

SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

1. Kutatói habitusom formálódását befolyásoló tényezők

1948-ban Budapesten születtem. Édesapám pedagógus volt, édesanyám tisztviselő. Értelmiségi légkörben nevelkedtem. Az otthoni szellem formálta a tudományok iránti érdeklődésemet, és segített az iskolaválasztásban.

Iskoláim

A budapesti Radnóti Gimnáziumban érettségiztem, amelynek a hatvanas évekbeli szellemisége - mint később kiderült - meghatározónak bizonyult témaorientációm, pályám alakulásában. Humán osztályba jártam, de kivételesen jó útravalót kaptam a természettudományok szeretete vonatkozásában. Olyan fizika tanáraim voltak, mint Kiss Barnabásné, aki fián kívül az iskolában is jó néhány kiváló fizikust nevelt, és Kugler Sándorné akinek akkori szakköre két akadémikust is adott az MTA-nak. Emellett a humaniorák, a művészetek értő szeretetét olyan egyéniségtől tanulhattam, mint Mezei Ottó.

Innen egyenes út vezetett az ELTE TTK fizikus szakára, ahová akkortájt rangot jelentett bekerülni. Hasonló egészséges versenyszellemben, a minél többet tudásért egymással rivalizáló légkörbe kerültem, amit korábban megszoktam. Kiváló egyéniségek előadásait hallgathattam - amilyen Novobátzky Károly vagy Soós Károly volt - klasszikus mechanikából, párhuzamosan látogathattam Marx György kvantummechanika és Jánossy Lajos hullámmechanika előadásait, algebrát Rózsa Páltól tanulhattam, részecskefizikát szintén Marx Györgytől, magfizikát Kiss Dezsőtől, a szimmetriák elméletét pedig Györgyi Gézáttól, hogy csak néhány, rám leginkább ható kiemelkedő egyéniséget említsek. Az itt elsajátított gondolkodásmód, a fizikai szemléletmód meghatározó lett a fizikán kívül végzett tevékenységemben is.

Szakedolgozatomat Fényes Imre irányításával írtam a tér-idő szimmetriák problémáiról. Harmadéves koromtól érdeklődésem egyre inkább fordult a fizika legáltalánosabb elméleti kérdései felé. Fényes Imre, Kiss Dezső szemináriumai, Pál Lénárd személyes tanácsai bátorítottak is ebbe az irányba. Problémáimra inkább kaptam választ filozófusoktól, az egyetemen művelt elméleti fizikát egyre inkább matematikai fizikának tartottam. A karon kínált filozófia speciálkollégiumokon kívül rendszeresen hallgattam filozófia kurzusokat a Bölcsészkaron, Simonovits Istvánnétól, az akkor ott órákat adó Bíró Gábortól, néha pedig a Műegyetem valamelyik filozófia előadására ruccantam át.

1971-ben, fizikus diplomám megszerzése után azonnal beiratkoztam az ELTE BTK filozófia szakára. Itt hallgatója lehettem Hermann Istvánnak és Fodor Juditnak, akik a legnagyobb hatással voltak rám, valamint többek között G. Havas Katalinnak, Hársing Lászlónak, Lendvai Ferencnek, Lukács Józsefnek, Madarászné Zs. Annának, Munkácsy Gyulának, Nyíri Kristófnak, Sziklai Lászlónak. Az itteni bátorítóbb, közvetlenebb légkör is motiválta, hogy a filozófia közelében maradtam.

Indulásom

Tér-, idő- és szimmetriaproblémákkal, valamint a fizika elvi alapproblémáival kapcsolatos érdeklődéssel reménytelen vállalkozásnak bizonyult, hogy fizikusként helyezkedjem el. Abban az időben sem az ELTE, illetve a BME filozófia tanszékein, sem pedig a BME-n működő tudománytörténeti akadémiai támogatású kutatócsoportban nem adódott számomra hely, így kerültem az MTA Kutatásszervezési Intézetébe (akkor

Tudományszervezési Csoport). Itt vagyok kutatói státuszban több mint harmincöt éve megszakítás nélkül, jelenleg tudományos főmunkatársi besorolásban.

Az intézetben minden támogatást megkaptam fejlődésemhez. Amellett, hogy az itteni munkám során szerzett tudományszervezési, tudománypolitikai, tudományszociológiai tapasztalataimat jól hasznosíthatom, az intézet igazgatói (Szántó Lajos, majd Tolnai Márton) szabad kezet adtak tanulásomhoz, illetve az intézet profiljába nem szorosan illeszkedő kutatásaimhoz is. Jó szakmai kapcsolatokat ápolhattam munkahelyétől és az éppen aktuális szakmai vitákban elfoglalt álláspontjától függetlenül bárkivel, akivel szakmailag azt fontosnak éreztem.

Életpályám során több, egymással szorosan összefüggő diszciplína játszott közre szakmai habitusom alakulásában. Ezek valamennyien tudományos munkásságom részét képezik. Az alábbiakban tudományterületek szerint csoportosítva vázolom pályafutásomat és eredményeit.

Tudományszociológia, tudományelmélet, tudománytörténet, kutatásszervezés

Második diplomám megszerzése után a hetvenes években egymás után tettem le nyelvvizsgáimat, orosz, angol és német nyelvből. Sorra vettem részt különböző *tudományszociológiai* projektekben, és hamar bekapcsolódhattam nemzetközi együttműködésekbe, kijutottam külföldi konferenciákra. Ezirányú tevékenységemet jó néhány publikáció jelzi. 1982-ben már az UNESCO számára szerveztem és elnököltem konferenciát, majd szerkesztettem könyvbe annak anyagát. Tudománypolitikai összehasonlító témákban már a hetvenes években – kezdetben Vas-Zoltán Péter irányítása mellett, később önállóan - dolgoztam az UNESCO számára. Ezek anyagai alapján született az az összehasonlító monográfia 1982-ben, amelynek társszerzője lehettem. Bár e tárgykörben később is számos cikket publikáltam, ilyen irányú munkásságom csúcának azt a kézikönyvként használt kötetet tekintem, amelyet a nyolcvanas évek közepén a Longman kiadó számára szerkesztettem. A kiadó sorozatot indított a nagyobb országok, illetve egyes régiók országai tudományának bemutatására. Az amerikai kötet szerkesztőjének javaslatára a Longman engem kért fel a Kelet-Európa hét országáról szóló kötet szerkesztésére, amelynek felét magam írtam, a többihez az egyes országok legkiválóbb szakembereit kértem meg. A kilencvenes évek elején a Longman megismételte a felkérést, de miután akkoriban a régió tudományos establishmentje a rendszerváltás utáni romokban hevert, a talpraállás pedig még messze volt, az újabb megismételt felkérést elhárítottam. Részt vettem viszont egy Németországból szervezett több éves projektben, amely a Kelet- és Közép-Európai akadémiai és kutatóhálózatok átalakulását vizsgálta a rendszerváltás után.

Tudományelméleti érdeklődésemnek - és az Akadémia akkori vezetése ilyen irányú igényének - megfelelően bekapcsolódhattam tudományrendszerezési munkákba. E területen sok segítséget kaptam indulásomhoz, többek között, Farkas Jánostól az MTA Szociológiai Intézetében és Bóna Ervintől az MTA Filozófiai Intézetében.

Tudományfilozófiai érdeklődésemet ekkoriban a Filozófiai Intézetben Müller Antal, a BME Filozófia Tanszékén Fodor Judit, az ELTE TTK Filozófia Tanszékén Horváth József tartották frissen.

A kor szellemének megfelelően engem is megfertőzött a *rendszerelmélet*. Ez azáltal keltette fel érdeklődésemet, hogy a rendszer fogalma a maga területén hasonlóan általános és több területet átfogó volt, mint a szimmetria a maga helyén. A rendszerelméletet összekapcsoltam a tudományrendszerezési tanulmányaimmal. Ezek szintéziséből született a *Magyar Filozófiai Szemlében* 1978-ban megjelent tanulmányom.

A hetvenes években kezdtem dolgozni a MTESZ *Tudományok Tudománya Körében*, amelyet kezdetben Korach Mór irányított, s amelynek később titkára és folyóiratának, a *Tudománytani Szemelvényeknek* szerkesztője lettem. Ez a Kör később összeolvadt a MTESZ Tudomány- és Technikatörténeti Bizottságával, amely átvette a folyóiratot is (*Tudománytörténet-Technikatörténet* címen), és a nyolcvanas években megszűnéséig

társzerkesztője maradtam. Tudománytörténeti előadásokat rendszeresen tartottam és tartok, a kilencvenes évektől kezdődően tagja voltam az MTA Tudomány- és Technikatörténeti Komplex Bizottságának.

A hetvenes-nyolcvanas években a tudományelmélet, tudományszociológia és a tudományszervezés területén intézeti munkám részeként több KGST együttműködési témában vettem részt, egynek később hazai koordinátora is lettem. Ezek keretében több kisebb nemzetközi rendezvényt szerveztem, amelyek konferenciaszervezői tapasztalata szintén döntő szerepet kapott későbbi pályámon.

Az interdiszciplináris kutatások

Egy UNESCO által szervezett tudományszociológiai vizsgálat empirikus anyagán kezdtem vizsgálni az *interdiszciplináris kutatások* szervezésének természetét. Ez egybevágott az intézet akkori érdeklődésével, és az akadémia vezetése részéről Láng Istvántól is biztatást kaptam ilyen irányú vizsgálatokra. A rendelkezésemre álló empirikus adatok és Leo Apostel elméleti írásai alapján egy vizsgálati módszert javasoltam. Ennek eredményeivel - jó érzékkel választva a fórumok közül - 1979-ben kijutottam Németországba arra a nemzetközi konferenciára, ahol egyik alapítója lettem az Interdiszciplináris Kutatások Szervezésének tanulmányozásával foglalkozó nemzetközi szervezetnek (az INTERSTUDY-nak). Évekig hívtak ennek konferenciáira, sőt később felkértek egynek a magyarországi megszervezésére is, de addigra ez a téma kezdett kimerülni. Az alapítók többsége a saját szakmai érdeklődésének megfelelő interdiszciplináris területen kezdte kamatoztatni a közösen feltárt ismereteket. Én is így tettem. Számomra természetes területnek adódott régóta gyűjtögetett anyagaim témája, a szimmetria, mint tudományokat összekötő jelenség vizsgálata. Így találkozott a kutatásszervezői tapasztalat a szakmai érdeklődéssel.

Az interdiszciplináris kutatások elméletének tanulmányozása eredményeként született az elsőként az 1981. évi Tudománytörténeti Világkongresszuson bemutatott előadásom *az interdiszciplinaritás paradoxonjáról*, amelyben azt mutattam ki, hogy miközben az interdiszciplináris kutatási területek képviselőinek meg kell küzdeniük, hogy a tudományos közösséggel elismertessék kutatási területük létjogosultságát, amíg célt érnek, végig kell menniük az intézményesülés fázisain, eközben pedig az interdiszciplína diszciplinárizálódik. Ezt a korábbi elméleti modellel igazolta az az út, amelyet a szimmetrológiával - annak kutatójaként és szakmai közéletének egyik nemzetközi szervezőjeként - a nyolcvanas évek végétől a legutóbbi időszakig végigjártam.

Tudományfilozófia

A nyolcvanas évek első felében készítettem el filozófiai doktori disszertációm a szintelméleti viták elemzéséről, amelyben kimutattam, hogy a filozófiában az élettelen természetet, az élő természetet és a társadalmat, mint alapvető ontológiai *szinteket* teljesen más fogalmi apparátusra építve különböztetik meg, mint a különösség szintjén az egyes szaktudományokban teszik. Így nem is ugyanarról beszélnek, ennek fel nem ismerése pedig félreértéseket okozhatott. Disszertációm az ELTE BTK-n védtem meg. Egyik első voltam, aki az akkor született törvény alapján az emelt szintű - a kandidátusi fokozatával lényegében megegyező - követelmények szerint doktoráltam. 1987-ben debütáltam a témával nemzetközi fórumon, majd később - amikor a Japán Tudományos Tanácsnak az MTA-n keresztül meghirdetett ösztöndíja elnyerésével 1996-ban egy bő szemesztert egy japán egyetemen (Tsukubában) tölthettem - tértem vissza a szintelméleti téma továbbgondolására. Ekkor kapcsoltam össze a korábbi szintelméleti kutatásaimat a szimmetriasérülések természetének rendszerező vizsgálatával. E munka eredménye a szimmetriasérülések négy törvénye, amelyeket először 1998-ban két előadás (a XX. Filozófiai Világkongresszus, illetve a IV. Szimmetria Kongresszus) anyagaként publikáltam.

Filozófiai tárgyú publikációim közül kiemelném azt a tanulmánykötetet, amelyet E. Agazzival a Nemzetközi Tudományfilozófiai Akadémia akkori elnökével közösen szerkesztettünk *Philosophy of Mathematics Today*

címmel, és amely M. Bunge sorozatszerkesztésében a Kluwer *Episteme* sorozatában jelent meg. Előszavát közösen írtuk, és tartalmazza többek között M. Bunge, R. Tom, F. Miró Quesada, S. Mac Lane írásait.

Szimmetriakutatás

Első ilyen irányú munkám - egyetemi szakdolgozatom - a tér-idő szimmetriákkal foglalkozott, elsősorban J.M. Jauch akkor még friss *Foundations of Quantum Mechanics* c. könyvére és Wigner Jenővel közösen írt, illetve Wigner korábbi cikkeire építve. Később érdeklődésem kiterjedt az egyéb fizikai szimmetriákra, és a fizikai szimmetriasérüléseknek a szimmetriák leírására szolgáló eszköztár segítségével történő kezelésére. Ezek egyik eredménye a *Generalisation of the concept of symmetry and its classification in physics* c. cikkem, amelyet a Wigner centenáriumi konferenciára írtam. Ezekben a mértékinvarianciák új és lehetséges osztályozásaival foglalkozom. A mértékinvarianciák kapcsán prognosztikus következtetéseket is megfogalmaztam olyan elméletileg lehetséges szimmetriákról, amelyeket a Noether tételek lehetővé tesznek, de fizikai tartalmuk még nem ismert, illetve nem kutatott. Közvetve e témakörhöz kapcsolódik a *Symmetry-antisymmetry, quasiperiodicity, and a classification of gauge invariances* c. előadásom.

