

## VAN-E VISZONYA A POSZTMODERNNEK A TERMÉSZET(?)TUDOMÁNYOKKAL

Érdi Péter,

MTA KFKI RMKI Biofizika Csoport, H-1525 Budapest, Pf. 49

Most és akkor

Tegnap (1992 január 15-én) képeslapot kaptam régi barátomtól, Balassa Pétertől, amelyben értesített, éppen hozzákezd az ELMOHA dolgozat elkészítéséhez. Nem halogatom magam sem tovább, (utolsókból lesznek az utolsók), hogy magam is elkészítsem a kiadvány számára dolgozatomat arról a kérdéstről, van-e viszonya (lásd Hámos György (1) - már akinek ez mond valamit. [Lopás. (2). Bocsánat. Engesztelésül felsorolás: Kormos István hangja, 23.o., Monspart Sarolta, 30.o., Szepesi György vagy Jókai Mór 39.o., dinnyehéj, 67.o., Oberfrank Feri -nem mond-, 110.o.; -- és akkor még jön a segédszerkesztővé avanszált Társszerző háromcentiméteres - ennek a három -jó, legyen négy- centiméternek is megvan a maga kis története - ceruzával tett blamáló megjegyzése: "a lista nem teljes, lásd még a 21.,55.,89.,92.,98. és 218. oldalt" - posztmodernnek a természet tudományával.

"TÁVIRAT

Maga posztmodern!

VÁLASZTÁVIRAT

Anyád.

Esterházy Péter (2)

Akkori előadásomat arra a kéziratra alapoztam, amelyet éppen akkor küldtem el a BUKSZ szerkesztőségébe. Annak a tanulmánynak (3, a tördelés otlete nem az enyém, továbbá nincs ékezetes *italic* font-készletem) a vázlatát:

### POSZTMODERN TERMÉSZET(?)TUDOMÁNY

#### 1. Posztmodern: kívülről

Szemle

Természettudomány és társadalomtudomány: elmosódó határvonalak; ki irigykedik kire, avagy rangos közhelyek

#### 2. Posztmodern: belülről

A "fegyelmezett" modern és a "komolytalan" posztmodern

Valóság és játék

#### 3. Az egyszerű, a bonyolult és a kimondhatatlan

Ami egyszerű és ami nem

Dinamikus strukturalizmus

Holisztikus kvantummechanika

Teremtett valóság

Szimulakron

Még néhány szó a komplex rendszerekről

#### 4. Lemondó racionalitás

A strukturalizmus - hermeneutika paradigmaváltásról

Irodalomjegyzék

("Látszik, hogy ez a fiú sok mindent összeolvasgatott, de az egésznek se füle, se farka." Egy rajongóm megjegyzése)

Akkori mondanivalóm itteni propagálása helyett idemásolok (olcsó megoldás) két, doktori disszertációra adott opponensi véleményemet. (Lásd még Kampis, Ropolyi és Tóth írásait).

"Hiába: valóság" (4)

Verhás József "Összetett kémiai szerkezetű közegek mechanikai tulajdonságainak nemlineáris termodinamikai elmélete" című doktori értekezésének bírálata

Verhás József doktori értekezésének három fejezetében egy kétlépcsős folyamatot kíván szemléltetni. Először azt mutatja be, hogy a nemegyensúlyi termodinamika egy lehetséges általános elméletéből miként származtatható az alakváltozás termodinamikai elmélete, majd a származtatott elméletet összetett kémiai szerkezetű közegek - globuláris kolloidok, polimerek, folyadékkristályok - tulajdonságainak, pontosabban mechanikai tulajdonságainak leírására alkalmazza. A disszertáció nagyjából jelölt "Termodinamika és reológia", Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985, könyvének rövidített kivonata. Érzésem szerint a könyv, mint írásmű szerencsésebbre sikerült, mint a disszertáció, és az opponensnek az értékezés elbírálásához nagy segítséget nyújtott. Jelölt jó huszonöt éve vesz részt abban az ambiciózus vállalkozásban, amely a makroszkópikus folyamatok általános térelméletének kiépítését célozza meg, és amely a speciális anyagosztályokban végbemenő jelenségeket az általános elmélet speciális eseteinek tekinti. Elöljáróban kijelentem, Verhás József tudományos tevékenységét elismerem, és javaslom, hogy a Tudományos Minősítő Bizottság adja meg számára a kémiai tudomány doktora címet.

