



PR/B10/06VTJ0522ET00124T0117



## A tudományok osztályozása

Vincze János

### 1. Kortünet

Korunk a műszaki-tudományos-technikai forradalom korszaka, ami az ember és természet közötti anyagcsere egyik válfaja: végbemegy a tudomány és a technika mély minőségi átalakulása, amikor az egész társadalmi haladásban a vezető szerep a tudományé lesz. A tudománynak a társadalomban betöltött szerepe jelentősen megnövekedett, nem túlzás azt állítani, hogy állandó, intenzív tudományos tevékenység nélkül sem a társadalmat, sem a termelést nem lehet siker reményében irányítani.

A technika jelenléte az ember termelő tevékenységében mindig kettős: jelen van mint eszköz, gép, szerszám, technológia stb. és mint az ember ismerete, készsége, tapasztalata. A termelő erőkon belül a technika és az ember egysége egészet alkot, s egymást mindig kölcsönösen meghatározzák. A technika, a termelést már ma is egyetlen hatalmas kísérleti területté változtatta, ahol az ember tudományos szelleme, az intellektuális adottságai szabta korlátokba bár gyakran beleütközik, de ugyanakkor technikai képessége szabadon bontakozhat ki és így a természet felett egyre teljesebb uralmat gyakorolhat. A magas fokú automatizálás, a számítógépek elterjedése, az előrehaladott gépesítés legváltozatosabb formái, arra kötelezik az embert, hogy a legnehezebb szellemi feladatokra és azokra az előre nem látható tudományos problémákra a megoldására összpontosítja erejét, amelyekkel kapcsolatban az intuíció és a képzettség játszik uralkodó szerepet.

A technikai fejlődést nem szabad adottnak tekintenünk, hanem a társadalom, vagyis az emberek javára manipulálhatónak kell minősítenünk. A technikának és a technológiai folyamatoknak a tudományos-technikai forradalom alapján létrejött tökéletesedése – a munkatevékenység jellegének és tartalmának minőségi változásához vezet, fokozza a műveltséggel, a szakképzettséggel, a tudományos-műszaki ismeretek színvonalával szemben támasztott követelményeket. Éppen a tudományos-technikai forradalom hatására, amelynek eredményeként kölcsönösen és egyre intenzívebben hatja át a tudományt a technika és a technikát a tudomány, megjelenik annak szükséglete, hogy az ember képes legyen ezt a kölcsönösséget tudásban, gondolkodásban átfogni. E kettő szétfejtethetetlenül és mégis megkülönböztetően fonódik egybe.

Természetesen ok-okozati rendszerünkben hiába is keresnénk a tudománytechnika egységét, sohasem leszünk képesek „magánvalóságában” tetten érni, hanem csakis viszonyulásuk fényében ragadhatjuk meg számunkra fontos pillanatait.

## **2. A természettudományokról**

Korunk tudományának fejlődését ellentétes irányú tendenciák jellemzik: az egyre szűkebb területre korlátozódó és egyre mélyebbre ható specializálódás, a részismeretek felhalmozódása (ennek eredményeképpen a tudományterületek egész sora jelent meg), ugyanakkor – a jelenségek és rendszerek közötti összefüggések, kapcsolatok felfedezésének, az anyagi világ általános törvényszerűségei megismerésének köszönhetően – az egységes természettudomány kialakulásának tendenciája. Ilyen körülmények között állandó feladatot jelent a természettudományok mint rendszernek a tanulmányozása, osztályozása, a különböző tudományterületek közötti kapcsolatok vizsgálata.

A természettudományok rendszerezése nem csupán tudományelméleti probléma. Felhasználható egy nem-lineáris dokumentáció megteremtéséhez is, amely egyúttal tükrözi a tudományágak közötti összefüggéseket és kapcsolatokat. Nyilvánvaló, hogy a természettudományok osztályozása, bármikor végezzük el, történeti jellegű: a tudományfejlődés adott időszakára vonatkozik, ismereteink bővülésével változnia kell. Az első, a mozgásformák típusain alapuló tudományos osztályozás, mely lényegében egy dimenziós felosztás, nem tükrözheti a természettudományok mai rendszerét.