A szimmetriafogalom általánosításával hosszú időn keresztül foglalkoztam. Érdeklődésem fokozatosan terjedt ki a fizikán túl a többi természettudományban alkalmazott szimmetria értelmezésekre, humán tudományokbeli alkalmazásaira és a művészetekre, illetve a szimmetria szerepére különböző kultúrákban, valamint az oktatásban. Úgy vélem - több kollégám egyetértésével - hogy sikerült a szimmetriafogalom értelmezésében tovább általánosítanom a szakirodalomban fellelhető definíciókat. A szimmetria fogalmának (és hozzáteszem, a hozzá kapcsolódó rokon fogalomcsaládnak) több általánosítása ismert. Azt a rendszerezettséget, amellyel a geometriai szimmetriafogalmat kiterjesztettem mind a vonatkozó *objektum*, mind a rajta végrehajtható *transzformáció* (művelet), mind pedig az adott objektum figyelembe vehető *tulajdonsága* szempontjából, a korábbi szakirodalomban ebben a teljességében nem lehetett megtalálni. Az általam bevezetett általánosítás értelmében szimmetriáról beszélünk: ha *tetszőleges* (nem feltétlenül geometriai) *transzformáció* (művelet) *során*, az érintett (tetszőleges) *objektum legalább egy* (nem feltétlenül geometriai) *tulajdonsága invariáns* (változatlan) marad. A különböző szimmetriák és a hozzájuk kapcsolódó fogalmak fokozatos értelmezését ennek a meghatározásnak a következetes végigvitelével végeztem. Ez a szimmetriafogalom, az elődök munkáira építve évek során fokozatosan, sok hazai és külföldi kollégámmal megvitatva formálódott. Később feltettem az internetre és nem csak az általam megkérdezettek szólhattak hozzá. Angol nyelven 2001 óta több publikációm bevezetésében szerepeltettem. Egyik legfontosabb publikálásának éppen a magyar nyelven, a *Magyar Nagylexikonban* (2003) közölt címszó *I.* meghatározását tartom, bár meg kellett küzdenem a lexikonszerkesztők szabta területi korlátok miatti apróbb átszerkesztésekkel, valamint azzal a kompromisszumot követelő konzervatív lexikonszerkesztői hozzáállással, hogy a régebbi (nem is a legjobb) lexikonokban használt parciális szimmetriaértelmezések is mögé kerüljenek, annak ellenére, hogy *I*-ben inkluzíve azok is benne foglaltatnak. Részleteiben a művészetelméleti perspektíva szimmetriaként való értelmezésének és általánosításának példáján illusztráltam az általánosított szimmetriafogalom alkalmazhatóságát (*Perspective as a symmetry transformation*).

Említést érdemel a tér- és az időfelfogás potenciális és aktuális momentumainak a megkülönböztetése témájában született két, egymásra épülő tanulmányom (*Potential and actual time concepts* és *The arrows of symmetry, entropy and orderedness in self-organising systems*) fogalomtisztázó eredménye.

Kultúrtörténeti tanulmányaim (*Manifesto on (dis)symmetry, Looking for truth and beauty, Dichotomies and trichotomies in the eastern and western cultures*) önálló kutatásokkal való kiegészítései a *Fejezetek a szimmetria történetéből* címmel szerkesztett kötetemnek. E témakörbe vágnak azok a vizsgálataim, amelyekben az ú.n. delfinmotívumot - az egymás farkába harapó halakat - tanulmányoztam és hasonlítottam össze a jin-janghoz vezető úton a távol-keleti kultúrákban, a meanderhez vezető úton a krétai (minoszi) kultúrában, valamint a mexikói medencében. Tematikus kötetet szerkesztettem a *szimmetria és az etnomatematika* témakörében.

A jin-jang témaköre motiválta az antiszimmetria fogalmkörének kutatását. Ide kapcsolódik a *Symmetry and asymmetry in our surroundings* c. tanulmányom, valamint az *Antiszimmetrikus-szimmetrikus összetevőkre bontáson alapuló képelemző eljárás* c. szabadalmam, amely képeket a pontjaik alkotta mátrix színekódjai alapján bont fel két összetevőre. Ezek közül az antiszimmetrikus képösszetevő a szimmetriától való eltérést ábrázolja. A translációs-, vagy tükörszimmetriától való igen kis eltérések esetén (pl. inhomogenitás, atomnyi méretű rácshiba, diszlokáció; vagy tartószerkezet belógása, stb.) olyan apró részleteket tesz vizuálisan láthatóvá, amelyek egyébként nem lennének észlelhetőek. Ezen alapszik többretű műszaki alkalmazhatósága.

Filozófiai értelemben ezek a vizsgálatok azt a megállapítást támasztották alá, illetve alkalmazták, amely szerint az általunk aszimmetrikus valóságában látott világ szimmetria és antiszimmetria egysége, amint ezt az ókori kínai *tao* már tárgyalta, de bizonyítani mai eszközeinkkel tudjuk. Eddigi egyik legfontosabb publikált kutatási eredményemnek a *szimmetriasértés törvényeit tartom (Ontological levels and symmetry breaking, Laws of symmetry breaking)*, amelyek, mint említettem, doktori disszertációm szintelméleti kutatásaiból nőttek ki.

Az említetteken kívül számos előadást tartottam a szimmetria fogalom- és jelenségköréből legkülönbözőbb konferenciákon, illetve meghívott előadóként szemináriumokon, itthon és külföldön. Ezek egy részét publikáltam. 1999-ben a *Magyar Tudomány* számára tematikus számot szerkesztettem a szimmetria kutatása révén különböző tudományterületeken nyert eredmények bemutatására.

Tudományos közéleti tevékenységem

Szimmetria-kutatói és tudományszervezői tevékenységem nagyjából 1987-ben fonódott egybe. A nyolcvanas években érezhetően megnőtt az érdeklődés a szimmetriák iránt. Egyre több konferenciát rendeztek különböző tudományágakat képviselő tudósok, illetve tudósok és művészek részvételével. Egyre több interdiszciplináris publikáció jelent meg a témában. Valami érett a levegőben. Ekkor kezdtem bele, Nagy Dénes matematikus bevonásával, egy olyan szimpózium szervezésébe, ahová már nem néhány, hanem lehetőség szerint minden, a szimmetria révén érintett tudományág és művészeti ág képviselőit meghívtuk. E munka közben ismerkedtem meg Hargittai Istvánnal, aki addigra már két saját könyvet írt, és komoly nemzetközi elismerést kiváltott cikkgyűjteményt szerkesztett szimmetria témakörben.

Az 1989 augusztusára, Budapestre összehívott *Symmetry of Structure* c. szimpózium - és a hozzá kapcsolódó kiállításorozat, köztük a Nemzeti Galériában rendezett *Symmetry/Asymmetry* kiállítás - minden várakozást felülmúló érdeklődést váltott ki. Az előzetes levelezés során több száz tudóssal, művésszel kerültem kapcsolatba. Egy ilyen interdiszciplináris rendezvénynek van egy talán kevésbé ismert specifikuma. Egy-egy sokak által művelt szakdiszciplinában a szervezők közléseknél a szakma vezető folyóiratában egy felhívást, özőnlenc a jelentkezők, és az absztraktokból kiválasztják a legjobbakat. Ide senki nem jött személytelen felhívás alapján. A meghívandókat a szakmailag szétszórt publikációik alapján kellett megtalálni - az e-mail megalózó korszakban. Minden egyes résztvevővel, publikációikra való utalás alapján személyre szóló levelezést kellett folytatni, meg kellett győzni arról, hogy általam ismert publikált eredményeik alapján ezen a fórumon itt a helyük, kíváncsiak vagyunk azokra, és szakmai érvekkel megindokolni, hogy miért. A kétévnyi előkészítő levelezés során a szimmetriakutatás eredményeiben való jártasságomat sokan megismerték. A leveleimhez fűzött szakmai észrevételekre küldött válaszokból pedig rengeteg további ismeretre tettem szert, amelyek a különböző tudományágakban, művészeti ágakban való alkalmazásokból származtak.

A kezdetben meglepő nagy érdeklődés 1987-ben három újabb terv megfogalmazásához vezetett: (1) a személyes összejövetel fóruma mellett szükség lesz a szimmetriakutatók nemzetközi szervezetének létrehozására; (2) szükség lesz egy olyan folyóíratra, amely a szimmetriakutatás rendszeres szakmai fóruma lesz; (3) a meghívottak egy részét felkértük tanulmányok írására, amelyet a *Symmetry in a Kaleidoscope* c. kötetben kívántunk publikálni. Utóbbihoz három kérdésre kértünk választ a szerzőktől: (a) a szimmetria (és az aszimmetria) módszertani és heurisztikus szerepe az illető szakterületén és kultúrkörében, (b) a szimmetria saját szakterületén

való alkalmazásának interdiszciplináris hatása más tudományos illetve kulturális szférákra, (c) az illető kulturális háttérének hatása a szimmetria általa használt értelmezésére.

Tudományos társaság és konferenciaszervezés

Alapos előkészítő munka eredményeként 1989 augusztusában Budapesten megalakítottuk a *Nemzetközi Szimmetria Társaság*ot (teljes angol nevének rövidítése alapján ISIS-Symmetry-t), amelynek első közgyűlése közreműködésemet, addigi tevékenységemet azzal ismerte el, hogy főtítkárává választott. A továbbiakban háromévente tartott közgyűléseken még háromszor választottak újra erre a tisztségre. A soronkövetkező Szimmetria Kongresszusokat mindig más kontinenseken rendeztük (1992-ben Hirosimában, 1995-ben Washingtonban, 1998-ban Haifán), erősítve ezzel a Társaság nemzetközi jellegét és jelenlétét. Valamennyinek társelnöke voltam. Kutatásszervezői, konferenciaszervezői tapasztalataimat abban is hasznosítani tudtam, hogy - helyi operatív szervezők közreműködésével - ezeknek a kongresszusoknak a tartalmi, szakmai részét Budapestről készítettem elő, innen folytattam a levelezést a meghívandókkal, ide küldték az előadások absztraktjait, én referáltattam őket, és készítettem elő a kongresszusok kiadványait. A közbeeső években néhány kisebb, a témába vágó konferenciának is társszervezője voltam. Ezek közül kiemelném az 1994-ben Japánban rendezett első *Katachi U Symmetry* c. konferenciát, amelynek előkészítésére külön meghívtak Japánba, mert segítségemtől várták a garanciát a széleskörű nemzetközi előadógárda biztosítására, illetve az 1997-es Liège-i Tudománytörténeti Világkongresszus keretében rendezett *szimmetriatörténeti* szekció megszervezését, előadóinak kiválasztását és meghívását, majd az előadások írásos anyagának szerkesztését és kiadását.

Folyóirat-szerkesztés

1990-ben újtára indult a *Symmetry: Culture and Science* c. folyóirat, amely a szimmetriakutatás - erre az interdiszciplináris területre specializálódott - nemzetközi fórumává vált. Az egyes szaktudományok képviselői szakmájuk szaklapjaiban közlik szimmetria tárgyú szakmai eredményeiket. Ez a lap azonban olyan interdiszciplináris eredményeket közöl, amelyek a többi szakterület képviselőihez szólnak. Az eltelt másfél évtized alatt kialakult sajátos tematikája, stílusa, közlési módja. Kezdetben a két társszerkesztő egyike voltam, majd 1997-ben - szakmai véleménykülönbség miatt - önként kiváltam a lap szerkesztéséből. Ezt követően a lap négy éven keresztül nem jelent meg. A megmaradt szerkesztő nem tudott megbirkózni a feladattal. 2000-ben a Szimmetria Társaság vezetése úgy döntött, hogy visszavonta megbízását, és közreműködésemmel egy négytagú ideiglenes testületre bízta a lap kiadását, amely pótolta a folyóirat lemaradását, visszaállította a lap presztízsét mind az előfizetők, mind pedig a szerzői kör szemében. A 2001-es kötettől kezdve hivatalosan is újra én jegyzem szerkesztőként a folyóiratot. A *Symmetry* szerkesztésének van egy más lapokétól kicsit eltérő szerkesztési specifikuma. A szerkesztő, időnként meghívott vendégszerkesztőkkel, kialakít egy tematikus koncepciót és megkeresi a szimmetria egy-egy területének művelőit. Levelezés, beszélgetések alapján felkér közülük néhányat cikk írására, amelyhez - a kialakított elképzelések alapján - instrukciókat ad. Így formálódik az egyes tematikus számok anyaga. A potenciális és valóságossá váló szerzőkkel, a lektorokkal való folyamatos kapcsolat közben a lap körül másfél évtized alatt egy virtuális szellemi műhely alakult ki.

Az 1987-ben megfogalmazott harmadik cél úgy valósult meg, hogy a *Symmetry in a Kaleidoscope* cikkgyűjtemény anyaga a folyóirat első évfolyamában, tematikus különszámokként jelent meg.

A Symmetrion

1992 eleje óta működik a *Symmetrion*. Amellett, hogy ellátta a társaság irodájának szerepét, a 12 év alatt egyfajta szellemi központtá vált. Kezdetben névleg ketten működtettük, a kilencvenes évek közepe óta egymagam. A *Symmetrion* a kezdetektől projekt központtá kívánt válni. A szimmetriát (aszimmetriát, antiszimmetriát, diszimmetriát) valamely tudományágban kutatók, művészetükben alkalmazók fordulnak ide, leginkább e-

mailben, időnként személyesen: információért, fórumot, munkájukhoz partnert keresve. Több érdekes projekt valósult már meg itt egymásra talált szellemi partnerek közreműködésével.

A Symmetrion gazdája volt önálló projekteknek is. 1993-ban az EU-tól, 1998-ban az OTKA-tól, 2006-ban az NKTH-tól nyert el jelentősebb támogatást. Egyik célja a tudományok és a művészetek kapcsolatának ápolása. Ilyen volt az *Ars (Dis)Symmetrica* kiállítások sorozata, az UNESCO és az ICSU 1999-es budapesti *Tudomány Világkonferenciájának* 11 kiállítást magában foglaló kulturális kísérő rendezvényei *Tudomány a Művészetben - Művészet a Tudományban* címmel. A Symmetrion adott otthont a Nemzetközi Tudományfilozófiai Akadémia 1993. évi konferenciájának.

Most van megalakulóban, vezetésem alatt, a Symmetrion első külföldi fiókintézete a moszkvai Lomonoszov Egyetemen, amelyet remélhetőleg továbbiak követnek a világ más egyetemein.

Információs központ

A Symmetrionban egy szakkönyvtárat alakítottam ki. Ebben könyveket, folyóiratcikket különlenyomatait, katalógusokat, videokazettákat, CD-ket őrzök, több ezer tételt. Többnyire olyan cikkekről van szó, amelyek szakdiszciplínák folyóirataiban szétszórva jelentek meg és a más tudományágak szimmetriakutatói számára egyébként nehezen lennének hozzáférhetőek. A *Symmetrotheca* unikális kollekciónal rendelkezik. Többször fogadott külföldről fiatal ösztöndíjas kutatót, sabbaticaljét itt töltő professzort. Az utóbbi években weblap is segíti az információcserét, amely a kor követelményeinek megfelelő felgyorsult kommunikációt tesz lehetővé.

A Symmetrion keretében szerveztem 1992 és 1999 között a budapesti *Szimmetria Kör* havonkénti összejöveteleit. Ezeket neves hazai előadók mellett tucatnyi külföldi vendégelőadó is megfordult, Japántól Amerikáig. Mintájára a világ több városában jöttek létre, ma is működő hasonló körök (Wroclaw, Moszkva, Tel-Aviv, Tokió). A Szimmetria Körben olyan egyetemi oktatók, kutatók, tanárok, művészek jöttek össze, akik közül sokan egyébként nem találkoztak volna. Közös érdeklődésük révén néhány tucat értelmiségiből sikerült olyan alkalmi teamet összehozni, akik ötleteket, módszereket merítettek egymás tudásából, amit a maguk területén hasznosítanak.

A szimmetrológia intézményesülése

Budapesten kialakult egy - jelentős részben személyes munkásságomhoz kötődő - infrastruktúra, amelybe a világ minden részéből bekapcsolódtak a szakma művelői. Ebben kétségtelenül közrejátszott, hogy a szimmetriakutatás a világ szemében mindig is magyar tudománynak számított. Wigner Jenő, Pólya György, Fejes Tóth László és a nevéhez köthető diszkrét matematikai iskola, Moholy-Nagy László és a Bauhaus többi magyar tanára, Kepes György, Lendvai Ernő, Szondi Lipót kutatásai, Harsányi Jánosnak Neumann János aszimmetrikus játékelméleti megfontolásain alapuló eredményei, Hargittai István tevékenysége, hogy csak a legismertebbeket emeljem ki, hozzájárultak ennek a véleménynek a kialakításához. Mindez segítette azt, hogy Budapest váljon a jelenkori szimmetrológia központjává, pedig objektív tudománytörténeti adatokra támaszkodva, elfogulatlanul szemlélve, Princeton inkább predesztinált lett volna erre a szerepre.