A disszertáció első fejezetében (A nemegyensúlyi termodinamika alapjai) foglalja össze Verhás vizsgálódásának elméleti kereteit. Mint arra a bevezetőben jelölt is rámutatott, a termodinamikának jónéhány irányzata van. Truesdell egyik híres könyvéből (The Tragicomical History of Thermodynamics, 1822-1854) is tudjuk, jól megalapozott történeti okok magyarázzák, hogy egymással nemigen interferáló - vagy ha igen, akkor sem nagyon barátságosan - termodinamikai iskolák alakultak ki. Verhás szerint "...Az irreverzibilis termodinamika építkező stílusával a racionális termodinamika deduktív módszerei állnak szemben...". Kissé furcsállom az "építkező - deduktív" ellentétpár szóhasználatot. Mindazonáltal elkerülném a hitvitát, hogy vajh a matematikai szigorral megalapozott, axiomatikus, az önkéntes feltevéseket kerülő, a makroszkópikus jelenségekre makroszkópikus szintű magyarázatokat adó racionális termodinamika, avagy a praktikusságra törő, egyszerű képekkel dolgozó, a statisztikus megalapozottság illúzióját keltő, és a "nagy egységről" szintén nem lemondó irreverzibilis termodinamika-e az egyedül üdvözítő.

Könnyen lehet, tíz évvel ezelőtt kardcsörtetve rontottam volna jelöltre, és igyekeztem volna megmutatni, hogy az irreverzibilis termodinamika önkényes posztulátumai milyen **feltevések** következményeként állhatnak elő a racionális termodinamika axiómáiból, hangsúlyoztam volna az elmélet mélyen lineáris voltát, kifejeztem volna azon aggályomat, hogy az elmélet csak nagy nehézségek és az alapok feladás árán "nemlinearizálható". Jelölt elmondhatta volna, hogy az opponens nem vette észre, hogy az elmélet nemlineáris általánosítását már lényegében egy 1961-es cikkben kidolgozták, az összefüggések a gyakorlatban igen széles határok között hasznosnak bizonyultak, és különben is, az elődök, Onsager és Prigogine, már megkapták a Nobel-díjat. Vitatkozhattunk volna azon is, hogy a racionális termodinamikában kedvelt Coleman-féle gyengülő vagy felejtő memória fogalma hasznos-e.

Ma azonban, amikor egyre inkább felismerjük, hogy a késhegyig menő "vagy-vagy" vitákra is "is-is", vagy méginkább "sem-sem" a válasz, az opponens is megértőbb. Így azután értékelem, hogy Verhás is szükségesnek látja a konvencionális irreverzibilis termodinamikának legalább az objektívitas elvével valókiegészítését, amelyre a sebességjellegű mennyiségek egyértelmű meghatározásakor mindenképpen szükség van. Örülnék mindazonáltal, ha jelölt elismerné annak az eszmekörnek a jogosságát, amely a termodinamika deduktív felépítését általában is hangsúlyozza.

A disszertáció második fejezete az alakváltozás termodinamikai elméletével foglalkozik. Az elmélet lényege, hogy az állapotváltozó vektort további, a "belső szabadsági fokok" leírására alkalmas dinamikai változókkal kell kiegészíteni. Figyelembe véve a disszertáció címének azon részét, amely szerint jelölt összetett kémiai szerkezetű közegeket vizsgál, meg lehetett volna említeni, hogy a kémiai reakció leírása is ezzel az apparátussal történhet, ha a reakciókoordinátát belső szabadsági foknak tekintjük. Igaz, ez a megjegyzés egy másik terméketlen "vagy-vagy" vitához vezethetett volna, nevezetesen ahhoz a vitához, hogy a kémiai reakciósebesség áramként értelmezendő-e, avagy a komponensmérleg forrástagjában kell figyelembe venni.