A természettudományok több „szinten”, több kritérium alapján rendszerezhetők. Az alapot ehhez a művelethez elsősorban maga a természet szolgáltatja: a különféle tudományok által tanulmányozott anyag strukturális felépítését és mozgástípusait tekintjük az osztályozás elsődleges meghatározóinak.

Ma már az anyag mozgástípusai mellett strukturális felépítését is figyelembe kell vennünk: e két tényező együtt határozza meg a különböző tudományterületeket.

Habár a struktúra fogalma magában foglalja az anyag összes lehetséges mozgásformáit, a tudományok rendszerezése érdekében a kettő mégis szétválasztandó: az osztályozás csak a mozgásformák és a struktúra koordinátarendszerében valósítható meg.

### 3. A természettudományok exponenciális fejlődése

A természeti folyamatok egyre mélyebb megértésének lehetősége nemcsak a tudomány embere, a kutató előtt áll nyitva: a tudomány felismerései a nem szakember számára ugyanolyan fontosak. A természettudomány az emberekben – bármilyen képzettségűek vagy foglalkozásúak legyenek is – tudatosá tette, hogy az Univerzumban léteznek egyetemes természettörvények, és hogy az anyag szerkezete nagymértékben megismerhető.

Napjainkra a tudás növekvő mennyisége jellemző, amelynek modellálására a következő képlet alkalmas :

$$A_t = A_0 \cdot e^{0,07 \cdot t}$$

ahol  $A_t$  – a  $t$  időpillanatban felhalmozott tudásmennyiség;  $A_0$  – a tudásmennyiség valamely kezdő pillanatban;  $e$  – a természetes logaritmus alapja. Szóban kifejezve: amíg a tudás mennyisége csekély, növekedése is minimális, de ha elér bizonyos szintet, növekedése rohamossá válik. Ma már mintegy húszévenként kétszereződik meg a tudásanyag.

Két egymástól eltérő típusú statisztikai jelenség vizsgálatára nyílik mód a tudomány nagybani viselkedését illetően. Egyrészt a bámulatosan rövid (mindössze 15 évet kitevő) időállandójú exponenciális növekedésen alapuló összkép nem teljes: vannak olyan mutatók, amelyek nem követik pontosan ezt a törvényt. Növekedésük lehet lassúbb vagy gyorsabb ütemű, a népesség szaporodását azonban mind túlszárnyalja. Másrészt fennáll annak a lehetősége, hogy a jelenlegi körülmények között az exponenciális növekedés törvénye már kezdi érvényét veszíteni.

Lehetséges, hogy az elmúlt több mint 250 év a serdülés kora volt, amelynek során a tudomány ötvenévenként „kinőtte” nagyságrendjét, „új rend ruhát” kapott s növekedése fokozódott. Manapság talán a serdülést követő nyugalmasabb időszak éveit éli a tudomány, növekedése lelassult, talán meg is állt, mert felnőtté vált. Végül is az eddigi öt nagyságrendi növekedés tetemes dolog! Világos, hogy két további nagyságrendet elérni úgy, ahogyan az előző öt nagyságrendet megtettük, már nem nagyon lehetséges. Ha ez lehetséges volna, minden emberre, két tudós jutna, s rájuk tízszer annyit kellene költeni, mint amennyi pénzünk egyáltalán volna. A tudomány exponenciális növekedése mellett „utolsó ítéletének” napja tehát nem egészen egy évszázad múlva bekövetkeznék.

A való világban semmi sem nőhet végtelen nagyra. Az exponenciális növekedés végül is valami határhoz tart, a folyamat lelassul s megáll, mielőtt abszurd viszonyokba torkolna. A viszonyok reálisabb leírására szolgáló függvényt is jól ismerjük, logisztikus görbe a neve. A tudományérés terén tanúsított tudatlanságnak jelenlegi fokán a mérések precíz megfogalmazásával, a matematikai részletekkel nem is fogunk törődni.

A logisztikus görbe két párhuzamos egyenes, a „padló” és a „mennyezet” közt fut le. A padló a növekedési index legalacsonyabb (rendszerint nullának vett) értékének felel meg, a mennyezet pedig azt a határértéket képviseli, amelyen túlra a görbe nem kerülhet. Tipikus esetekben a növekedés exponenciálisan indul, ezt az ütemet megtartja mindaddig, amíg egy, a padló és a mennyezet között valahol félúton található középponthoz nem ér, ahol inflexiója van. E ponton túl a növekedés üteme csökken, a görbe a mennyezethez közeledik olyan ív mentén, amely a középpontig tartó felszálló ággal szimmetrikus. Ez a szimmetria érdekes tulajdonságot tükröz: a természetben ritkán találunk olyan aszimmetrikus logisztikus görbéket, amelyek leírásához még egy további paraméterre volna szükség. A természet eléggé szűkmarkú a növekedést leíró paraméterek dolgában.