A felsoroltak jelzik annak mérföldköveit, hogyan intézményesült a szimmetrológia a kilencvenes évek folyamán: saját nemzetközi szervezete, rendszeres konferenciái, folyóirata, egyszóval fórumai, intézete, információs központja lett. Az a jelenség, annak a fogalomkörnek a használata, az a sajátos módszertant alkalmazó tevékenység, amely korábban néhány szakterületet kötött össze – ráadásul alkalmilag, egy-egy kutatásra összefogva a kutatókat (és időnként művészeket) – mostanra kialakította a maga általános szabályait. Megtalálta a közös vonásokat e tevékenységekben, egyre közelebb került ahhoz, hogy diszciplinárizálódjon, és 'a szimmetria különböző alkalmazásai', 'szimmetriakutatás' helyett szimmetrológiáról beszélhessünk. Az említett, intézményesülést jelző elemek valamennyiében benne van személyes közreműködésem.

Katalizáló szerepem akár iskolateremtő tevékenységnek is tekinthető. Bizonyos értelemben több volt annál. Részesen, közreműködője, aktív formálója lehettem egy tudományterület intézményesülésének, önálló diszciplinává formálódása folyamatának. Ezt a szerepet nem tölthettem volna be (i) anélkül, hogy a szakmában megértek volna az objektív feltételek erre az átalakulásra, (ii) szubjektív oldalról pedig anélkül, hogy az érintett tudományos és művészeti közösség szakmailag elfogadjon erre a feladatra.

Ezt az elfogadottságot az utóbbi időben megerősítette a nemzetközi szakmai közvélemény. A Nemzetközi Szimmetria Társaság 1999-2000 táján morális válságba került, tagsága elfordult tőle, szervezetenként szétesett. A vezetőség – amerikai tagjainak kezdeményezésére – többségi döntésével felfüggesztette pozíciójából a bomlasztásért felelős tisztségviselőt, de a társaságot megmenteni már nem lehetett. 2001-ben magam is lemondtam tisztségemről, és nem kívántam a továbbiakban azt a demoralizálódott, tagságát veszített szervezetet szolgálni. 2000 őszén kezdődtek tapogatózó megbeszélések a szimmetria mozgalom megmentéséről a korábbi Tanácsadó Bizottság vezetője és a tiszteleti elnökök (Boston, Tel-Aviv, Moszkva) között, bevonva ebbe az MTA főtitkárát. Lassan körvonalazódott, hogy a szimmetria mozgalmat újjáéleszteni csak új szervezeti keretek között lehet. Amerikától Izraelig, Oroszországtól Portugáliáig egyre többen kerestek meg, hogy kezdeményezzem új szervezet létrehozását. Megtiszteltetésnek vettem, pedig kétes kimenetelű (saját szakmai egzisztenciámat kockára tevő) vállalkozásnak tűnt: semmi előzetes garancia nem volt arra, hogy a szakma egyszer már szervezetenként csalódott képviselői újra megnyerhetők.

Hosszú előkészítő konzultációk, levelezések után nem a szervezeti keretekkel kezdtem. Először összeállt egy kollektíva, amelyik egy vonzó programot vázolt fel. 2003 augusztusára összehívtunk egy minden eddiginél szélesebb spektrumú programot kínáló Szimmetria Fesztivált Budapestre. Ennek összeállt a hazai szervező bizottsága, tanácsadó bizottsága és mögé állt egy több mint ötvenfős, Nobel- és egyéb díjas tudósokat magában foglaló, szakmai minőséget biztosító nemzetközi tanácsadó bizottság. Volt egy csapat, amely nem szervezeti ajánlattal, hanem szakmai programra hívta a szimmetrológia képviselőit. Újra egyenként kellett megnyerni az embereket, hogy szükség van a tudásukra, az alkotásaikra ezen a rendezvénysorozaton. Hamar kitűnt, az igény él, és elfogadták a meghívást (amit többségüknek magam postáztam). A sikeres rendezvénysorozat keretében alakult meg azután 2003 augusztusában Budapesten a *Nemzetközi Szimmetria Egyesület* (angol nyelvű rövidítésével *ISA*). Ennek tiszteleti tagjai között ott vannak a szakterület régi, megfelelő tisztségviselői, tanácsadó bizottsága többségében a régiekből áll, sőt mindkét körbe bekerült néhány új, tudományos rangban, minőségben a színvonalat emelő személyiség. 2003 őszén az Egyesület tagsága rohamosan nőtt, ernyőszerűvé vált, amelynek keretében 6 tagszervezet, diskussziós csoport alakult, és továbbiak formálódnak. A szimmetrológus szakma bizalmát sikerült visszanyerni. A kutatók, művészek megerősítették igényüket egy ilyen szervezetre, valamint, megerősítették, hogy továbbra is Budapestet tekintik központjának. A 2006-ban újra Budapesten rendezett 2. Szimmetria Fesztivál igazolta erőfeszítéseim és az előző 3 évben végzett munka sikerét.

Oktatás

Az ELTE TTK Filozófia Tanszék oktató és kutató munkájába már ötödéves fizikus hallgatóként bekapcsolódtam. Azóta folyamatos a kapcsolatom a tanszékkel, részt veszek szemináriumain, konferenciáin, ezeken a fórumokon néhányszor előadást is tartottam. Alkalmilag közben tanítottam rövid ideig a BME-n, majd az ELTE TTK-n az Általános Technika Tanszéken. Rendszeresen az 1990-es évek közepén kezdtem az ELTE TTK-n kurzusokat tartani a szimmetriáról. Kezdetben az Általános Technika Tanszék hallgatóinak, 1997-98 óta pedig a Filozófia és Tudománytörténet Tanszéken is, később csak itt meghirdetve előadásaimat a kar valamennyi hallgatója számára kötelezően választható tantárgyként. Hallgatóim száma az első öt évben évről évre nőtt, majd stabilizálódott. Közülük ketten sikeresen mutatkoztak be szakmai konferenciákon dolgozataikkal, sőt egyiküknek zeneművek fraktálszerkezete tanulmányozására kidolgozott eredetien új módszere és következtetései

nemzetközi fórumon is elismerést váltottak ki. A 2006-2007. tanévtől kezdődően szimmetria kurzusom bekerült a Lomonoszov Egyetem tanrendjébe is, ahol meghívott professzorként adok elő.

A szintézis: szakmai monográfia

Ezeknek az előadásoknak a tematikája alapján formálódott az évek során a *Symmetry* c. angol nyelven megjelent könyvem anyaga, amellyel a szimmetria hiánypótló, átfogó monográfiájának a megírására vállalkoztam. Az előadások PowerPoint diavázslataihoz gyűjtöttem az évek során az illusztrációkat, amelyek a könyv képanyagának a törzsét szöveganyagának vázát alkotják. A monográfiának már készül az orosz kiadása („Reguliarnaa i Khaoticheskaia Dinamika” kiadóközpont, Moszkva). A könyv kettős feladatot tölt be: egyrészt monografikus feldolgozása mindannak, amit ma fontosnak érzek e szakmán belül, másrészt beleépültek saját kutatási eredményeim.

Több mint fél évszázad telt el Weyl világhíressé vált könyvének az első megjelenése óta és a tudomány azóta nagyon sokat fejlődött, a szimmetriakutatás pedig épp az azt követő időkben különösen gyors fejlődésnek indult és nem egy szenzációszámra menő eredményt produkált. Könyvem megírásában, anyagának kiválogatásában segítségemre voltak a folyóirat-szerkesztés, a társaság szervezése, a konferenciák előkészítése és a Symmetrion működtetése során kialakított kapcsolataim. Ezek ugyanis nem merültek ki a szervező munkában.

Munkám során idővel világszerte mintegy kétezer kollégával kerültem levelező és több százakkal személyes kapcsolatba. Mielőtt valakivel szakmai kapcsolatot kezdeményeztem, cikket, lektori véleményt, előadást kértem, vagy meghívtam, előzőleg szinte valamennyiüknek megismerkedtem legalább egy-két munkájával. Miközben kétségkívül kamatoztattam több mint három évtizedes tudományszervezői tapasztalataimat, a szimmetria kutatóival, művészeivel folytatott levelezésemben, személyes találkozásaimon mindig felhasználtam az alkalmat egy-két szakmai kérdés megbeszélésére. Ezek a konzultációk - valamilyen szinten - beépültek ennek a könyvnek az anyagába. A szerkesztői, tudományos közélet-szervezői munkám során megismert kollégák közül sokan megtiszteltek általam nem olvasott szakmai lapokban megjelent, de a szimmetriakutatás szempontjából releváns cikkeik különnyomataival, sokan kézírataikkal, többen könyveik tiszteletpéldányával, amelyekhez egyébként nehezen jutottam volna hozzá. Az értük írt köszönet alkalmat adott az elolvasásuk során felmerült kérdéseim feltevésére, s az ezekre kapott válaszok ismereteim talán leghasznosabb, unikális forrásai. Ezért köszönettel tartozom a *Nemzetközi Szimmetria Egyesület* tagjainak, mert egy-két gondolattal csaknem valamennyien hozzájárultak szintézis jellegű munkámnak a megírásához, annak ellenére, hogy a sok ezer forrásnak szelektíven csak egy részét használhattam fel, amelyek hivatkozásként is bekerülhettek könyvem bibliográfiájába.

Az idézett szerzők nevei és az általuk írt, felhasznált gazdag szakirodalomból hálátlan feladat néhányat kiemelni, de néhányuknak tartozom annyival, hogy megtegyem. B. van Fraassen 1989-ben megjelent *Laws and Symmetry* c. könyvének hatása érdemes kiemelésre, amely annak ellenére egyaránt tekinthető filozófiai és tudománytörténeti értéknek, hogy a tudományok közül leginkább csak a fizikai invarianciákkal foglalkozik, de a szakirodalomban a leghatározottabban fejti ki a fizikatörténetet végigkísérő két alapvetően eltérő paradigma: a természettörvényekre épülő XVII. századi (newtoni) és a variációs elvekre (a szimmetriaelvek őseire) épülő XVIII. századi fizika - egymás mellett továbbélő és még mai fizikaművelésünkben is meghatározó - különbségét, amelyek közül az utóbbi bizonyult termékenyebbnek korunk tudományában. J. Rosen általánosított törvényszerűségeket próbál megfogalmazni több, időközben továbbfejlesztett könyvében, amelynek során szintén a fizika empirikus ismeretanyagára épít. K. Mainzer kifejezetten a tudományfilozófia (és a téma megkövetelte módon részben a tudománytörténet) talaján maradva tárgyalja a természet szimmetriáit. A fizika, különösen pedig a kristálytan története vonatkozásában számos kortárs kollégám mellett sokat merítettem J. D. Bernaltól. Az ókori világszemlélet szimmetriaelemeinek (különösen Hérodotoszé) megértéséhez K. Popper *Objective Knowledge*-ében találtam hasznos adalékokat. Az ókori görög világ matematikai gondolkodása és a szimmetria kapcsolatához nem tudok elég hálás lenni Szabó Árpádnak a tőle tanultakért. E vonatkozásban még látok feltárára váró elemeket, amelyekre remélem lesz még módom visszatérni. A reneszánsz és a szimmetria

kapcsolatának gazdag irodalmából különösen nehéz kiemelni bárkit is, számomra újdonságokat kínáló munkássága miatt mégis meg kell említenem Hajnóczy Gábort. A csoportelméletnek a szimmetriák matematikai leírásában játszott kulcsfontosságú szerepe miatt pótolhatatlan történeti forrás I. M. Yaglom F. Klein és S. Lee élettörténetének apropójából született monográfiája. A geometria és a szimmetria kimeríthetetlen kapcsolatáról, amelyről azt hinné a laikus, hogy évszázadokkal ezelőtt minden lényeges tételt bebizonyítottak, (Fejes Tóth L. írásai mellett) elsősorban H. S. M. Coxetertől tanultam meg, mennyi alapvető feladat megoldása maradt kortársainkra.

A szimmetriának a tudományok és a képzőművészetek kapcsolatában játszott szerepe vonatkozásában meg kell említenem V. A. Kopcik és A. V. Subnyikov, valamint G. Caglioti könyveit, D. Schattschneidernek M. C. Escher grafikai munkássága matematikai vonatkozásait feldolgozó írásait, különös tekintettel Pólya Györggyel folytatott levelezésére, és kiemelendőnek tartom A. Loeb írásait, a kristallográfia, a vizuális matematika valamint a post-Bauhaus és a kortárs képzőművészeti irányzatok kapcsolatáról. Mindvégig számíthattam és építettem Beke László tanácsaira. A zene és a szimmetria kapcsolatáról sokat tanultam Lendvai Ernő írásaiból, különösen a *Szimmetria a Zenében* c. könyvéből.

Korunk tudományai és a szimmetria kapcsolatáról rengeteg forrást merítettem - majd a források, szerzők alapján tovább kutattam - a Hargittai István által szerkesztett, tematikusan gazdag, széles spektrumot felölelő gyűjteményes kötetekből. A keleti kultúrák és történetük, illetve a legmodernebb fizikai, anyagtudományi eredmények összefüggéseiről sokaktól tanultam, így többek között például - idézett írása mellett - Mikasa herceggel folytatott beszélgetésemből, írásos forrásokként mégis leginkább K. Husimit és K. Miyazakit kell megemlítenem. A kristálytan alapjai és alkalmazásai vonatkozásában több dolgot vettem át Hartmann Ervin, illetve Bérczi Szaniszló írásaiból. A műszaki alkotásokban, biológiában alkalmazott szimmetriaelvekről, a genetikai kód szimmetriáiról több értékes gondolatot merítettem Sz. V. Petuhov könyveiből.

Magas szintű ismeretterjesztő írások is fontos adalékokkal szolgáltak munkámhoz, különösen jelenségek megértése és a források elolvasása iránti igény felébresztése révén. Ezek sorában a fő helyen M. Gardner munkáit kell kiemelnem, elsősorban a kváziperiodikus lefedések és a kvázikristályokhoz vezető út vonatkozásában, ahol végül a legkompetensebb információkat maguktól a legilletékesebbektől A. Mackaytól, T. Ogawától, a már említett K. Miyazakitól és elsősorban D. Shechtmantól kaptam. Az agyi aszimmetriák vonatkozásában hasonló segítséget találtam Hámori József írásaiban. A fullerén szerkezet interdiszciplináris alkalmazásairól Tarnai Tibor írásai szolgáltak hasznos forrásként, a kristálytan területén pedig hasonló szerepet töltött be Th. Hahn.