A harmadik fejezet, - amely az elmélet alkalmazásait illusztrálja, bizonyítja jelölt magas felkészültségét, tanáros szigorát, kitűnő számolási készségét. A globuláris kolloidok, polimerek, folyadékkristályok termodinamikai problémái valóban igen nehezek, minthogy a makroszkópikus leírást a szerkezetre vonatkozó mikroszkópikus és statisztikus leírással kell ötvözni, olyasféléképpen, ahogy ezt jelölt teszi. A folyadékkristály membrán tulajdonságaira alapozott osztódási modellel kapcsolatban azonban megjegyzem, bántónak találom, hogy a matematikai biofizika egyik alapítójának, Rashevskynak a modelljét jelölt egy mondattöredékkel intézi el.



megjegyzésem erre a tárgykörre vonatkozik. A jelölt és jelen opponens között az ideghálózatok modellezésének mikéntjéről éppen folyó dialógusnak az a pikantériája, hogy az úgymond valódi neurobiológusok egyiküket sem ismernék el könnyen szakmabelinek. Ennyi előzetes mentegetőzés után most mégis nekilátnék, hogy a Tudományos Minősítő Bizottság felkérésének eleget téve értékeljem Geszti Tamás munkáját. Mielőtt azonban jelöltnek az ideghálózatok fizikai modelljeivel kapcsolatos konkrét eredményeit - előrebocsátom, igen pozitívan értékelve - minősíteném, nem tudok lemondani arról az alkalom kínálta lehetőségről, hogy elméleti fizikusok számára néhány észrevételt tegyek az egész irányzatról, sőt előbb az elméleti biológia némely belső problémájáról is.

A biológia történetét két, többé-kevésbé egymással szemben álló felfogás jellemzi. A redukcionista az élőlény alkotóelemeinek fontosságát hangsúlyozza, a holista szerint az egész "valahogy" több, mint a részek összege. A rendszerelméleti indíttatású elméleti biológiának évtizedek óta létezik olyan irányvonala, amely igényesen igyekszik ezt a kettősséget kezelni. Említenék néhány nevet: Bertalanffy, Rashevsky, Waddington, Rosen. Ez utóbbinak például egész életműve éppen arra kísérlet, hogy rámutasson - az élő különösségének felstilizálása nélkül - a fizikai indíttatású modell-rendszereknek a biológiai alkalmazhatóságának korlátaira. Persze igaza van Geszti Tamásnak a saját nézőpontjából, a statisztikus fizika hatékony eszközt kínál az úgymond hasonló elemi alkotókból álló populációk tulajdonságainak vizsgálatára. Az is nyilvánvaló, hogy jelölt hangneme eltér a biológiába kívülről érkezők zömének csodafegyvert szállító harsogásától. Mindazonáltal örülnék, ha jelölt elismerné, az elméleti biológia legnehezebb ágai, az organizáció és az önreflexió fontosságát hangsúlyozó evolúcióelmélet és agyelmélet esetleg nem építhetők be teljesen egy mégoly általánosan vett fizikalista világképbe sem.

Az ideghálózatok fizikai indíttatású modellezése J.J. Hopfield 1982-ből és 1984-ből származó munkáinak hatására virágzott fel. Hopfield az idegsejtszerű elemekből és a közöttük lévő szimmetrikus kapcsolatokból álló hálózatok és a spinüvegeknek nevezett anyagok közötti formális analógiát vette észre. Az analógia alapján szótár szerkeszthető, amely segítségével a spinüvegek elméletének eredményei elmondhatók a neurobiológia nyelvén is. Más kérdés persze, hogy ezzel a szókészlettel mit is lehet elmondani magáról az idegrendszeréről. Biológiai szempontból az eredeti Hopfield-hálózatok nemcsak a jól ismert szimmetria feltevés miatt nem reálisak, hanem azért sem, mert minden elemük serkenti is, gátolja is szomszédait (J. Cowan megjegyzése). Mindazonáltal a Hopfield-hálózatok fontos, elvi lépést jelentenek az ideghálózatok elméletében. Ismét Cowant idézve: "...Noha nem alkotják igazán realiztikus modelljét az idegrendszernek, igen mély gondolatot valósítanak meg: az információ dinamikailag stabilis konfigurációkban való tárolását. Ennek a gondolatnak a gyökerei az első kibernetikusok egyikénél, W. R. Ashbynél (1950) található meg, aki az ultrastabilitás kifejezést alkalmazta arra

a jelenségre, amelynek során szerinte az agy aktivitásmintázatai mindig dinamikailag stabilis állapotok felé töreksznek. A gondolat megjelenik többek között Cragg és Tempereley (1954), Beurle (1956), Cowan (1965), Amari (1972), Wilson és Cowan (1972, 1973), Grossberg (1973), valamint Little és G. Shaw (1975) munkáiban is, határozott elvként azonban elsőként Hopfield fogalmazta meg..."