Mármost pusztán az a tény, hogy a korábban vizsgált szabályozás exponenciális növekedés időállandója 20 év, valószínűvé teszi valamilyen „plafon” létezését, máskülönben egy újabb évszázad végén abszurd helyzet állna elő. Ha viszont ilyen felső határ létezik, akkor arra kell következtetnünk, hogy a jelenlegi exponenciális növekedés egy logisztikus görbe kezdő íve, álcázott formában. Másfelől, látható, hogy amint beléptünk az inflexiós pont körüli középtartományba (ez alatt az idő alatt vált át a növekedés az exponenciálisról más típusúra), további 3500 évnél kell eltelnie, míg a padló és a mennyezet közti távolság felezőpontját elérjük. Egy ugyanilyen hosszú periódus után a görbe a felső határt ténylegesen eléri. Tehát a mai tényállásra vonatkozó hivatkozás nélkül, anélkül, hogy becslésekbe bocsátkoznánk, hol és mikor húzandó meg a határvonal, kétségtelen, hogy egy emberi nemzedék tartamán belül – valószínűsíthető – a tudomány növekedésének üteme elveszti hagyományos exponenciális jellegét, s az öregkor határát jelző kritikus ponthoz tart!

Azonban úgy látszik, hogy a tartósan exponenciális szabályt követő növekedésnek az „ellaposodás” gondolata nincs ínyére. Még mielőtt elérnék a középpontot, a görbék kígyózni kezdenek és pajzán szellemek módjára alakjukat és nevüket többször megváltoztatják, hogy a plafonnál leselkedő végzetüket elkerülhessék. Kevésbé „emberszabású” kifejezéssel élve, a kibernetikai rezgőmozgás jelensége áll be, a görbe vadul oszcillálni kezd. A korlátozó körülmények az eredeti állapot visszaállítását célzó reakciót váltanak ki; a jogaiba visszahelyezett növekedés azonban a célon messze túllő, s a korábbi mélypontnál is mélyebbre zuhan. Ha a reakció sikerrel jár, hatására a mért mennyiség visszanyeri „életkedvét”, új erőre kapva addig emelkedik, míg végzete utol nem éri.

A hagyományos logisztikus görbe két változatára bukkanunk tehát, amelyek gyakoribbak, mint a sima, S-alakú ívek. Mind a két variánsban a változás az inflexiós ponton való áthaladás alkalmából feltehetőleg olyan időpontban áll be, amikor az exponenciális növekedés megszűnésével együtt járó nélkülözések tűrhetetlenné válnak. Ha a mérendő dolog definíciójának csekély változtatása olyan mutatót eredményez, amelynek a változása a régebbiét követi, a régi görbe hamvaiból, fönixmadár módjára, új logisztikus görbe emelkedik ki. Ezt a jelenséget először Holton ismerte fel, és szerencsés szóhasználattal eszkalációnak nevezte.

A fentiek alapján kísérletet teszünk a tudományanalízis második alaptörvényének megfogalmazására: minden, első látásra exponenciális ütemű növekedési törvény végső soron logisztikai típusú; a vele járó, krízisekkel terhes periódus a középpont mindkét oldalán egy-egy nemzedékre terjed ki. A „sebességkorlátozási tábla” utáni szakaszon dúló harc a mért változó teljes újraértelmezését, heves ingadozását vagy pedig halálát eredményezheti. Most, hogy a logisztikus görbe öregkori betegségeit valamelyest megismertük s tudjuk, hogy ilyen patológikus jelenségek a tudomány és a technika speciális ágaiban ténylegesen is fellépnek, vessük fel ismét a tudomány növekedésének kérdését, ezúttal globális szinten.