A fizikában alkalmazott szimmetriaelvek és szimmetriacsoportok, -transzformációk vonatkozásában a legbiztosabb források az eredeti, ma már klasszikus cikkek. Ez vonatkozik E. Noether, H. Weyl, Wigner Jenő, és a XX. sz. második fele szinte valamennyi, a szimmetriák és szimmetriasértések elméletéhez hozzájárult fizikusának munkásságára. Mindegyiküket és írásaikat nem is tudom megemlíteni. A szintetizáló gondolatok megalkotói közül azonban kiemelendő Wigner Jenő, akinek a fizikai események, a természettörvények és a szimmetriaelvek hierarchikus kapcsolatáról vallott tétele még - meggyőződésem szerint - a mai napig nincs kellőképpen kiaknázva, sőt négy évtized újabb eredményei tükrében már megérett a továbbgondolásra is. Ez azonban egy remélhető következő munkám tárgya lehet. Úgyszintén sokat tanultam Y. Ne'emantól, aki amellet, hogy társfelfedezője volt a mai fizikában kulcsszerepre szert tett $SU(3)$ csoport által leírt szimmetriáknak, lenyűgöző áttekintéssel rendelkezett az ún. Standard Modell által leírt egész modern fizika épületéről és ebben a különböző szimmetriák szerepéről. A mértékinvarianciák és a hozzájuk tartozó szimmetriacsoportok vonatkozásában konkrét tanácsai mellett hasznos olvasnivalókkal is ellátott, ami nagy segítség a hihetetlenül gazdag szakirodalomban való tájékozódáshoz. Aki pedig eredeti cikkek helyett a népszerűsítés és a modern fizika tudományos ismeretei közötti határmezsgyén szeretne a témának utánanézni, annak kedvenc olvasmányaim közül regényekkel vetekedően lebilincselő, sziporkázó humorral megírt fizikatörténeti kuriózumként ajánlhatom A. Zee *Fearful Symmetry* c. könyvét.

Az említett szerzők írásainak bibliográfiai adatai - a többi felhasznált munkával együtt - megtalálhatók könyvem irodalomjegyzékében. (Ez a jegyzék korántsem jelenti a téma teljes bibliográfiáját, csupán azokat a publikációkat tartalmazza, amelyek a könyv megírására hatottak.) Írásaikon kívül a név szerint említettek csaknem mindegyikével - akik élete nem szakadt meg az én munkásságom kezdete előtt - személyesen is volt alkalmam konzultálni, és rendszeresen levelezni. Munkásságom részévé váltak. A velük való ismeretség - sok esetben barátság - szakmai életem legszínesebb momentumai közé tartozik.

2. Szakmai eredményeim bemutatása

Bevezetés

Kutatói habitusom megítélése szempontjából nemcsak azok az életrajzi elemek lehetnek fontosak, amelyek hatottak munkásságomra, hanem – talán még nagyobb mértékben – azok is, amelyeket általam elért eredményeként tekintek életem részének.

A doktori pályázat részeként benyújtott

(i) *tézisek* csak a disszertáció témájáról szólhatnak, nem tartalmazzák tehát kutatói életpályám egyéb eredményeit. Publikációim egy része tudománytani, kutatásszervezési, tudományszociológiai munkásságomból (social studies of science), másik része szimmetrológiai kutatásaimból származik, néhol átfedések vannak köztük. Együtt képezik munkásságomat, függetlenül attól, hogy akadémiai doktori téziseimet melyik munkám alapján kívánom megvédeni. Kutatói habitusomat együtt alkotják.

(ii) *publikációim*¹ tényszerű felsorolása nem tükrözi, melyek tartalmazznak közülük olyan eredményeket, amelyek - remélhetően - maradandó nyomot hagynak a tudomány épületén, s amelyek alapján az MTA doktora címre pályázom. Ezeket célszerűnek tartom kiemelni, és egy tematikus csoportosításban, rövid annotációkkal külön bemutatni.

(iii) *életrajzom* első részében nem tértem ki azokra az oktatáshoz kapcsolódó, ismeretátadó tevékenységeimre, amelyek nem illeszkedtek reguláris egyetemi oktatásba.

Egy meglehetősen tág, tudományterületek határain átívelő munkássággal a hátam mögött, kutatói habitusom megítélését olyan testületre bíztam, amelynek tagjai remélhetőleg az átlagosnál fogékonyabbak interdiszciplináris tevékenység értékelésére, ugyanakkor egyenként az általam művelt területeknek, eredményeimnek legfeljebb egy részét, személyemet pedig nem is mindannyian ismerhetik. Bár meglehetősen kiterjedt szakmai kapcsolatokkal rendelkezem a hazai akadémiai közösségen belül, a munkáimat ismerő és érdemben megítélni tudó kollégák elszórtan tartoznak az akadémia legkülönbözőbb osztályaihoz, s akármelyik bizottságról legyen is szó, azon belül kisebbségben vannak. Indokolt tehát, hogy részletesebben bemutatkozzam, hisz a rólam ítélni hívatott grémiumok tagjai rutin szakirodalmi olvasmányaik révén nem ismerhetik valamennyi eredményemet.

Márpedig több tudományágban gyökerező munkásságom összefüggő egységet alkot. Együtt formálódott a szimmetrológia tudománnyá válásával. Az interdiszciplináris kutatásokra vonatkozó tudományelméleti, tudományszociológiai és tudománypolitikai munkám, filozófiai írásaim és szimmetrológiai kutatásaim egymásból fejlődtek ki, egymásra épülnek. (Példaként említhető, a szimmetriasértés törvényeiről írt tanulmányom, amely a szintelméletekről írt doktori disszertációból, valamint tudományrendszerező munkáimból nőtt ki.)

Fontosabb tudományos eredményeim annotált ismertetése

(a) *Eredményeim legfontosabb része, amellyel – remélhetőleg – maradandóan hozzájárultam a tudomány fejlődéséhez, egy új tudományág létrejöttének megalapozásához, és amely az ún. puzzle design² kategóriába sorolható. Ilyenek:*

- ◆ a szimmetria ötven év óta legteljesebb, korszerű ismereteket nyújtó, módszertanilag új, jelentős részben saját eredményeimet tükröző monográfiája, amely tankönyvként^{3,4} is szolgál
- ◆ a szimmetriasértés törvényeinek megfogalmazása
- ◆ a szimmetria fogalom korszerűsített, általánosított megfogalmazása
- ◆ a fizikai szimmetriák új szempontok szerinti osztályozása
- ◆ egy új fizikai szimmetriacsalád matematikai megalapozása
- ◆ az antiszimmetrikus és szimmetrikus összetevőkre való képfelbontó eljárás, s ezzel összefüggésben a meglehetősen aszimmetrikus világ szimmetria és antiszimmetria egységeként való értelmezése
- ◆ új minőség keletkezése önszerveződő folyamatának interpretálása annak megmutatásával, hogy a rendezettség fogalmának eltérő értelmezései léteznek, aminek következtében az idő és a fejlődés iránya, valamint az entrópiaváltozás iránya nem kapcsolható össze, továbbá ezzel összefüggésben
- ◆ a fizikai rendszerek fejlődése és az univerzum fejlődése különbségének újraértelmezése a rendezettség, a szimmetria és az entrópia változási irányának - potenciális és aktuális, illetve globális és lokális értelemben való - megkülönböztetése révén
- ◆ az interdiszciplinaritás paradoxonjának megfogalmazása

(b) *Eredményeim egy másik jelentős osztálya, amely szintén újdonságokat tartalmaz, de amely inkább az ún. puzzle-solving kategóriába sorolható:*

- ◆ a művészi perspektíva, mint szimmetriaművelet általánosítása
- ◆ a szintelméleti viták fogalmi háttérének egyértelművé tétele
- ◆ a *rishon* modell új szimmetria-megfontolásokon alapuló értelmezése, amely a töltésükre új értékeket szolgáltat
- ◆ a szimmetria szerepe a keleti és a nyugati kultúrákban
- ◆ az entrópia alkalmazása humán rendszerekre
- ◆ az interdiszciplináris együttműködés mértéke mérésének módszertana
- ◆ újfajta megközelítések a Kelet-Európai és az általános tudománypolitika tanulmányozásában

1. A szimmetriasértés törvényei.

Darvas, G. (1998) Laws of symmetry breaking, *Symmetry: Culture and Science*, 9, 2-4, 119-127

Darvas, G. (1998) Ontological levels and symmetry breaking, *Paideia, Philosophy of Science*,
<http://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieDarv.htm>

Darvas Gy. (2001) A szimmetriasértés törvényei, http://hps.elte.hu/seminar/2001/Aprilis/darvas_text.html

Sokoldalúan, több hazai és külföldi fórumon megvitatott, csiszolt eredmény. Négy állítást (ezek közül az első nem tőlem származik, de így alkotnak egységet) és azok alpontjait tartalmazza. A szimmetrológia diszciplinarizálódási folyamatában az egyik kulcsmomentum volt, hogy saját törvényeket tudott felmutatni. Korábban is publikáltak általánosnak deklarált szimmetria-elveket (Gortari, 1970, Rosen, 1995), de ezek nem mutattak túl a fizika keretein. A fizikát illetően van Fraassen kifejti (*Laws and Symmetry*, 1989), hogy a XVIII. században a fizikában a szimmetriaelvek vették át a XVII. századi természettörvények szerepét, és a

mai fizika azokra épít (ebben történetesen egyet is értek vele). Gortari és Rosen a variációs elveken bizonyos tekintetben kétségkívül túlmutat, bár a fizika határain nem lépnek át. A fizika szimmetria-elvei azonban nem helyettesíthetik a szimmetrológia saját törvényszerűségeit. Az általam megfogalmazottakat lehet ontológiaiaknak tekinteni, lehet evolúciós törvényeknek tekinteni, mindenesetre túlmutatnak egyetlen tudományág határain, hiszen a szimmetrológia átfedésekből alakul a kezünk alatt önálló tudományá. Megítélésem szerint (és ezzel nem vagyok egyedül) ezekkel a törvényekkel jelentősen hozzájárultam a szimmetrológia tudományá válásához⁵. Következésményeik lényegesek, hiszen az anyagfejlődés folyamán határozzák meg a szimmetriák változásának a szerepét. Előrejelző funkciót töltenek be. A tapasztalat igazolja őket. Relevanciájuk a filozófiai általánosság szintjén mozog.

2. A szimmetriasértés törvényeinek szerves előzménye a szintelméleti viták problémáiról írott disszertációm (v.ö. 2. jegyzet).

Darvas Gy. (1985) *Az általános és különös szintelméletek kritikájáról, különös tekintettel a kölcsönhatások struktúraformáló szerepére az élettelen létszférában*, Bölcsészdoktori disszertáció, ELTE BTK, 126 old.

Darvas Gy. (1985) Az anyag szerkezetéről alkotott felfogás szerepe a tudományos világképben és az általános kultúrában, *Acta Philosophica*, Tomus 12, 185-192.

Darvas Gy. (1986) A Szintelméletek Problémáiról, *Összeállítások, Tájékoztatók* 30/1986, Budapest: MTA KSZI kiadványsorozat, 126 old.

Darvas, G. (1987) Level theories in philosophy and physics - Exploring and interpreting the structure of matter, paper presented at the 8th International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science, Moscow, 1987, In: *Abstracts, LMPS '87*, Vol. 5, Part 2, pp. 76-79.

Ezek önálló eredménye annak kimutatása, hogy a viták résztvevői nem egy nyelven beszéltek. A különbség abban rejlett, hogy mit tekintettek a szintképzés/szintképződés *differentia specifica*-jának. A szakirodalomban számos fogalmat használtak erre a célra. Alapvető különbség a 3 alapvető ontológiai szintet tárgyaló, illetve az élettelen természetben belüli, valamint az élő természetben belüli szinteket tárgyaló írások terminológiája között volt. A különbség több volt, mint terminológiai, a mögöttük álló fogalmak tartalmilag is különböztek, ezért vezettek másként értelmezett szintekhez. Ha ezeket a fogalmi különbségeket kiküszöböljük – a korábbi szintelméleti vita legtöbb nézeteltérése eliminálható, és megnyílik az út egy egységes tárgyalásra. Később ez az egységes, alapvető és nem alapvető (nem fizikai értelemben használt) kölcsönhatásokra épülő tárgyalásmód vezetett rá, hogy a szimmetriasértésekkel való összefüggést megtaláljam.

3. Az utóbbi években újra fellángolt a korábban már nyugvópontra jutottnak látszó vita az idő természetéről. 2001-ben egy ilyen NATO ARW konferenciára hívtak meg.

Darvas, G. (2003) Potential and actual time concepts, pp. 417-425, In: Buccheri, R., Saniga, M., Stuckey, W. M., eds., *The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, xvii + 446 p.

Ebben az előadásomban részben a szimmetriasértés törvényeiből vezetem le, hogy a filozófiában illetve a fizikában használt potenciális és aktuális időfogalmunk (akárcsak a térfogalmunk) különbözik egymástól: a potenciális izotrópia aktuálisan sérül. Ha a két fogalmat egyszerre alkalmazzuk, és nem különböztetjük meg egymástól, az konfúzióhoz és téves következtetésekhez vezet. A fizikai szimmetriák példáján mutatom be, hogy a négyestér alkalmazása a fizikában nem jelenti azt, hogy a 3 térdimenzió és az idődimenzió egyenértékűek lennének. A megmaradási tételek, amelyek a fizika alapköveinek számítanak, az időeltolással szembeni invarianciát jelentik. Pontosan abból következnek, hogy a térbeli koordináták szerinti divergenciák a hatásintegrál kiszámításakor eltűnnek (Gauss tétel alkalmazása), és az időbeli változásra kapunk egy megmaradó mennyiséget. Az idődimenzió tehát nagyon is kitüntetett szerepet játszik a térhez viszonyítva.

4. Előbbihez szorosan kapcsolódik egy 2003-ban Bécsben, valamint egy 2005-ben Párizsban tartott előadásom, amelyben **az idő és a fejlődés, illetve a szimmetria, a rendezettség és az entrópiaváltozás irányait hasonlítom össze.**

Darvas, G. (2004) Self-organizing Systems in the Light of the Arrows of Orderedness, Symmetry, and Entropy, *TripleC (Cognition, Communication, Co-operation)*, <http://triplec.uti.at/articles>, Thematic issue: "Foundations of Self-Organisation", 2, 2, 63-73.

Darvas, G. (2005) Symmetry, order, entropy and information, <http://www.mdpi.org/fis2005/F.15.paper.pdf>

Darvas, G. (2005) Order, entropy and Symmetry, *Symmetry: Culture and Science*, 16, 91-108.

Szintén a szimmetriasértés törvényeiből vezetem le, az aktuális és a potenciális tulajdonságok megkülönböztetésének segítségével, hogy a termodinamikailag értelmezett fejlődés és az anyagi folyamatok önszerveződése más kontextusban használ hasonló fogalmakat. A distinkcióhoz meg kell különböztetnünk egyrészt a lokális és a globális folyamatokat, másrészt az általános szimmetria-terminológiánkat és a statisztikus termodinamika fogalomértelmezéseit. (Az ezek viszonyáról készített táblázatom originálisan új eredménynek tekinthető és korábban sehol nem tárgyalt fogalmi átfedést fed fel.) Ennek következtében egy fázisátmenetek nélküli, zárt fizikai rendszer „fejlődése” nem azonos az univerzum „fejlődésével”, amelyben új minőségek keletkeznek. Utóbbi az univerzumon belül kis (nyílt) térrészekben végbemenő szimmetriasértésekkel, entrópiacsökkenéssel is járható önszerveződő folyamat. (Ennek egyik következménye, hogy a hőhalál víziója, mint olyan, értelmetlenné válik.) Ez a tanulmányom az érdeklődés középpontjába került és új irányt, új lökést adott az interneten folytatott *Foundations of Information Science* [FIS] vitának az "Information and Entropy" témában (amelyben heti több hozzászólás érkezett csak a szimmetria és az entrópia viszonyának értelmezéséhez).

5. **A szimmetriafogalom általánosítása szintén eredeti saját eredményem.**

Darvas, G., (2001) What is symmetry? <http://symmetry.hu/definition.html>

--- *Magyar Nagylexikon* (2003) „Szimmetria, 1”, 16. kötet, 769. old.