Összességében, nem csekély mértékben éppen Geszti Tamás munkásságának hatására, mégiscsak elismerem, hogy az ideghálózatok fizikai modellezése nemcsak a statisztikus fizika belügye, és alkalmas arra, hogy új elveket kínáljon, talán főként a memória szerveződésre. Geszti Tamás a tárgykörben elért eredményeit négy csoportba sorolja. A felvetett problémákat igen érdekesnek és logikusnak tartom, a megoldásokat pedig irigylésre méltóan nagyszerűnek.

A multiplikatív tanulási algoritmus kijavítja az eredeti tanulási szabálynak azt a gyengeségét, hogy a szinaptikus erősségek előjelet váltanak. Érdekesnek találok azt is, hogy a memóriakapacitás ebben az esetben méretfüggő. Azt a kétségtelenül nagyon szerényen megfogalmazott - megjegyzést, mely szerint az optimális neuronszám esetleg kapcsolatban lehet a kérgi modulok számával, túlinterepretálásnak érzem. Kérdezem, lehetne-e találni további példát a méretfüggő kapacitás előnyeire?

Megérteni véltem, és hasznosnak ítélem a relatív stabilitással kapcsolatos tézispontokat. A kvázienergia követése alkalmas lehet az attraktorok hatékonysága változásának jellemzésére. A "korlátozott tanulás" modelljének vizsgálata pedig elvezetett az alvás és az álom problematikájához.

A híres, bár nem egyöntetű elismeréssel fogadott Crick - Mitchison-féle modell vázlatos mechanizmust ajánl arra a jelenségre, hogy miként szabadulunk meg alvás alatt a nappal felhalmozódott felesleges emlékektől. Geszti Tamás feltehetőleg joggal kérdőjelezi meg az úgynevezett "unlearning" mechanizmus létét, és gazdaságos, hogy a felidézett emlékek külön mechanizmust nem igénylő újratanítását javasolja. Természetesen, a Hopfield modell kerete - jelölt nem is állítja - nem adhat részletes leírást az álom mechanizmusáról és funkciójáról.

Különös érdeklődéssel olvastam a Kohonen-féle önszervező modell vizsgálatáról szóló részt. Mind a nemrendezendő modell, mind (mind - mind: *germanizmus*; a *segédszerkesztő megjegyzése*) rendezett állapot stabilitására illetve a rendeződés dinamikájára vonatkozó javításokat igen értékesnek tartom. Geszti Tamás dolgozatának utolsó mondatában ezt írja: "...Az értekezésben leírtak közül a Kohonen-modell az, amivel még egy idejig biztosan foglalkozni fogok." Bevallom, a mi munkacsoportunkban évekket ezelőtt úgy döntöttünk, felhagyunk a szűk értelemben vett Kohonen-algoritmusok vizsgálatával - javításával, mert nem láttuk, hogyan tudnánk azokat reális neuronhálózati problémákra

alkalmazni. Örülnek, ha Geszti Tamás további kutatásai azt bizonyítanák, a Kohonen-algoritmus nemcsak kellemes tulajdonságokkal rendelkezik, de némely idegrendszeri önszerveződési jelenségnek is modellje lehet.

Összefoglalva, bár opponensi véleményemben - elsősorban a nézőpontok különbözőségéből származó - aggályaimnak adtam részletesen hangot, Geszti Tamás tudományos tevékenységét és eredményeit igen nagyra értékelem. Nyilvánvaló, hogy a tudomány doktora fokozat elérésére régen érett kutató. Javaslom a Tudományos Minősítő Bizottságnak, az értekezést tűzze ki vitára, és ítélje meg Geszti Tamásnak a doktori fokozatot.

Budapest, 1992. január 15.

(Érdi Péter)

#### Irodalomjegyzék

- (1) Hámos György: Van-e viszonya, Szépirodalmi Könyvkiadó, Bp. 1969
- (2) Esterházy Péter: Hahn-Hahn grófnő pillantása -lefelé a Dunán - Magvető, Budapest, 1991.
- (3) Érdi Péter: Posztmodern természet(?)tudomány. BUKSZ 1991 tél, 454-460.
- (4) Balassa Péter: Hiába: valóság. Jelenkor Irodalmi és Művelődési Kiadó, Pécs; Napra-forgó Joginformatika és Kiadó Kft, Budapest 1989.
- (5) Truesdell, C.: The tragicomical history of thermodynamics. 1822-1854, Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin, 1980.
- (6) Verhás József: Termodinamika és reológia, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1985.
- (7) Geszti, Tamás: Physical Models of Neural Networks. World Scientific Publishing Co., Singapore, 1990.