Láttuk, hogy növekedése rendkívül hosszú korszakon át tisztán exponenciális ütemű, majd egy bizonyos időpontban hanyatlás következik be, s a kb. egy nemzedéken át tartó, egyre inkább elhatalmasodó fékező hatás a görbét eszkalációra vagy heves ingadozásra kényszeríti. Ezeknek a változásoknak a mibenléte és magyarázata nyilván attól függ, hogy mit mérünk, s a mért mutatóra vonatkozó adatokat hogyan gyűjtjük össze. De pontos definíció és elemzés nélkül is levezethető a kritikus korszak számos jellegzetessége. Nyilvánvaló, hogy egyre több fejtörést okoz majd a tudományos munkaerő túlburjánzása és a tudományos irodalom hatványozott növekedése, de a kutatás költségeinek átszervezése útján megoldható ezeknek számos gondja. Ha a változások sikerrel járnak, új eszkalációs periódus kezdődik, amelyre gyors alkalmazkodás és növekedés jellemző. Ha a változások nem eléggé hatásosak, radikálisak ahhoz, hogy új fellendülést váltsanak ki, heves ingadozással járó rezgőmozgás következik be, amely esetleg kisimulhat.

Ez az elemzés azt a gondolatot sugallja, hogy a Nagy Tudománynak nevezett állapot ténylegesen azoknak az új körülményeknek a kezdetét jelenti, amelyek véget vetnek az évszázados hagyományoknak, és eszkalációk sorozatához, heves ingadozásokhoz, az alapfogalmak átértelmezéséhez és a felső határ létezéséből folyó egyéb jelenségekhez vezetnek.

Az eddigiekből már kiderül ugyan, hogy a telítettség végső soron elkerülhetetlen, de csak hozzávetőlegesen lehetne megmondani, mikor és milyen körülmények között kezdődik. Azon a véleményen vagyunk, hogy a telítettség kora már elkezdődött. Talán furcsán hangzik ez az állítás, ha meggondoljuk, hogy egy ország munkaerő állományának és költségvetésének csupán néhány százalékát állítjuk tudományos célok szolgálatába.

Bárhogy is áll a dolog, annyi világos, hogy a társadalom és a tudomány kapcsolatában tapasztalható új jelenségek gyökeresen eltérnek a teljes történelmi múltra érvényes szakadatlan növekedés jellemző viszonyaitól. Az új korszakon a telítettség minden ismert tünete észlelhető. Ez azonban inkább reményre, mint kétségbeesésre ad okot. A telítettséget ritkán követi halál; inkább arról van szó, hogy ebben a szakaszban a tudományfejlesztés teljesen új alapszabályokon nyugvó új stratégiájára lesz szükség.

#### **4. Az anyagi rendszerek és mozgásformáik**

Az anyagnak két alapvető formája ismeretes: a diszkrét természetű, szerkezete szerint korpuszkuláris anyag és a folytonos tulajdonságot mutató fizikai mezők. Az anyagi rendszereket szervezettségi fokuktól, összetételüktől függően több strukturális szintre oszthatjuk. Az elemi részecskék (tovább bonthatók: kvarkok, hullámrezgések), a szubatomi rendszerek alkotják a legalacsonyabb strukturális szintet. Ezen a szinten a szuperhúr-elmélet nagyon sokat ígér. Összetettségben ezt követi: az atommag, az atom és a molekuláris szintek. Az atomok és a molekulák molekuláris rendszereket hoznak létre, ezekből tevődnek össze – újabb szintet alkotva – a fizikai testek. Az ember tudatos tevékenysége során mesterséges rendszereket hoz létre, amelyeket a mindennapi életben, a termelő és kutató tevékenység során használ fel, s ezek megint új szintet jelentenek. További strukturális szintnek tekinthetők: a biológiai rendszerek, a Föld, a Naprendszer, a mi galaxisunk, a galaxis-rendszerek és a Világegyetem. Az egyes strukturális szintek nem függetlenek egymástól, a magasabb szint mindig az alacsonyabbakból épül fel (az atommag elemi részecskékből, az atom magból és elektronokból, a molekula atomokból stb.). Egy struktúra nem azonos alkotóelemeivel, minőségi többletét a lehetséges új kölcsönhatások és az ezek által létrehozott mozgások, változások határozzák meg. Természetesen, hogy ez a felosztás tovább finomítható a rendszerek minőségi és mennyiségi jellemzői alapján.