Darvas, G., (1999) Science in the arts - Art in the sciences, A dissymmetric editorial, pp. 3-5, In: Darvas, G. ed., (1999) *Ars (Dis)Symmetrica '99; A Tudomány a Művészet Tükrében - Művészet a Tudományban, Science Reflected in the Arts - Art in the Sciences*, Institute for Research Organisation, Hungarian Academy of Sciences and Symmetrion, Budapest, 1999, 144 p.

A szimmetria fogalmának a különböző szaktudományokban való újabb alkalmazásai felvetették a fogalom definíciója általánosításának az igényét. A szimmetria témájú irodalomban többen, többféleképpen próbálkoztak. Én abból indultam ki, hogy a geometriai szimmetriafogalomnak H. Weyl féle – széles körben sokáig elfogadott – általánosítását őrizzük meg, de azon kívül, hogy hozzá hasonlóan megengedjük, a figyelembe vehető objektumok és a rajtuk végrehajtható szimmetriaműveletek ne csak geometriaiak lehessenek, terjesszük ki ezt az általánosítást a figyelembe vehető tulajdonságokra is. (Egy objektum és tulajdonsága(i)nak matematikai értelemben való nem-azonossága következik például Platón ontológiai követelményéből, amelyet a *Philosophy of Mathematics Today* c. kötetünk E. Agazzival közös előszavának viii. oldalán idézünk, feltéve, ha figyelembe vesszük, hogy - szemben az objektumok objektív létezésével -, ő a tulajdonságokat érzékelés eredményének tekinti.) Javaslatomat széles körű vitára bocsátottam a Nemzetközi Szimmetria Társaság tagjai között, és apróbb angol nyelvi megfogalmazásbeli pontosításokkal sikerült azt elfogadtatnom. Mielőtt a *Magyar Nagylexikon*ban publikáltam volna, közel húsz magyar kollégámat még egyszer megkerestem, és segítségükkel formáltam azt a szócikket, amely – néhány lexikonszerkesztői kompromisszummal - ott szerepel.

6. A fizikai szimmetriák osztályozása.

- Darvas, G. (2002) Generalisation of the concept of symmetry and its classification in physics, *The Official Electronic Proceedings Issue of the Wigner Centennial Conference*, Pécs, 8-12 July, 2002, CD-ROM, item 48, 7 p.
- Darvas, G. (2002) Generalisation of the concept of symmetry and its classification in physics, <http://quantum.ttk.pte.hu/~wigner/proceedings/papers/w48.htm>; also to be appear in the *Heavy Ion Physics*, 15.
- Darvas, G. (2003) Symmetry-antisymmetry, quasiperiodicity, and a classification of gauge invariances, In: *Symmetry: A synthesis of constancy and change*, *Abstracts of the Symmetry Festival 2003*, Program and papers, CD-ROM, 188darva.rtf, 1 p.

A fizika élenjárt a szimmetria fogalmának XX. sz-i általánosításában. Wigner Jenő szimmetria osztályozása – geometriai és dinamikai invarianciákra – évtizedeken keresztül abszolút tekintélynek számított. Anélkül, hogy cáfolni kéne, a fizika túllépett rajta, több osztályozási szempont került előtérbe. A fizikusok használták és megkülönböztették ezeket, de a klasszifikációhoz nem nyúltak hozzá. 2002-ben, a Wigner centenárium kapcsán rendezett konferencián (amelynek egyik kezdeményezője és Steering Committee tagja voltam Y. S. Kimmel, W. Nörenberggel, Marx Gy-gyel, Janszky J-fel, Németh J-tal és Ádám P-rel együtt) tartott plenáris előadásomban, Wigner örökségének továbbviteleként a fizikai szimmetriák lehetséges osztályozásait és osztályozási szempontjait foglaltam rendszerbe. Előadásomnak az első része a szakirodalom alapján történő összegzés volt, igazán újdonságot az a része jelentett, hogy a mértékinvarianciákat, a mértéktér matematikailag lehetséges paraméterei szerint osztályoztam (Noether és Utiyama tételei alapján). Ezzel olyan szimmetriák lehetőségére mutattam rá, amelyek fizikai tartalmát – ha minden matematikai konstrukciónak lenne egyáltalán fizikai tartalma – a fizika még nem vizsgálta, de mai ismereteink szerint létük ki sem zárható. Előadásomnak ezt a részét, amely eredetien új gondolatokat tartalmaz, részletesebben is kifejtettem a 2003-ban a *Szimmetria Fesztiválon* tartott plenáris előadásomban.

7. Egy új fizikai szimmetriacsalád matematikai megalapozása.

Darvas, G. (2007 – megjelenés alatt) Invariance in a velocity dependent gauge field, 16 p.

Ebben a cikkemben terményiségek közvetett változói által (különös tekintettel a sebességtérre, amely több fizikai jelenség leírásában játszik szerepet) kifeszített mértékterek invarianciáit tárgyalom Noether II. tétele, valamint Utiyama tételei alapján. Eredménye egy olyan megmaradó Noether áram (mint fizikai szimmetria generátora), amely gyors sebességváltozások esetén erősebbnek bizonyul a szakirodalomban eddigi ismert megmaradó áramoknál. Alkalmazási lehetőségei a fázisátmenetek, kémiai kötéstípusok közötti átmenetek leírásában mutatkoznak, valamint egy kevésbé ismert mértékteret és kapcsolódó fizikai következményeket generálnak.

8. A művészi perspektíva fogalom általánosítása.

- Darvas, G. (2003) Perspective as a symmetry transformation, *Nexus Network Journal, Architecture and Mathematics*, 5, 1 (Spring), 9-21.
- Darvas, G. (2003) Perspective as a symmetry transformation, <http://www.nexusjournal.com/Darvas.html>
- Darvas, G., (2001) Symmetry and asymmetry in our surroundings; Aspects of symmetry in the phenomena of nature, physical laws, and human perception, pp. 136-149, In: Peter Weibel, ed., *Olafur Eliasson: Surroundings Surrounded, Essays on Space and Science*, Karlsruhe: ZKM, Center for Arts and Media, 703 p.

A 2000-ben a Műcsarnokban rendezett nagyszabású *Perspektíva* kiállítás előkészítése kapcsán merült fel bennem a gondolat, hogy a perspektíva, mint összetett szimmetriaművelet (hasonlóság + affín leképezés) leírásával foglalkozzam. Így született az enyészpontok tetszőleges nagy számra való megsokszorozódása lehetőségével a perspektíva fogalom kiterjesztése XX. sz-i izmusokra (kubizmus, futurizmus). Ez az értelmezés ugyan a geometriai szimmetriák határain belül maradt, mégis újdonságnak számított a

művészetelméleti irodalomban. Először 2001-ben egy Karlsruheban kiadott kötetben (Magyarországról Hargittai I-t és engem kértek fel, hogy írjunk a kötetbe) szélesebb kontextusban írtam meg. A *Nexus Network Journal*-nak viszont pontosan a profiljába illett, sőt rövidesen nyomtatásban is megjelentették.

9. **Az antiszimetria értelmezése és a világról alkotott képünk.** (Definíció szerint antiszimetriáról akkor beszélünk, ha egy objektum valamely tulajdonsága az alkalmazott szimmetriaművelet eredményeként az ellentétébe csap át, pl. a sakktábla négyzetei tükrözéskor, a jin-jang szimbólum félfordulat során.) Az antiszimetria jelensége azonban sokkal több következtetésre is alkalmat kínál. Ezeket használom ki szabadalmamban.

Darvas Gy. (2003) *Antiszimmetrikus-szimmetrikus összetevőkre bontáson alapuló képfeldolgozó eljárás*, Image processing based on dismounting into antisymmetric-symmetric components. P0302597 Magyar Szabadalmi Hivatal.

Az elv ötlete, az eljárás és a végrehajtásához szükséges szoftver megtervezése többévi fejlesztés eredménye. Egyik legeredetibb munkám. (Sajnos, amíg a szabadalmat nem értékesítettem, részletesen nem publikálhatok róla, mert hiába a szabadalmi oltalom, lopják, tőkeszegény szabadalomtulajdonos pedig előbb megy tönkre egy nagy céggel való sokéves pereskedésben, minthogy megvédhetné a jogait.) Lényege, hogy akárcsak bármely mátrix, a pixelekből álló képek is felbonthatók egy szimmetrikus és egy antiszimmetrikus összetevőre. Márpedig minden képi érzékelésünk is pontokból rakja össze a képet, ilyen retinánk szerkezete, ilyen a képfeldolgozás bal féltekénkben. Ha az eljárással felbontott két képkomponenst föliára nyomtatjuk, és egymásra helyezzük, visszakapjuk az eredeti képet. Az antiszimmetrikus képösszetevőt önmagában nézve, az azt az információt hordozza, mennyiben tér el az eredeti kép a szimmetriától (ez lehet akár tükörszimmetria, akár homogenitás). Ebben rejlenek műszaki alkalmazási lehetőségei. Ha egy valamiről alkotott kép igen kicsit tér el a szimmetriától, az antiszimmetrikus összetevőn csak ez az eltérés jelenik meg. Olyan részletet emel ki az eredetiből, amelyet a sok egyéb mellett szabad szemmel nem vennénk észre. A szabadalmi újdonságvizsgálat maximális dicsőrérettel illeti az ötlet és az eljárás eredetiségét, s hasonló eufóriát mutatott az a minisztériumi bizottság is, amely a külföldi szabadalmaztatás költségei egy részének állami átvállalásáról döntött. Művészettörténészek is lelkesednek érte. Engem azonban az érdekel talán leginkább, ami az értelmezésének következményeiből kimazsolázható. A jin-jang mitől is antiszimmetrikus? Geometriája szimmetriát mutat, egy nem-geometriai tulajdonságában, a színében viszont ugyanezen műveletre nézve antiszimetriát. Mindaz, amit a konfucianusok és a *tao* a jin-jang ellentétpárjairól állítanak és hozzá kapcsolnak, elfogadható volt ugyan a tapasztalati ellenőrzéssel egybevetve, de végül is spekulatívan jutottak a következtetésekhez. Most viszont mindez kézzelfoghatóvá válik. (v.ö. téziseim 10. pontja). Összegzésképpen: *az általunk képileg érzékelt és felfogott, nagyon is aszimmetrikus világ szimmetria és antiszimetria egységének tekinthető*: minden e két komponensből tevődik össze. Első hallásra van ebben valami megdöbbenő, ugyanakkor igen látványos. Ezt így bizonyítani korábban soha nem sikerült. Szeretném kihangsúlyozni azt is, hogy – bár gyakran beszélünk a technika filozófiájáról - ez az eredményem kézzelfoghatóvá teszi a kapcsolatot műszaki tudományok és a filozófia, valamint a művészetek között. Ha létezik igazán multidiszciplináris kutatási eredmény, akkor ez nagyon az.

10. A *rishonok* töltése.

Darvas, G., Farkas, F. T. (2003) Animated graphic illustration of Quantum ChromoDynamics (QCD), *Ponticulus Hungaricus*, <http://www.iif.hu/~visontay/ponticulus/hidveres/QCD-symmetry-01.htm>, November, 18 p.

Darvas, G., Farkas, F. T. (2006) An artist's works through the eyes of a physicist: Graphic illustration of particle symmetries, *Leonardo*, 39, 1 51-57.

F. Farkas Tamás grafikus egy sajátos térlátást képvisel, saját térszerkezet-ábrázolásokat kutató, invenciózus művész. Egyedi jelenség, aki semmilyen művészeti irányzathoz nem tartozik. Síkban ábrázolt térbeli szerkezetei vagy lehetetlen formák, vagy 3 dimenzióban megvalósíthatatlan alakzatok. Egyes motívum-családjai viszont modellezésre alkalmasak. Egyik alapmotívumából egy ilyen családot fejlesztettünk tovább az elemi részecskék és tulajdonságaik ábrázolására. A dolog illusztrációnak indult a kvantumzindinamika szimmetriáinak oktatásához, de melléktermékként a grafika kínált olyan geometriai tulajdonságokat, kvantumszámokat, amelyeknek nem volt fizikai megfelelőjük. Nyitva hagyta rejtett tulajdonságok lehetőségét. Ezeknek megpróbáltunk fiktív fizikai tartalmat tulajdonítani. Így jutottunk egy olyan lehetőséghez, amely egy félig-meddig elfelejtett, pontosabban a részecskefizika által elvetett modell ábrázolásához vezetett. H. Harari 1978-ban publikálta *rishon* modelljét. A rishonok olyan hipotetikus részecskék, amelyekből a kvarkok épülhetnének fel, sőt akár - a Standard Modell szerint szerkezet nélküli - leptonok is. A rishon modell azonban nem tudott magyarázatot adni a belőle felépített részecskék eltérő tömegére, nem volt alkalmas, hogy beépüljön a Standard Modellbe. Harari még pár évig publikált a témában, egy darabig idézték, aztán a rishonok csendben megindultak a feledés felé. Kevés fizikus emlékszik mi az, a fiatalok nem tanulják. A grafikai modellünk felidézte bennem a rishonokat. A mi modellünk alapján azonban a rishonok töltésére új értékek adódtak. Szemben a Harari által kalkulált (- 1/3) és 0 töltéssel nekünk (5/9) és (- 4/9) elektrontöltésnyi értékek adódtak. Viszont minden kvarkot és leptont konzekvensen össze lehetett belőlük állítani. Nyilván a mi hipotetikus részecskéink mások, de a modell nagyjából ugyanazt tudja. Még az a tulajdonsága is megvan, hogy ez sem ad magyarázatot a részecskék tömegére. Lehet, hogy éppoly haszontalan, mint Harari modellje volt. De az is lehet, hogy az újonnan kalkulált töltések még tartogatnak valamit a részecskefizikusok számára. Úgy tűnik, amit találtunk, semmivel sem rosszabb, vagy kevesebb mint Harari modellje. 2003-ban bemutattuk a Szimmetria Fesztiválon. Híre már szétment a világba. A modell egy újabb változatát a *Leonardo* c. folyóiratban publikáltuk. (A történetnek van egy mellékletanulása is. H. Hararinak ez volt élete legnagyobb eredménye. Évekig dolgozott rajta, az első cikkek után még alaposan körbejárta a témát. Nem aratott vele sikert, a fizika nem tudta hasznosítani az erőfeszítéseit és az eredményeit. Legalább megpróbálta. Mégsem járt úgy, mint Ikárosz. Hazájában megbecsült tudós, a Weizman intézet igazgatója.)

11. A szimmetria szerepe a keleti és a nyugati kultúrákban

Darvas, G. (1996) Dichotomies and trichotomies in the eastern and western cultures, pp. 91-99, In: Ogawa, T., Miura, K., Masunari, T., and Nagy, D., eds, *Katachi U Symmetry*, Tokyo: Springer-Verlag, 417 p.

Darvas, G., Nagy, D. (1994) Wasan versus western mathematics: Asymmetry of the brain and education, pp. 321-324, In: Ogawa, T., ed., *Katachi U Symmetry, Extended Abstracts*, International Symposium, University of Tsukuba, 21-25 November, 1994, 360 p.

