a széles érvényességi körrel rendelkező törvények megfogalmazásával teszik ugyanazt; külső burokként fogják össze a tudományok rendszerét, míg a határtudományok belülről cementezik azt egységes egészé. Nyilvánvaló, hogy a szédítő szakosodás egyeduralma után, egy szintézisre törekvő korszakban ezek a tudományok elengedhetetlen alkotó elemei az általános műveltségnek. A tudományok összefüggésének ezt az aspektusát elsősorban a *matematizálódás széleskörű folyamata* tárja elénk. Ezzel kapcsolatban a kérdések bonyolult szövevénye tárul fel.

Legelőször is: a matematika és a különböző konkrét természettudományok ötvöződéséből határtudományok származnak vagy sem? Az itt kifejtett meghatározás szerint nem, mivel e diszciplinák nem határjelenségeket, átmeneti struktúrákat és mozgásformákat tanulmányoznak, hanem egy konkrét jelenségesoport mennyiségi és térbeli relációit. A biomatematika nem úgy viszonylik a biológiához, mint alaptudomány a határtudományhoz, hanem inkább, mint egy elméleti tudomány a kísérleti tudományhoz — bár e hasonlat távolról sem fejezi ki a lényegét. A konkrét és absztrakt dialektikájának sajátos esetével állunk szemben. Hangsúlyozandó a dialektikus kétsarkúság, az állandó kapcsolat és átmenet e két pólus között, mivel egyesek szemében a matematizáció azonossá vált az öncélú formalizációval.

A tanításban ez az öncélúság a diákriasztó képletek halmozásában nyilvánul meg, holott a matematikai apparátus alkalmazása nem öncél, hanem — a mennyiség, minőség és mérték dialektikus kapcsolatain át — út a lényeg megragadása felé. Vajon az oktatás folyamatában mindig végigjárjuk-e ezt az utat?

#### *Tudományszervezés—iskolaszervezés*

Azok a tudományfejlődési jelenségek, amelyek a határtudományok megjelenéséhez vezettek, nemcsak tartalmilag hoztak újat, a kutatás reflektorfényének a határterületekre való irányításával, hanem formailag is. A tudomány szervezésének feladatára gondolok, amelynek éppen a határtudományok szükségletei adtak nyomatékot.

A tudomány nemcsak a tudományos ismeretek rendszere és a tudományos kutatás módszere, hanem az alkotó emberi tevékenységnek egy sajátos szervezési formája is. A különböző tudományos intézmények és testületek nem mai keletűek, de a különböző szakmájú kutatók közti sokrétű kapcsolaton alapuló tudományos kollektívák szükségessége csak most, a tudományok integrációjának korában merült fel. (Már-már közhely Norbert Wienernek azt a matematikusokból, elektronikusokból és fiziológusokból álló asztaltársaságát emlegetni, amelyet a tudománytörténet a kibernetika böcsőjeként tart számon). A kollektív alkotó tevékenységnek olyan problémái válnak döntővé a tudományos tevékenység hatékonysága szempontjából, amelyeknek eddig nem tulajdonítottunk különösebb fontosságot. Elsősorban a munkamegosztásra és a tudományos munka tervezésére gondolok. S ezeknek az erkölcsi vetületére, azokra a tudomány-etikai kérdésekre, amelyek az „egyedülálló“ kutatás esetében fent sem állottak.\*

A tananyag az alapvető tudományos ismereteket tartalmazza. A didaktikailag „átgyúrt“ ismeretek elsajátítása a fő cél. Tanterveink tartalmaznak utalásokat a különböző intellektuális készségek fejlesztésére — a gyakorlatban azonban kevés tör-

\* Victor Săhleanu: *Etica cercetării științifice*. București, 1967.

ténik ezirányban. Az indokolás „egyszerű”: arra is alig van idő, hogy a diákok megtanulják a tantervben előírtakat, nem érünk rá, hogy mindent újrafelfedeztessünk velük... Ilyen körülmények közt nyilvánvaló, hogy a tudományos munka szervezési formáinak még az elemeivel sem ismerkedik meg a tanuló. Pedig az ismeretek tudatos és aktív elsajátításának sokat hangoztatott didaktikai alapelve is arra utal, hogy egyszerű memorizálás helyett az ismereteket kialakulásuk folyamata révén ragadtassuk meg a tanulókkal. Nagyobb fontosságot kell tulajdonítanunk a problémamegoldó, kutató, felfedező tevékenységnek és ezzel kapcsolatban azoknak a szervezeti kereteknek, amelyekben ezek a leghatékonyabban megvalósíthatók.

A tapasztalatok szerint még ma is az osztály és a tanóra a legmegfelelőbb szervezeti formái az oktatónevelő folyamatnak. Felmerül azonban a kérdés, nem szükséges-e nagyobb fontosságot tulajdonítani azoknak a szervezési formáknak, amelyeknek a keretében kisebb tanulócsoportok sokoldalúan közelítenének meg egy komplex témát, valahonnan a határtudományok területéről. E célra legmegfelelőbbnek a tanulók különböző *szakkörei* mutatkoznak. Ízelítőt nyújthatnak a szervezett, tervszerű tudományos munkából és a különböző tudományoknak abból az összefogásából, amelyből a határtudományok születtek.

A határtudományokat termő tudományközi összefogás egyik feltétele a közös „nyelv”, a kölcsönös tájékoztatás lehetősége, azoknak a szellemi fegyvereknek birtoklása, amelyekkel idegen kutatási területekre lehet portyázni. Elsajátításuk feltétele a szemellenzős szakosítás ellentéte, a *szintézisre törő oktatás*. De csak előfeltétele. A határterületeken, különösen az új határterületeken való tájékozódást a különböző szakképzettségű kutatók termékeny együttműködése segíti elő, ez az együttműködés alakítja ki az ismereteknek azt a rendszerét, amelynek alapján közös kutatásukat megszervezhetik. Az érdeklődés kiterjesztése, az új, a más természetű ismeretanyag befogadásának képessége, a hajlékonyság, amivel egy adott szaktudást más területen alkalmazunk — végsőfokon munkastílus kérdése. A munkastílust pedig a gyakorlás alakítja ki, márpedig ennek a gyakorlásnak nem a tanóra az egyedüli és legmegfelelőbb kerete. El kell gondolkoznunk azon, hogy a *szemináriumok, szimpozionok, vitaülések, tájékoztató referátumok* csak a főiskolákon lelnek alkalmazást — ott is sokszor csak formailag és nem alakult ki még középiskolai vetületük.

\*

Most, amikor újabb erőfeszítésekkel törekszünk tanügyünket tökéletesíteni, e kérdések megoldását is tervbe kell vennünk. S mindazon kérdéseket, amelyeket a konzervatív óvatosság elkerült.

Salló Ervin