Az elemi részecskék például kvarkokból (a kvarkok pedig hullámrezgésekből) épülnek fel, az atomokat kémiai jellegük, a periódusos rendszerben elfoglalt helyük alapján osztályozhatjuk tovább; a molekulákat feloszthatjuk szervetlen, szerves vegyületekre és a makromolekulák csoportjára. Nagyszámú atomból, molekulából álló részecskerendszerek gázok, folyadékok, plazma állapotú vagy szilárd testek lehetnek, oldatot képezhetnek, kolloidrendszert alkothatnak. A makrovilág alkotóelemei is igen változatos rendszerekre tagolhatók: vizsgálat tárgya lehet a Föld, ennek sugárzási övezetei, atmoszférája, hidroszférája és litoszférája. Egy „lépéssel” továbbmenve a megastrukturális rendszerek tanulmányozása terén, elsősorban a Nap és bolygói vizsgálhatók, majd a különböző fejlődési stádiumban lévő csillagok, aztán a galaxis és galaxis-rendszerek.

Az anyag különböző strukturális egységei állandó kölcsönhatásban vannak egymással, s ezek a kölcsönhatások hozzák létre az anyagi rendszerekben végbemenő változásokat, a mozgást. Az ún. gyenge kölcsönhatások és a magerők a szubatomos jelenségek mozgatórugói; mikroszkopikus világban az elektromos erők az uralkodók (az atomokban, molekulákban és az ezekből felépülő testekben ható erők elektromos jellegű kölcsönhatásokra vezethetők vissza); a bennünket körülvevő mezotartományban mozgó testek kölcsönhatásait és a nagy tömeggel rendelkező égitestek mozgását pedig a gravitációs erők határozzák meg.

A gravitációs erő a végtelenbe nyúlik. Ez különös termodinamikai viselkedést eredményez: nincs mód az energia egyszerű ekvipartíciójára a részecske-jellegű és gravitációs szabadságfokok között. A gravitációs dinamika inherens instabilitása szüntelen változást kényszerít világunkra (jelenleg: expanziót). A szétszóródó anyagnak ki kell másznia önnön gravitációs gödréből, ezt csak belső energiájának rovására teheti. Az anyag folyamatosan hűl. A dinamikai tágulás és az általa kiváltott hűlés azonban oly gyors, hogy az anyag nem mindig tudja egyidejűleg újrendezni hőmérsékleti egyensúlyát. A nemegyensúlyi korok irreverzibilis folyamatai (hővezetés, struktúraképződés, életfejlődés) termelik az Univerzum entrópiáját.

Mindaddig különböző erők formálják világunk arculatát. Magerők éltetik a napsütést; stabilizálják a kémiai elemeket. Elektromos erők atomokat, molekulákat és kristályokat alkotnak; vegyfolyamatokat és életjelenségeket idéznek elő. Gravitáció formálta a csillagokat és galaxisokat. És a gyenge kölcsönhatások teremtettek teret és időt az egész színjáték számára.

Az anyagi rendszerek állandó mozgásban vannak, a mozgás elválaszthatatlan az anyagtól. Mozgásnak nevezünk bármilyen változást, a legegyszerűbb mechanikai helyváltoztatástól a bonyolult biológiai folyamatokig, a gondolkodásig és lelki életig. A természettudományok osztályozása szempontjából a mozgások következő típusait különböztetjük meg:

- mechanikai mozgás (a legelemibb és legáltalánosabb mozgásforma);
- szubatomi mozgás, amelyet az elemi részecskék kölcsönhatásai határoznak meg (ezek eredményeképpen változatos tömegű és töltésű részecskék, ún. „elemi részecskék” és atommagok képződnek);
- sugárzási anyag mozgása (elektromágneses sugárzás keletkezése, terjedése és elnyelése);
- az elektronnak mint egyik leggyakrabban előforduló elemi részecskének a mozgása atomokban, molekulákban, kapcsolt atomi rendszerekben stb. Ez a természettudományok rendszerezése érdekében külön mozgásformának tekintendő, ugyanis a mikrorészecskék térben korlátozott mozgását – így az elektronét is – sajátos törvényszerűségek uralják, amelyeket a kvantummechanika ír le;
- kémiai mozgás, amely az atomos állapotban lévő anyag létezési módjának felel meg (az atomok egymáshoz kapcsolódnak, molekulákat alkotnak, a molekulák további átalakulása a kémiai vegyületek tízmillióit hozza létre).