A keleti kultúrákat szokás aszimmetrikusnak, a nyugatiakat szimmetrikusnak, máskor jobbféltekéseknek, illetve balféltekéseknek nevezni. Ezeknek van némi empirikus alapja, de ellenpéldák éppúgy találhatók. Tudományos bizonyítékok híján a legendakörben maradnak. Közismert M. Gell-Mann mondása, miszerint Buddha nyolcas útja vezette rá az elemi részecskék oktatásához, ezen keresztül az SU(3) szimmetria alkalmazásához. A felfedezések heurisztikájának ezen a példáján mutattam meg, hogy a különbségek nem a keleti és nyugati emberek agyműködésében vannak, hanem eltérő kulturális gyökereinkben, amelyek neveletésünkön keresztül befolyásolják gondolkodásunkat. Következtéseimet egy japán konferencián mutattam be. A helyi szervezők - nem véletlenül - egy blokkba tettek Hirohitó császár öccsével. Előadásom a kelet-nyugati hatásokról bizonyos értelemben legitímálta a közvetlen előttem szóló Mikasa herceg mondanivalóját, aki a japán kultúrát ért nyugati hatásokról beszélt. Akkor ennek számukra komoly jelentősége volt, ugyanis Japán akkoriban nyitott a nyugat felé, a hivatalos japán ideológia pedig, amelyet a 90-es évek elejéig a császári család képviselt, évszázadok óta tagadta, hogy a zárt(nak vélt) japán kultúra immanens fejlődését külföldi hatás

befolyásolta volna (bár tudjuk, a kandzsi írást a kínaiaktól vették át). Mikasa herceg, saját kutatásai alapján azt mutatta meg, hogy a japán kultúrában fontos szerepet játszó szimmetrikus elemekből álló családi heraldikában Perzsiából származó ősi motívumok mutathatók ki.

12. Szimmetriatörténeti tanulmányok

- Nagy, D., Darvas, G. (1990) Manifesto on (dis)symmetry: with some preliminary symmetries, *Symmetry: Culture and Science*, 1, 1, 3-26.
- Darvas, G., Nagy, D. (1993) Symmetry as an organising principle in science(s), P3-7, P9, 25, In: Hormigon, M., Ausejo, E., Dhombres, J., eds., *Book of Abstracts - Scientific Sections of the XIXth International Congress of History of Science*, 22-29 August 1993, Zaragoza: ICHS.
- Darvas, G. (1995) Symmetry - A concept and phenomenon linking arts and sciences, p. 5, In: *Einstein meets Magritte, An Interdisciplinary Reflection on Science, Nature, Human Action and Society, Abstracts* (of the International conference to mark the 25th anniversary of the Vrije Universiteit Brussel, June, 1995), 52 p.
- Darvas, G. (1995) ISIS-Symmetry: Looking for truth and beauty, *Symmetry: Culture and Science*, Special issue: Symmetry: Natural and Artificial, 1, 9-17.
- Darvas, G. (1996) Symmetry: A concept and phenomenon linking mathematics and art, p. 63, In: Koptsik, V. A., Riznichenko, G. Yu., eds., *Mezhdunarodnaia konferencia: Matematika i Isskusstvo, Suzdal, 23-27 sentjabria 1996, Tezisü*, Moskva, 1996, 100 p.
- Darvas, G. (1997) Symmetry in mathematics and world view, pp. 319-334, In: Agazzi, E., Darvas, G., eds., *Philosophy of Mathematics Today*, Episteme 22, Dordrecht/Boston/London: Kluwer, xxix + 361 p.
- Darvas, G. (1999) History of symmetry in the sciences and the arts, Introduction, *Symmetry: Culture and Science*, 10, 1-2, 5-6.
- Darvas Gy. (1999) Szimmetria a tudományban és a művészetben, *Magyar Tudomány*, 3, 257-265.
- Darvas, G. (2001, megjelenés alatt) Symmetry: A phenomenon and concept building interdisciplinary connections, In: Kragh, H. ed., *Modern Physics*, Proceedings of the XXI International Congress of History of Science (...), Mexico City: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.

Szimmetriatörténeti munkáim közül kiemelendő a *Philosophy of Mathematics Today* (1997) kötetben megjelent tanulmányom. Ebben az írásomban megmutattam, hogy a matematika és a szimmetria kapcsolata messze túlmegegy azon, hogy a szimmetriát sokáig matematikai fogalomnak tekintették. (Két példa közülük, hogy a két agyfélteke két különböző matematikai gondolkodásmódot valósít meg, bizonyos filozófiai-logikai rendszerek pedig egyik, vagy másik agyféltekénk dominanciájához köthetők - például a nominalista ontológia a bal-, a platonista a jobbfelektékéhez.) Ez a kötet egyébként is legsikeresebb publikációim közé tartozik. E. Agazzival több hasonló témánk volt. Korábban szervezett már szimmetria témájú szemináriumot (Vence, 1970), szerkesztett tanulmánykötetet (*La simmetria*, 1973, amelyben Szabó Á. egy tanulmányát is közölte) és egy redukcionizmusról szóló kötetet (1991), amely a szimmetriasértések törvényeihez kapcsolódó témámhoz áll közel. Ennek a kötetnek az anyagául a Nemzetközi Tudományfilozófiai Akadémia 1993. évi konferenciája szolgált, amelyre együtt válogattuk ki a meghívandókat, akiknek szerkesztett előadászövegeiből ez a kötet összeállt. Más írásaimban a szimmetriának a tudományok és a művészetek kapcsolatában betöltött történeti szerepéről tettem néhány apróbb, újdonságnak tekinthető megállapítást. Ezek módszertanilag annyiban különböznek a szokásos tudománytörténeti munkáktól, hogy nem egy-egy személy, vagy diszciplína, hanem egy több diszciplínára kiterjedő jelenségkör, fogalom történetét vizsgálják. Ezt a szemléletet érvényesítettem az 1997. évi Tudománytörténeti Világkongresszuson, amelyen belül külön szimmetriatörténeti szimpoziумot szerveztem, kizárólag meghívott előadókkal.

13. Humán rendszerek entrópiája

- Darvas, G. (1998) Development patterns in the strategies for S&T development policies - The Eastern European ways, *NATO Advanced Research Workshop, Strategies in the International Scientific Co-operation in South-East Europe*, Sofia.

Darvas, G. (2000) A thermodynamic model to describe integration processes in societal systems, In: Abstracts, 2nd International Conference on Sociocybernetics, Sociocybernetic Designs for Globalization and Sustainability, *Self-organization and Management of Complex Evolving Systems*, Balneario de Panticosa, Spain, June 25th - July 1st, <http://www.unizar.es/sociocybernetics/seeasbst2000.html> .

A modell, amelyet itt alkalmaztam azon alapszik, hogy egy-egy ország egy-egy többfázisú rendszernek tekinthető, amelynek gazdasági, demográfiai, szociális, stb. mutatói között vannak extenzív és intenzív mennyiségek. Az ország határain ezen mennyiségeket egyenként engedhetjük, illetve korlátozhatjuk átáramlani, kiegyenlítődni. Közéltőleg a termodinamika matematikai szabályai szerint írható le az országok közötti izoláció, illetve integráció. Az Európában lejátszódó változások ezáltal modellezhetők.

14. Az interdiszciplinaritás természetének elméleti vizsgálata

Darvas Gy. (1978) Egy topologikus tudományrendszerezési modell körvonalai, *Magyar Filozófiai Szemle*, 3, 337-359.

Darvas Gy. (1979) Néhány gondolat az interdiszciplináris kutatások szervezeti feltételeiről, *Magyar Tudomány*, 12, 937-943.

Darvas, G. (1981) Paradox of interdisciplinarity, In: *Proceedings of the 16th International Congress of the History of Science*, Bucharest: ICHS, pp. 20-23.

Ezek az írásaim a hetvenes években folytatott tudományrendszerezési tanulmányaimból nőttek ki, amelyeket a *MFSZ*-ben 1978-ban megjelent cikkemben összegeztem. Ugyanakkor építettek L. Apostelnek a diszciplínák közötti együttműködés osztályozására vonatkozó eredményeire is. Legjelentősebb ebből a körből az interdiszciplinaritás paradoxonja, amelyben azt fejtem ki, hogy miközben egy diszciplínákon átívelő határterület megküzd elismertetéséért a tudományos közösségben, kialakítja saját intézményeit, és mire eléri célját, diszciplinarizálódik, vagyis megszűnik interdiszciplína lenni. A nyolcvanas évek végétől azután magam is ezt az utat jártam végig a szimmetrológiával. Azok közül, akik 1979-ben az Interdiszciplináris Kutatások Tanulmányozásának nemzetközi szervezetét megalapítottuk, egyedül nekem adatott meg, hogy megélhessem egy interdiszciplináris terület intézményesülését saját közreműködéssel. A többiek vagy az ipari kutatások menedzselésében hasznosították tapasztalataikat, vagy a tudománypolitikában (egyikük az amerikai AAAS tudomány- és politikai programok igazgatója máig is, egy másik Reagan idejében az elnök tudományos főtanácsadója lett).

15. Az interdiszciplinaritás empirikus vizsgálatának módszertana

Darvas, G., Haraszthy, Á. (1980) Interdisciplinary orientation of research teams in six European countries, pp. 34-48, In: Barth, R. T., Steck, R., eds., *Interdisciplinary Research Groups*, U.S.A.: IRGIP, 376 p.

Darvas Gy., Haraszthy Á. (1978) Kutatóegységek interdiszciplináris szervezetségének rendszerszemléletű vizsgálata egy nemzetközi összehasonlító tudomány-szociológiai program alapján, *Tudománytani Szemelvények*, 9, 73-87.

Darvas Gy. (1979) Néhány gondolat az interdiszciplináris kutatások szervezeti feltételeiről, *Magyar Tudomány*, 12, 937-943.

Darvas, G., Haraszthy, Á. (1980) A comparative study of interdisciplinary research areas in Poland and Hungary, pp. 31-40, In: *Management of Research, Development and Education*, Wrocław: Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 229 p.

Darvas, G., Haraszthy, Á. (1980) Some aspects of interdisciplinary organisation of research teams (Systems approach on empirical basis of an international study of sociology of science), *Science of Science*, An International Journal of Studies on Scientific Reasoning and Scientific Enterprise (Ossolineum-Reidel), 1, 1, 93-106.

Darvas, G., Haraszthy, Á. (1980) Some new aspects of interdisciplinary organisation of research teams (Systems approach on empirical basis of an international study of sociology of science), 2nd report, *Science of Science*, An International Journal of Studies on Scientific Reasoning and Scientific Enterprise (Ossolineum-Reidel), 1, 3, 263-267.

- Darvas Gy. (1981) Interdiszciplináris kutatási területek összehasonlító vizsgálata Lengyelországban és Magyarországon, *Tudományszervezési Tájékoztató*, 2, 178-181.
- Darvas Gy. (1982) Interdiszciplináris kutatások vizsgálata, *Tudományszervezési Tájékoztató*, 3-4, 245-249.
- Darvas Gy. (1982) Helyzetkép az interdiszciplináris kutatások szervezeti és irányítási feltételeire vonatkozó vizsgálatokról, *Tudományszervezési Tájékoztató*, 6, 447-460.
- Darvas, G., Haraszthy, A. (1984) The tendency of fields of science to form interdisciplinary relationships, pp. 66-71, In: Epton, S. R., Payne, R. L., Pearson, A. W., eds, *Managing Interdisciplinary Research*, Chichester-New York-Brisbane-Toronto-Singapore: J. Wiley & Sons, 256 p.

Ezekben az írásaimban (nem ez az összes, az alapcikk az elsőként felsorolt) Haraszthy Ágnessel közösen végzett tudományszociológiai vizsgálatokról számolok be. Ő vezette az empirikus felméréseket, az én részem volt a módszertan és az adatok számítógépes feldolgoztatása. Egy UNESCO nemzetközi felmérés adatait használtuk fel másodlagos elemzésre. (Ez a téma nem volt az eredeti projekt része.) A nagy adathalmaz ritka lehetőséget kínált erre. A módszer, amit kidolgoztam, azt mérte, hol mennyire jellemzőek az interdiszciplináris kapcsolatok. A diszciplínák közötti együttműködésnek különböző formáit (teamen belüli, illetve külső; intenzív és extenzív) különböztettem meg, és az adatok struktúrája lehetőséget adott arra, hogy többféle metszetben csoportosítsuk és hasonlítsuk össze a teameket. Ez a módszer, és alkalmazása legidézettebb munkáim közé tartozott.

16. Kelet-Európa tudománypolitikája

- Darvas, G., ed., (1988) *Science and Technology in Eastern Europe*, Longman's Guide to Science and Technology, Harlow, Essex: Longman, xx + 283 p.
- Darvas, G. (1992) Lessons in the institutional system of S+T policy in Europe - with special regard to the Eastern Central-European countries - in the 80's, General aspects of research management systems in the European countries, *IGW-report über Wissenschaft und Technologie in den neuen Bundesländern sowie mittel und osteuropäischen Ländern* (Analysen, Berichte, Kommentare, Dokumente), Erlangen: Institut für Gesellschaft und Wissenschaft, 6. Jahrgang, Heft 3, 83-110.
- Darvas, G. (1994) Odds and slump of science in the political transition process of the early nineties, paper presented at the EASST Conference on Science, Technology and Change: New Theories, Realities, Institutions, August 28-31, 1994, Budapest, p. 62, In: *Abstracts*, 379 p.
- Darvas, G., et al. (1995), Transformation of the science and technological development system in Hungary, pp. 853-976, In: Mayntz, R., Schimank, U., Weingart, P., Hrg., *Transformation mittel- und osteuropäischer Wissenschaftssysteme*, Länderberichte, Opladen, Leske + Budrich, 1182 p.
- Darvas, G. (1998) Identity problems: Basic and applied research, pp. 49-61, In: Mayntz, R., Schimank, U., Weingart, P., eds., *East European Academies in Transition*, Sociology of the Sciences Library, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 163 p.

A Kelet-Európa tudományáról publikált kötetem évekig kézikönyvnek számított. A maga nemében egyedül volt erről a régióról. Önmagában már a felkérés szakmai elismerésnek és megtiszteltetésnek számított. A Longman egy sorozatot jelentetett meg a világ legfontosabb országainak és régióinak tudományáról. Valamennyit a tudománypolitika elismert szakértői írták. Az USA-ról írt kötet szerzője javasolta a kiadónak, hogy ebből a régióból engem bizzanak meg a kötet elkészítésével. A tudományos establishment a rendszerváltáskor valamennyi érintett országban összeomlott és ezzel természetesen a kötet is aktualitását veszítette. Ugyanakkor referenciának és kiinduló alapnak számított a rendszerváltás utáni változások feldolgozásához. Az új kötet megírását elhárítottam, de részt vettem abban a teamben, amely a rendszerváltás eredményeként a kelet-európai tudományos életben bekövetkezett változások tanulságait feldolgozta. Ezeknek a munkáknak az eredményeiből valók a fentebb kiemelt további publikációim. Azért emeltem ki ezeket az írásaimat, mert részben módszertanukban, részben egyes következtetéseikben tartalmaztak újdonságokat.

17. Social Studies of Science tanulmányok.

Ez a terület régen önállósodott a tudományszociológiától, a tudománypolitikai tanulmányoktól, makroszintű kutatómenedzsmenttől. Munkahelyi feladataim révén számos e témakörbe eső rutinmunkában vettem részt. Jó néhány munkámban azonban túlléptem a rutinon. Az alábbiakban néhány olyan tanulmányomat emelem ki, amelyek valamilyen szempontból új megközelítést tartalmaztak, ezért tudományos értéket tulajdonítok nekik.