A felsorolt mozgásokat az anyag legelemibb, legalapvetőbb mozgástípusainak tekinthetjük. Ha e mozgástípusok az anyagi világ elemi strukturális rendszereiben (elemi részecskékben, atommagokban, molekulákban) mennek végbe, azonos strukturális szinten teljesen egyenértékűek, egymásba átalakulhatnak. Ezen a szinten az egyes strukturális elemek, a különböző részecskék sem változhatatlan egyedek: egymásba átalakulhatnak, egymásból képződhetnek. Ha például egy elektron lefékeződik egy mag elektromos erőterében, mozgási energiája fotonok által képviselt sugárzási energiává alakul át, kellő energiával rendelkező elektromágneses sugárzás pedig elektronpárrá (elektronpozitron) „materializálódhat”. Energetikai egyenértékűség esetén az elemi mozgásformák átalakulhatnak egymásba.

A komplex rendszerek változásait, amelyeket különböző jellegű kölcsönhatások és mozgások, párhuzamos és egymás után végbemenő folyamatok hoznak létre, integrális mozgástípusnak nevezhetjük. Integrális mozgástípusok a geológiai és biológiai folyamatok, s ide sorolható az asztrofizikai mozgás is, például egy „csillag élete” az anyagtömörüléstől a szupernova-robbanásig. Integrális mozgástípusok esetén a változások teljes leírása igen bonyolult feladat, sok esetben csak egy-egy részfolyamat tisztázásáig jutottunk el.

### **1.5. A természettudományok rendszerének szintjei**

Az anyagi világ változatosságának és sokrétűségének tükörképeként alakult ki a természettudományok bonyolult rendszere. Osztályozása a tanulmányozott anyagi rendszerek strukturális felépítése és mozgástípusai alapján lehetséges. A csoportosítás további ismérveként a megismerés folyamatának jellemzőit, az absztrakció fokát, a kutatás célját és módszereit tekintjük. A természettudományok egyes ágait az anyag strukturális szintjei és jellemző mozgásformái szerint egy kétdimenziós „térképen” helyezhetjük el. Az adott felosztás eredményeképpen a természettudományok egységes hálózata alakul ki, amely egyben a különböző diszciplínák közötti kapcsolatot is tükrözi. A kapcsolat kétirányú lehet, „vízszintes” és „függőleges”. Az első a strukturális szintek egységéből adódik: a magasabb, komplexebb struktúrák mindig az alacsonyabbakból épülnek fel (az atommag nukleonokból, az atom magból és elektronokból, a molekula atomokból stb.). Egy strukturális szintnek megfelelő anyagféleség tulajdonságait és változásait összetétele, szerkezete határozza meg. Ezenkívül a különböző strukturális szintek kölcsönhatásba is léphetnek, az egyik mozgása, változása meghatározza egy másik rendszer állapotát, változását. A tudományok „vízszintes” kapcsolata mellett „függőleges” meghatározottság is észlelhető, aminek oka a mozgásformák kölcsönös átalakíthatósága, a különböző mozgástípusok egyidejű jelenléte. Természetesen a különböző tudományágak nem mindig foglalnak el csak egyetlen kockányi területet a struktúra-mozgástípus meghatározta síkban.



Azok a tudományok, amelyek egy mozgásféleség általános törvényeivel foglalkoznak, függetlenül attól, hogy a mozgás milyen strukturális rendszerben megy végbe, „vízszintesen” fognak át különböző strukturális rendszereket.

Legklasszikusabb ilyen tudomány a mechanika. Az egy-egy komplex strukturális rendszer összes mozgástípusait tanulmányozó tudományágak pedig „függőlegesen” foglalnak el nagyobb területet. Ilyen komplex tudomány az asztrofizika, a geofizika stb.

A természettudományok különböző ágait a kutatás jellege alapján négy típusba sorolhatjuk. Egyes tudomány-ágak egy mozgásféleség törvényszerűségeit tanulmányozzák az anyagi világ különböző strukturális rendszereiben – például a kémiai folyamatokat molekuláris szinten, molekularendszerekben, geológiai körülmények között vagy az élővilágban. A tudományágak többsége ebbe a csoportba sorolható. A másik típus a különböző strukturális egységek kölcsönhatását és a bekövetkezett változásokat vizsgálja; ilyen jellegű tudományág például a biometeorológia, ilyen az elemi részecskék, a sugárzás és a biológiai rendszerek kölcsönhatását tanulmányozó sugárbiológia. Egy további típus a mozgásformák kölcsönös átalakulását vizsgálja; ide tartozik többek között a fotokémia. A tudományágak következő csoportja végül a természet különböző objektumainak, strukturális rendszereinek osztályozásával, tulajdonságainak, belső felépítésének leírásával foglalkozik; ide sorolandók a klasszikus tudományok leíró ágai.

A strukturális szint és a mozgás-formák meghatározta sík, az alapszint fölött, a harmadik dimenzióban helyezkedik el. A természettudományok különböző ágait: a megismerés jellemzői, az ismeretszint mélysége, a kutatás célja és szerepe.

Ugyancsak különböző szintekről beszélhetünk a megismerés mélysége szerint: legalacsonyabb az empirikus, kísérleti szint, ezt követi a fenomenológikus leírás, majd – a megfigyelések absztrakciója eredményeképpen – a jelenségek legfontosabb tulajdonságainak axiómák formájában történő rögzítése. Fenomenológikus szintnek felel meg például a részecske-fizikában az elemi részecskék osztályozása. Magasabb szintet képvisel a jelenségek belső szerkezetének, a strukturális elemek kapcsolatának feltárása. A tudományok fejlődési folyamatát a strukturális szintek bővülése és felbomlása jellemzi: egyrészt az eddig egységesnek vélt rendszerek bizonyulnak összetetteknek, másrészt új strukturális rendszereket ismerünk meg. A tudományfejlődés második jellegzetessége, hogy a strukturális szintek közötti kapcsolatokat (az alacsonyabb és magasabb struktúrák felé) egyre teljesebb mértékben felfedjük. A folyamat harmadik jellegzetessége, hogy az integrális mozgásformák törvényszerűségeit mind nagyobb pontossággal ismerjük meg (sikerült például nagy vonalakban feltárnunk a csillagfejlődés különböző stádiumait, és elindultunk a biológiai folyamatok molekuláris, biofizikai, biokémiai megértésének útján is).

A természettudományokat osztályozásuk harmadik szintjén a kutatás célja és szerepe szerint is csoportosíthatjuk. Így például a biológiai tudományokon belül szerkezetant, működéstant, fejlődéstant különböztethetünk meg.

A tudományok társadalmi szerepe elsősorban az ember termelő és kutató tevékenysége során létrehozott mesterséges rendszerek tanulmányozásában kerül előtérbe és ily módon kapcsolódik a gyakorlathoz. A természet megismerése sohasem volt öncélú: a tudománynak a társadalom haladását kell szolgálnia. Ez nyilván nem azt jelenti, hogy minden tudományos eredmény gyakorlati jellegű és közvetlenül alkalmazható a termelésben egészeiben véve azonban természettudományok nélkül nem képzelhető el korunk civilizációja. A társadalmi igények közvetlen kielégítését szolgálja az alkalmazott kutatás és fejlesztés, de a gyakorlati rendszerek összetett volta komplex jellegű kölcsönöz e tudományoknak. A módszertani különbség lehet elméleti vagy kísérleti jellegű, s a modern természettudomány komplex összefonódását, elméleti téren a matematikai módszerek térhódítása jellemzi. Az osztályozás eddig tárgyalt szintjei fölött több mozgástípust és strukturális rendszert átfogó tudományterületek helyezhetők el: a határtudományok és az interdiszciplínák

### 1.6. A tudományok háromdimenziós modellje

Egyértelműen megállapítható, hogy a tudományok osztályozása a mozgásformák alapján számos ellentmondást tartalmaz. Egy lépéssel tovább megy, az alábbi háromdimenziós modell, amelyben úgy a mozgásformákat, mint a létező rendszereknek egymásra épülő szintjeit is figyelembe veszi.

Ezen elképzelés szerint a reális világ rétegzett szerkezetű.

**Öt fő réteget tartalmaz:**

- az anorganikust (szervetlen rendszereket);
- az organikust;
- a társadalmi;
- a szellemit;
- a lelkit.