- Darvas G., Vas-Zoltán P. (1978) Recent trends in national science and technology policies in the European region, *Komunikaty Politechnika Wroclawska*, Nr. 139, 5-12.
- Darvas Gy. (1980) A tudományirányítás mechanizmusáról, *Magyar Tudomány*, 6, 466-475.
- Darvas, G. (1981) Management of government-sponsored R+D activities, paper presented at the Seminar of UN ECE on the *Evaluation of R+D*, Prague, November 1981, 22 p., published by UN ECE.
- Darvas, G., (1983) Introduction, pp. 5-18, In: Darvas, G., ed., *International Scientific Co-operation and Its Effects on Society*, Paris-Budapest: UNESCO and the Institute for Res. Org. of the Hungarian Academy of Sciences, 315 p.
- Darvas, G. (1986) Some conceptual and operational contradictions of S+T policy in the mid-eighties, *Science of Science*, An International Journal of Studies on Scientific Reasoning and Scientific Enterprise (Ossolineum), 2, 151-165.
- Darvas, G. (1986) Science policy vs. technological development policy, paper presented at the *Dutch-Hungarian Science Policy and Sociology of Science Round Table Conference*, Veszprém, 5 p.
- Darvas Gy. (1987) A tudomány és a műszaki fejlesztés a nyolcvanas évek közepén - A politika kihívása, *Magyar Tudomány*, 3, 180-189.
- Darvas Gy. (1988) A tudomány: a társadalmi termelés "haszontalan" ? kölyke, *INFO-Társadalomtudomány*, 4, 41-48.
- Darvas, G. (1989) Interest conflicts in science-state relationship, p. A1/2, In: Krafft, F. and Scriba, Ch. J., eds., *Science and Political Order, Wissenschaft und Staat*, Abstracts of the XVIIIth International Congress of History of Science, August, 1989, Hamburg-München: ICHS.
- Darvas, G. (1990) Strategies for science and technology development in the CMEA member-states in the eighties, *Science of Science*, An International Journal of Studies on Scientific Reasoning and Scientific Enterprise (Ossolineum), 1-2, 43-56.
- Darvas, G. (1997) The political and economic context of research evaluation in Eastern Europe, pp. 18-27, In: Frankel, M. S., Cave, J. (AAAS Washington, D.C.), eds., *Evaluating Science and Scientists: An East-West Dialogue on Research Evaluation in Post-Communist Europe*, Budapest: Central European University Press, x + 226 p

Az e témákban született írásaim közül a legeredetibb gondolatokat és elemzéseket tartalmazóknak az 1986 és 1990 közötti időszakban megjelent tanulmányaimat tartom. Ezekben a korábban a szakirodalomban megszokottól eltérően közelítettem meg a tudománypolitika elméleti és aktuális problémáit. (Legjellemzőbben a *Science of Science* 1986, a *MT* 1987 és az *INFO-Társadalomtudomány* 1998 tanulmányaimban.) A publikációim közül itt kiemelt írásaim mindegyike tartalmazott azonban valamilyen újdonságot. E témakörben Európában abban az időben tekintélynek számítottam. Ezek alapján választottak - Láng István akkori MTA főtitkár úr javaslatára - 1990-ben a Third World Academy professzorának (a harmadik világ tudománypolitikusainak képzésében vehettem volna részt, ha a rendszerváltás miatt nem vesztette volna aktualitását), és képviseltem Magyarországot az UNESCO 1987. évi közgyűlésén a tudomány szekcióban.

18. Néhány újdonságnak számító eredményemet **Symmetry** monográfiámban publikáltam elsőként. Ezek ismertetése téziseimben található.

Darvas, G. (2007) *Symmetry*, Basel: Birkhauser, 515 p.

Jegyzetek

¹ PUBLIKÁCIÓIM

(1) Monográfiák

Négy monográfiának vagyok szerzője, illetve társszerzője; a *Tudomány- és Műszaki Politika Magyarországon*-nak viszonylag kisebb részben, a *Fejlett és Közepesen Fejlett Országok Tudomány- és Műszaki Politikájá*-nak negyedrészen. A *Science and Technology in Eastern Europe* c. - egykor kézikönyvként szolgált - kötetnek kb. a hatvan százalékát írtam, a fennmaradó részt általam megadott részletes módszertan és adatstruktúra alapján az általam felkért szerzőtársak. Ezért szerepelek a köteten szerkesztőként.

A *Symmetry* c. monográfia több év munkájának az összefoglalása. Súlyában messze többet nyom a latban, mint korábbi köteteim. Egyes fejezetei folyóiratokban külön is publikálhatóak lettek volna, de így, egy kötetben szerettem volna megjelentetni.

(2) Hol publikáltam?

Olyan közegben éltem és dolgoztam, ahol a könyvben való publikálásnak nagyobb presztízse volt, mint a folyóiratoknak. Lehet, konformizmusra vall, hogy ezeknek az elvárásoknak igyekeztem megfelelni (bár ez nem volt mindig tudatos), amikor írásaim többségét könyvek fejezeteként és kevésbé folyóiratokban jelentettem meg. Ennek hátránya, hogy kevesebb írásom került referált publikációkba, és kevésbé követhetők nyomon a rájuk kapott hivatkozások. Feltehetően tanulmánykötetekben, egyetemi kiadványokban a megtaláltak többszörösét is kitehetik az írásaimra való hivatkozások.

Ennek azonban az általam művelt társadalomtudományokban korábban nem volt jelentősége. (Számomra sem volt sokáig szempont, hogy olyan helyen közöljem írásaimat, ahol több hivatkozást kaphatok rájuk.) Nem tartom ildomosnak, hogy kutatók évtizedekkel korábbra visszanyúló munkásságát ma más elvárások szerint ítélik meg, mint amelyek közegükben akkor elfogadottak voltak; ráadásul bibliometriai mutatók még azokban a diszciplínákban sem alkalmasak különböző területen működő kutatók teljesítményének összehasonlítására, ahol ezek a követelmények egyébként évtizedek óta elfogadottak. Újonnan formálódó diszciplína esetében pedig irrelevánsnak tűnik abszolutizálásuk.

Figyelembe veendő az is, hogy manapság az igazi tudományos viták internetes fórumokra terelődtek a sok hónapos késéssel megjelenő nyomtatott folyóiratok helyett, és ezzel az egymás nézeteire való reagálás, hivatkozás átterelődött erre a gyorsreagálású (már nem is annyira virtuális) médiumra. Az én szakterületemen legalábbis ez a helyzet (ami nagy kihívás egyrészt a nyomtatott folyóiratoknak - amelyek tévesztésének, mint Gutenberg hívő, én sem örülnék -, másrészt a scientometria jelenlegi gyakorlatának).

Készülő kézirataimat vagy odaadtam azoknak a konferencia kiadványoknak, ahol előadást tartottam róluk, vagy könyv számára gyűjtöttem. Nem állíthatom, hogy tudatosan figyelembe vettem volna, hogy egy későbbi minősítés szempontjai szerint válasszam meg hol publikálok. Akkor úgy gondoltam, hogy inkább tartalmuk, mint a megjelenés helye számít.

(3) Folyóiratok "rangja"

Mindig határterületen dolgoztam, nehéz lenne megmondani, mi "az adott szakma rangos folyóirata". Különösen igaz ez szimmetrológiai munkásságomra. Valójában ennek a szakmának korábban egyáltalán nem volt saját folyóirata. Amelyik azzá vált annak alapítója és szerkesztője vagyok. Szerkesztői politikámmal nem tartottam összeegyeztethetőnek, hogy az általam szerkesztett lapot saját cikkeimmel tömjem tele, hiszen így is számos kiváló szerző, még kiválóbb cikkének közlésétől kell terjedelmi okokból eltekintennem. A lap 1990-es indulása óta öt érdemleges tanulmányt közöltem saját lapomban, néhány apróbb írás mellett. Néhány ismertetésem, előszavam is tartalmazott azonban önálló gondolatokat.

A szimmetrológiának más "rangos" vagy akár "nem rangos" szakmai folyóirata nincs. Munkatársaimmal óriási erőfeszítéseket teszünk annak érdekében, hogy a *Symmetry* referált folyóirattá váljon. Igaz ugyan, hogy - matematikai témának tekintve - a *Mathematical Review* (USA) és a *Zentralblatt für Mathematik* (Európa) rendszeresen referálja a cikkeit, de a SCI-be való bekerülésének feltétele, hogy rendszeresen határidőre megjelenjen. Sajnos korábbi szerkesztőtársamat azért volt kénytelen a nemzetközi társaság vezetősége 2000-ben leváltani a lap éléről, mert - egészségi állapotával összefüggésben - mentálisan nem volt képes a folyóiratot rendszeresen időben megjelentetni. Jórészt emiatt (részben pedig az egyenlőtlen tehervállalás miatt) már 1997-ben lemondtam társszerkesztőségemről. (Ezt követően a másik szerkesztő négy évig egyetlen számot sem tudott megjelentetni.) Amikor 2001-ben újra felkértek a szerkesztésre, munkatársaimmal hozzáfogtunk a lemaradás behozásához, évente két évfolyamot jelentettünk meg visszamenőleg, és ha semmi váratlan akadály nem jön közbe, akkor a közeljövőben sikerül utolérni magunkat. Ezzel elhárul az utolsó akadály, hogy a folyóirat bekerüljön az SCI által referált körbe.

(4) Egyebek

- Értékesnek tartom továbbá a konferencia kiadványokban megjelent előadásaimat. Egy nyilvános rendezvényen elhangzó előadás sokszor nagyobb felelősséget jelent, erősebb szakmai kontrollnak van kitéve, mint egy 2 lektor által elbírált folyóiratcikk.
- Említést érdemel még szabadalmam, amelynek műszaki alkalmazhatósága mellett filozófiai következményei is vannak. Sajnos hiába a szabadalom elvi védettsége, ezek publikálását biztonsági okokból vissza kell tartanom a szabadalom értékesítéséig.

(5) Idézettségem

A hivatkozások elemzését terjedelmi okokból itt nem részletezem. Számszerűen nincs szégyenkeznivalóm. Valószínűnek tartom, hogy sokkal több van könyvekben, egyetemi kiadványokban, mint amennyiről tudomással bírok. 17 található a SSCI-ben és kb. ugyanennyi két matematikai referáló folyóiratban, a *Mathematical Review*-ben és a *Zentralblatt für Mathematik*-ban. A rám való hivatkozások felsorolásából azonban nem derül ki, melyek azok, amelyeknek különös súlyuk van, s melyek tekinthetők inkább rutinszerűnek. Pl. *S. Mac Lane*, *T. Ogawa*, *S. Petuhov*, *W. Sieg*, vagy *R. Maynz* hivatkozásai - nem beszélve *H.S.M. Coxeter*nek egy interjúban rám való hivatkozásáról - valószínűleg becseesebbek tíz másíknál.

² PUZZLE-SOLVING VAGY PUZZLE-DESIGNING?

Az idézettségi mutatók, Kuhnt parafrázálva, leginkább a puzzle-solving tudományban alkalmazhatók. Egy korábban megtervezett puzzle száz-kétszáz darabját sorozatban kirakva, össze lehet gyűjteni többszáz idézetet. A szimmetrológia egy új paradigma körül alakul. Most formálódnak puzzle-jai. A puzzle-design tevékenység mérésére nincsenek kalibrált mérőszámok. Jelentősebb eredményeim az utóbbi területén születtek.

³ OKTATÁS, ISMERETTOVÁBBADÁS

Azon kívül, hogy a szimmetriáról tartok interdiszciplináris előadásokat az *ELTE TTK* hallgatóinak – ugyanezt a speciális kurzust párhuzamosan oktatom a moszkvai *Lomonosov Egyetemen* is, egyelőre a Filozófiai kar, jövő tanévtől valamennyi kar hallgatói és doktoranduszai számára.

Ehhez azonban egy megjegyzést is kell fűznöm. 36 éve akadémiai intézetben dolgozom. Végigmentem a kutatói ranglétrán gyakornoktól t.ségédmunkatárson, t.munkatárson át a tudományos főmunkatársi besorolásig. Az intézetben soha nem volt elvárás velem szemben, hogy egyetemi oktatásban is részt vegyek. Akad jónéhány akadémiai kutató, akik anélkül szereztek tudományos címet, hogy egyetemen oktattak volna. Velük szemben előnyöm, hogy mégis oktattam - mindig önszántamból és bármiféle térítés nélkül. Ez magamnak szabott, belső igényből fakadt: egyszerűen fontosnak éreztem. Ugyanakkor intézeti (nem is kizárólag kutatási) feladataim mellett kénytelen voltam ezirányú tevékenységemet korlátok között tartani.

Szimmetria kurzusomat megelőzően tudománypolitikát, makroszintű kutatásszervezést, és ezek nemzetközi összehasonlítását oktattam, ezeken kívül pályafutásom során részt vettem néhány nagyobb lélegzetű oktatási anyag kidolgozásában. Mindegyiknek kezdeményezője, fő kidolgozója és benyújtója voltam.

- (a) 1990. táján, a BME (akadémiai támogatású) K+F Kutatócsoport megbízásából kidolgoztam egy interdiszciplináris K+F Management képzési programot, amelyet a Kutatócsoport megvitatott és elfogadott. A terv Európai Unió támogatással számolt és - ottani évtizedes kapcsolataimra építve - a Manchester Business School R&D Management Unit-tal közösen terveztük benyújtani. A programot az MBS-lal egyeztetjük. Menet közben nem tudtuk, hogy az MBS mással is tárgyalt Budapesten és végül a Közgazdasági Egyetem egyik tanszékével közösen nyújtotta be pályázatát.
- (b) 1992-ben illetve 1993-ban az ELTE TTK Általános Technika Tanszékével (tszv. Szűcs Ervin) és a kar dékánjával (Kiss Ádám) együttműködve egy nagyszabású, 4 szemeszteres képzési programú, angol nyelvű TEMPUS projektet hoztam össze, *Symmetry and similitude* témában. Előző évben egy pilot programom (Symmetrion's B.U.D.A.P.E.S.T. project: Budapest Unit for Developing an Advanced Programme for European Symmetry Training) elnyerte Brüsszel pénzügyi támogatását. Az újabb projektet két egymás utáni évben benyújtottuk, de Brüsszelben mindkétszer „túl interdiszciplináris”-nak találták a programot. Pedig semleges megítélés szerint az a curriculum még jórészt ma is megállná a helyét. Gyengéje, hogy Magyarországon az ilyen ismeretekkel rendelkező végzősökre nem volt felvevőpiac. Európa más részein lett volna. Leendő pedagógusok, bizonyos területek fejlesztő kutatói számára új szemléletet adó másodképzésként biztosan hasznos lett volna, sőt lenne ma is. Mintegy másfél tucat különböző egyetemen dolgozó professzor fogott össze Japántól az Egyesült Államokig, Lengyelországtól Skóciáig az oktatási program megvalósítására, megszerezve hozzá rektoruk támogató aláírását is. Ez a nagyfokú egyetértés egyrészt egy széles konszenzuson alapuló, hosszasan egyeztetett programnak szólt, amelyet minden közreműködő elfogadott és támogatott, másrészt a felvázolt program iránti igénynek, fontossága elismerésének, harmadrészt a témavezető iránti bizalomnak. A program eredeti koncepciója, a tematika fő vonalainak kialakítása és tagolása a saját munkám volt, amelyet azután a közreműködők javaslatai alapján csiszoltunk. A programot 1993 óta többször nem nyújtottuk be, mert kétszeri elutasítás után már több presztízvesztéssel járt volna a sok támogató kedvszegése, mint veszni hagyni az addig befektetett munkát.
- (c) A fenti, 4 szemeszteres programmal párhuzamosan tettünk egy másik kísérletet is. Részben ugyanezzel a partnerkörrel és tematikával pályáztunk egy 2 hetes nyári egyetemre (NATO ASI). Ez posztgraduális képzés lett volna, egy hajón, amely Budapeستől Regensburgig ment volna a Dunán, majd a program Ulmban az egykori Hochschule für Gestaltung épületében fejeződött volna be. A szimmetrológus szakma számos kiválósága térítés nélkül ajánlotta fel közreműködését. A hajón zajlottak volna intenzív kurzusként, napi 3 blokkban az előadások. Ez a pályázat sem nyert, pedig nem a tematika miatt utasították el. A költségvetésen bukott meg, a bírálók nem akarták elhinni, hogy erre a célra szállodai ellátásnál olcsóbb ajánlatot szereztünk egy hajó üzemeltetőjétől, valamint hogy az előadók térítés nélkül vállalták a közreműködést, és Brüsszelben féltek, a projekt drágább lesz a benyújtott ajánlatnál.
- (d) 1993-94-ben – Göncz Árpád és Láng István támogatásával – az UNESCO-val folytattam előrehaladott tárgyalásokat arról, hogy a Symmetrion – egy kisebb Advanced Study Institute-ként – az Unesco finanszírozásában évente néhány fiatal ösztöndíjast fogadjon önálló kutatások végzésére. Felügyeletüket és szakmai irányításukat én láttam volna el. A tárgyalások az UNESCO költségvetésének drasztikus csökkentése miatt maradtak abba. Jelenleg újra folynak.