Az egyes rétegek specifikus jellegét a benne uralkodó elvek, kategóriák alkotják, amelyek a létezőre mint létezőre vonatkozó alapvető állítások, meghatározások, nem pedig pusztán értelmi fogalmak vagy kijelentések.

1) Az első rétegbe tartoznak azon ismeretekkel foglalkozó tudományágak, amelyek az élettelen rendszereket állítják kutatásaik középpontjába: matematika, fizika, kémia, geológia, földrajz, csillagászat stb.

2) A második rétegbe tartoznak az élő rendszerekkel foglalkozó tudományágak: biológia, orvostudomány, agronómia, sport, stb.

3) A harmadik rétegbe tartoznak a társadalmi tudományágak: történelem, filozófia, közgazdaságtan, műszaki tudományok, szociológia, jog stb.

4) A negyedik rétegbe tartoznak a szellemi tevékenységek tudományágai és ismeretei: nyelvészet, irodalom, költészet, nyelvi ismeretek, logika stb.

5) Az ötödik réteg a lelki jelenségekre vonatkozó ismereteink tárháza: pszichológia, erkölcs, vallás, művészetek stb.

A különböző területek nem lezártak és a rokon problémákat számos klasszikus terület keretében vizsgáljuk.

Erre alakultak ki a határtudományok, amelyek kapcsolatot teremthetnek horizontálisan, ugyanazon réteg szintjén mint pl.: fizikai-kémia (első rétegben), fitopatológia (második rétegben); vagy vertikálisan különböző rétegek között mint pl.: biomatematika és biokémia (első és második réteg között), matematika nyelvészet (első és negyedik réteg között) szociálpszichológia (harmadik és ötödik réteg között) stb.

De több réteg között is létrejöhetnek határtudományok, mint pl. a biofizika, mely az első, a második és az ötödik réteg között teremt kapcsolatot. Ma már több százra tehető a határtudományok száma.

A kategoriális törvények lehetnek horizontális típusúak, amikor ugyanazon rétegen belül kapcsolnak egymáshoz területeket, és vertikálisak, ha különböző rétegek között teremtenek kapcsolatot. Az egyes rétegeknek az egymástól való függőségét, illetőleg önállóságát az ún. „**dependencia törvények**” fogalmazzák meg.

**Az első dependencia törvény az „erő” törvénye: kategoriális függőség csak az alacsonyabbaktól a magasabb rétegek felé létezik, megfordítva nincs függőségi viszony.** Az alacsonyabb rétegek tehát determinatív erősebbek, de a rétegek ereje és magassága fordított viszonyban áll egymással. Ez azt jelenti, hogy a biológiai rendszerekben értelme lehet a fizikai törvények és alkalmazhatósági határaik feltárásának, de ugyanakkor értelmetlen a fizikai rendszerekben a biológiai törvényszerűségek alkalmazhatóságát tanulmányozni.

**A második dependencia törvény a „szélesség”, amely kimondja, hogy az alacsonyabb rétegek számosabbak mint a magasabb rétegek és a magasabb rétegek tartalmazhatják, de nem kötelezően az alacsonyabb rétegek egyes rendszereit.**

**A harmadik törvény a „strukturáltság” törvénye, amely kimondja, hogy a magasabb rétegekben szereplő rendszerek belső szerkezete bonyolultabb mint az alacsonyabb rétegek belső szerkezete.**

A tudományok háromdimenziós modellje a világ organikus egységére mutat rá, és amely egyöntetűségében és következetességében minden korábban felrajzoltnál tökéletesebb. E modell dokumentálja, hogy az anyagi és szellemi világ mozgásrendszere egységet képez és azt, hogy a realiták ismerete nélkül a humán műveltség aaptalanná válik, és fordítva is hasonló a helyzet.

**Irodalomjegyzék:**

Vincze J.: Biofizika 1. NDP. K., Bp., 1996.

Vincze J.: Biofizika 2. NDP. K., Bp., 1996.

Vincze J.: Biofizika 8. NDP. K., Bp., 1998.

Vincze J.: Biofizika 15. NDP. K., Bp., 2000.

Vincze J.: Biofizika 20. NDP. K., Bp., 2003.

Vincze J.: Biofizika 26. NDP. K., Bp., 2007.

Vincze J.: Biofizika 32. NDP. K., Bp., 2009.