Ismeretterjesztés

Előadások, népszerűsítő cikkek mellett a Magyar Televízióban az elmúlt tíz évben három műsorösszeállítást vetítettek a szimmetria témaköréből. Az 1989-ben Budapesten társszervezésben megrendezett *Symmetry of Structure* szimpóziumról (I. Szimmetria Kongresszusról) irányítással, az UNESCO díjas Szergej Kapica és stábjára kétrészes műsort készített, amelyet több adásban vetített a Moszkvai Központi TV. Azzal, hogy ezt a műsort megszerveztem és létrejöttét segítettém, olyan hatást gyakoroltam a szakma fejlődésére, amely nélkül ma szegényebb lenne a tudomány. E műsorok nyomán kapcsolódott be a Nemzetközi Szimmetria Társaság munkájába több tucat szovjetunióbeli kutató, aki másképp nem jutott volna hozzá ehhez az információhoz. Például Elisabeth Rapis Taskentből ennek révén jutott ki Izraelbe, ahol Y. Ne'eman (Einstein medal - 1969, a Nk.. Szimmetria Egyesület tiszteleti elnöke) támogatásával azóta több cikket publikált és előadásokat tarthatott a fehérjeszerkezet szimmetriasértéseiről végzett kutatásiról nemzetközi konferenciákon.

1992 és 1999 között működtettem a (most újjáéledő) Szimmetria Kört Budapesten, ahol színvonalas előadások hangzottak el, részben hazai szakemberek (pl. Szabó Árpád, Hargittai István, Lendvai Ernő, Balogh Tibor, Zsolnai József, Gazda István, Garai László, ...) és évente 1-2 külföldi vendég részéről. A Kör hallgatósága többségében minősített kutatókból, oktatókból, illetve művészekből tevődött össze. Ez a fórum túllépett az átlagos ismeretterjesztés szintjén. Mintájára néhány más városban is szerveztek hasonló programokat (Wroclawban, Moszkvában, Tokióban, Tel-Avivban), ezeken Wroclaw kivételével magam is tartottam előadást.

⁴ TANÍTVÁNYOK, DOKTORI KÉPZÉS, ISKOLATEREMTÉS(?)

(1) Szimmetria kurzusairól - közreműködéssel - az évek során négy tanítványom mutatott fel további eredményeket. Ketten (Sebestyén Csaba és Bartos Gábor) egy szoftver megírásával jeleskedtek. Ketten (Pályi Bernadett és Fröhlich Georgina) a 2000. évi szegedi *Szimmetria-Aszimmetria* konferencián is bemutatták munkájukat. Közülük utóbbi (Bérczi Szaniszlóval közös tanítványunk) fizika-csillagász szakos hallgató dolgozata 2003-ban OTDK-n is sikert aratott, majd érdeklődést keltett egy nemzetközi konferencián, sőt előadását angol nyelven publikáltuk. Tipikus interdiszciplináris érdeklődésű hallgató (jelenleg PhD-s), aki szimmetria dolgozatát szakterülete ellenére a zenei művek szerkezetének egy originálisan új ötlete (hangközök távolsága) alapján értelmezett fraktál-számítása alapján készítette, majd elméleti eredményeit számításokkal különböző zenei stílusú művekre alkalmazva meglepően érdekes eredményekre jutott: minden kor zenei stílusához más-más fraktál-dimenziót tudott rendelni, amely az adott stílusban törvényszerűen érvényesül. A 2003. évi *Szimmetria Fesztivál* nyitó fogadásán külön bemutattam a résztvevőknek, szolgáljon például arra, hogy tanítványaik közül a legtehetségebbeket hozzák magukkal.

(2) Doktorandusom kettő volt. *Vereczkei Katalin*, aki akkoriban, a 80-as években a BME Politikai Gazdaságtan Tanszéken dolgozott, egyetemi doktori disszertációját írta témavezetéssel. *Toshino Iguchi*, a Tsukuba Egyetem hallgatója volt, aki 1994-ben egy évet töltött részben a Symmetrionban, részben az MTA Művészettörténeti Kutató Intézetében. Utóbbi PhD témája a művészeti képzésben először a Bauhausban megvalósított szimmetria oktatás volt; ehhez tanulmányozta a Bauhaus magyar oktatóinak munkásságát.

1996-ban japán vendégkutatói ösztöndíjam idején szemináriumot tartottam a Tsukuba Egyetem Alkalmazott Fizika Intézete post.grad. hallgatóinak. Idehaza doktori iskola oktató munkájában, ha részt vennék azon a tanszéken és hasonló témával tehetném, amelyet undergraduate hallgatóknak oktatok. A doktori képzés ebben a formában egyelőre kimaradt az életemből, viszont más formában teljesítettem ilyen irányú kötelezettségeimet a tudománnyal szemben:

(3) Az iskolateremtés értékét az adja, hogy az adott személy munkássága, szakmai eredményei kihassanak a tudományos közösség többi tagjaira, legyenek követői, akik eredményeit továbbviszik.

A hetvenes években az MTA számára egyik első tudományszociológiai feladatomból – Szalai Sándor szakmai irányításával - egy, a hazai tudományos iskolákról készített felmérés volt. Ennek során felkerestem néhány olyan korabeli egyéniséget, akik legendás iskolateremtőnek számítottak. Egymástól függetlenül mind tagadták. Meglepő módon ezzel egybehangzóan nyilatkoztak tanítványaik is. Viszont mégis sokat tanultam e beszélgetésekben tőlük, többek között, hogy mitől tekintenek valamit tudományos iskolának.

Az MTA-nak több mint két és félezer doktora és tagja van. Az országban tizedennyi tényleges tudományos iskola sincs. Az említett körből sokan nem vesznek részt doktori képzésben, sőt az oktatás sem jelenti automatikusan, hogy valaki iskolát teremt. Legfeljebb hallgatói vannak. Ezzel szemben vannak, akiknek a tudományos tevékenysége nemzetközi szinten a kutatói közösség szélesebb köreire gyakorolt meghatározó hatást.

A szakmai kihatás, a továbbadás követelményének nem egyedül az oktatás tesz eleget. Az iskolateremtés részben szakmai, részben szervezői feladat. Szakmai feltétele, hogy legyen az illetőnek továbbadásra érdemes eredménye, ismerete. Ezek meglétét részemről bizonyítottam. Szervező feladat, hogy megteremtse maga körül a feltételeit, hogy a tudását, az eredményeit továbbadhassa. Bizonyos szinten ennek a feltételnek is megfelelek. Nem pontosan abban a leszűkített értelemben, amely szerint

elsősorban csak reguláris oktatásban adtam volna tovább, ami továbbadható. Komoly személyes részem van abban, hogy a szimmetrológia diszciplínává vált, lett (a) szakmai egyesülete, (b) szakmai közléte, (c) szakmai fórumai – előszóban és írásban –, (d) folyóirata, (e) honlapja, (f) szakkönyvtára, (g) oktatása, (h) szakmai alapmonográfiája (tankönyve), (i) saját paradigmája, (j) fogalomrendszere, (k) törvényei, (l) tisztázott viszonya más diszciplínákhoz, és legfőként: (m) van egy közösség, amely ezeket a magáénak vallja. Ennek egyes elemeiben sokan működtek közre, abban talán én vagyok az egyetlen, aki a felsoroltak mindegyikének létrehozásában aktív közreműködő és kezdeményező volt. Saját megítélésem, és mindazoké szerint, akik biztattak az MTA doktori cím megpályázására, mindez együtt van akkora hatással, a tudományos közösség tagjaira, és remélhetően kellően maradandó lesz ahhoz, hogy a mérlegelésnél kompenzálja egy doktori iskola hiányát.

- (4) A Nemzetközi Szimmetria Egyesület tagjainak összehozása klasszikus értelemben nem nevezhető iskolateremtő tevékenységnek; ebben az értelemben nem is lenne igaz, hiszen nem tőlem tanulták a szakmát. De abban nem kis részem (katalizáló szerepem) van, hogy egymásra találtunk, szakmai közösséggé szerveződöttünk, talán tanultak is tőlem, és sokan, akik korábban marginálisan foglalkoztak a szimmetria egy-egy részjelenségével, ebben a szakmában találták meg igazi szakterületüket, bontakoztatják ki tudásuk legjavát. Az egykori Szimmetria Társaságban a régi „nagy öregek” voltak többségben. Az új Nemzetközi Szimmetria Egyesület életre hívásakor, a vezetői posztokra jelöltek kiválasztásánál szisztematikusan törekedtem arra, hogy mellettük fiatalabbak is kerüljenek a kormánykerék köré. A folyóirat szerkesztésébe többeket bevontam, és szakmai irányításommal készítem elő, hogy egyiküknek néhány éven belül - ha beválik erre a feladatra - a szerkesztést átadhassam. Öt éve elhunyt kollégám és személyes jó barátom A. Loeb (Harvard) egyik utolsó doktorandusz tanítványa (R. Riemer) a legígéretesebb jelölt. A másik M. Petitjean, a CNRS párizsi ITODYS intézetének kémiai kiralitással foglalkozó munkatársa. A szimmetrológia szakmai utánpótlásának biztosítását tevékenységem részének érzem.

Szimmetrológiai kérdésekben gyakran kérik tanácsom, véleményem. Nagyjából ilyen volt a szerepem például az *Entropy* c. folyóirat tanácsadó bizottságában is. (Érdekességként említhető, hogy amikor magam helyett erre a szerepre többször javasoltam, hogy I. Prigogine-t kérjék – akivel annak négy évvel ezelőtti haláláig leveleztem – őt ugyanez a kör nem fogadta el.) Az utóbbi néhány évben az interneten folyó *FIS* (Foundations of Information Science) igen aktív vitában (napi több hozzászólás) például a vita résztvevői rendszeresen beleütköznek az entrópia-szimmetria, rendezettség-szimmetria problémakörbe (nem véletlenül, v.ö. a *TripleC*-ben megjelent cikkemmel), és többnyire perdöntőnek fogadják el a véleményem. Ők sem tanítványaim. Peer-ek, akiknek segíteni tudok és talán valamennyire befolyásolni a vita irányát. A Nemzetközi Szimmetria Egyesületen belül több tematikus diszkussziós csoportot segítettem megalakulni. Egyikben sem vállaltam aktív szervező szerepet, de létrejöttüket kezdeményeztem, és amennyire tudom, támogatom. A szimmetria témaköréhez kapcsolódó kiállításszervezői munkámmal geometrikus művészek különböző csoportjait hoztam össze. Gyakran jövünk össze és beszélünk meg olyan elméleti kérdéseket, amelyekből kölcsönösen tanulunk egymástól és profitálunk munkánkban. Farkas Tamás művészi munkásságának irányát jelentős mértékben befolyásolták rendszeres konzultációink, nem egy munkáját inspiráltam, sőt közös munkánk is született. Komoly kapcsolatom van konstruktivista művészek nemzetközi csoportjával és a MADI művészcsoporttal, ahol szimmetria kérdésekben hallgatnak a véleményemre.

- (5) Jelenleg dolgozom egy design oktatás és a szimmetria kapcsolatát kidolgozó oktatási programelőkészítő projekt szervezésén, amelyben magyar, svéd, portugál, amerikai, orosz, sőt sváziföldi design professzorok és doktoranduszok vesznek részt.
- (6) Társzervezője, illetve szervezője, majd társelnöke, elnöke voltam egy sor nagyszabású (több száz fős) nemzetközi konferenciának, amelyek vonzerőt, közösség- és szakmaformáló erőt jelentettek a szimmetrológusok számára. Korábban több tudományszervezési, tudományszociológiai konferenciát szerveztem, majd 1989-ben, 1992-ben, 1994-ben, 1995-ben, 1998-ban, 2003-ban és 2006-ban egy-egy nagyobb létszámú szimmetria tárgyú nemzetközi rendezvényt. Ezek mind az ismeretátadás magas színvonalú fórumai is voltak, hiszen a szimmetrológia leendő oktatói gyűjtöttek muníciót egymástól. Közben konferenciával összekapcsolt tudományos-művészeti tárgyú kiállításokat (1989, 1993, 1999, 2003, 2006) rendeztem, amelyek közül legjelentősebb az UNESCO-ICSU Tudomány Világkonferenciájához kapcsolódó kiállítássorozat volt.

Az általam szervezett rendezvényekről rendre beszámolt a *Neue Zürcher Zeitung*. H.S.M. Coxeter, az elmúlt század legnagyobb géométer egyénisége, a halála előtt vele készült utolsó interjú (*Toronto Life*, 2003. január) befejező részében rólam beszélt.

⁵ TUDOMÁNYÁGI HOVATARTOZÁS

Lehet vitatni, hogy - közreműködéssel - valóban egy új diszciplína született, vagy egy új paradigma uralkodóvá válásáról beszélhetünk. Egyes szaktudományokban tisztább a kép. A kristálytanban, annak kezdeteitől fogva, a fizikában mintegy fél évszázada elfogadottnak tekinthető, hogy a szimmetriaelvekre épülő paradigma vált uralkodóvá. Egyes más tudományágak jó úton vannak efelé. A szimmetrológia, mint olyan, ezek átfedésével született; közös részük, metszetük. A közös paradigma közös törvényszerűségeket, egymástól átvett módszereket jelent. Ezekre szakosodó kutatói vannak, a maguk által formált intézményrendszerrel. Ehhez való hozzájárulásom mértéke szolgálhat egyik megítélési alapul szakmai habitusom minősítésénél.

Tanítványok helyett inkább peerek értékes közössége vesz körül, akik között tekintélyt, meghatározó szerepet vívtam ki magamnak. Nem az én dolgom, az érintettek feladata elmondani, mivel érdemeltem ki bizalmukat. Ezt a szakmateremtő hatást értékesebb hozzájárulásnak érzem a tudomány továbbfejlődéséhez, mintha pl. egy helyi iskolát hívtam volna életre, egy hagyományos diszciplínában. Legalábbis kihatása a tudományos közösségre, és a szakma további fejlődésére sokkal tágabb, függetlenül attól, hogy ezt a szakmát hogyan nevezik.
