

Egy ország tanára

Az eddigiekben, mivel Önök fizikusok, főként Németh László természettudomány-oktatási munkájáról beszéltem. Az ő célja azonban nemcsak a természettudományos műveltség terjesztése volt, hanem általában a magyar társadalom műveltségének a fejlesztése. Közel ezer tanulmánya van. Magyar irodalmiak Csokonaitól Madáchon, Keményen és a Nyugat-nemzedéken át szinte valamennyi kortárs íróig. A jelentősebb külföldiek közül is sokat bemutat, a görögöktől kezdve az akkor még nem nagyon ismert modernekig, többek közt Pirandellót, Borgest (1930-ban!), Werfelt, Claudelt, Martin du Gard-t, Joyce-ot. Az *Európai utas* címmel összegyűjtött tanulmánykötetében (750 oldal) csak külföldi írók, tudósok munkáit ismerteti. Ezek nagy részét még 1944 előtt írta, és a cél az, ami a *Tanúban* is: megismertetni az érdeklődőket azzal, mi volt és akkor mi az érdekes, figyelemre méltó Európában. Tanítani az ország értelmes lakosságát. Számos híres történelmi személyről is írt ismertetést (előszeretettel foglalkozott erdélyiekkel), írt a világban folyó társadalmi és politikai problémákról (például Sztálinnak *A leninizmus kérdéseiről* című munkájáról tanulmányt közölt 1934-ben, mert úgy gondolta, hogy a könyvből meg lehet tudni, mi történik Oroszországban; emiatt 1945 után komolyan támadták). Egy 1970-ben megjelent, diákoknak szánt rövid munkájában leírja, hogyan lett kritikus: „...nem azt gondoltam, hogy majd én kritikával feltűnök és elérkelek valamit... hanem azzal a tudattal, hogy én itt valamiről lemondok, ami fontos, azért, hogy a tehetségeknek, akik az országban lappanganak, hasznukra válhassak”. Színkritikákat is írt néhány évig. A *Sorskérdések* című, közel 1000 oldalas tanulmánykötetében arról ír, amit a cím mutat: a magyarság legfőbb problémáiról a huszadik század első felében (a cikkek 1930 és 1944 között születtek). A reformtól a vallásokig, a nemzeti radikalizmustól a nép Eötvös-kollégiumáig, nemzeti hibáinktól a magyar vidékig, a magyar építészettől a fák iránti felelősségig, a kritika feladatáig. Ö mindenről szó van ezekben a tanulmányokban, amelyekben a társadalmat, vagy legalábbis az értelmiséget akarja rádobbeníteni a problémákra és a javítás lehetőségére. Vannak e kötetben nagyobb lélegzetű művek is, mint a 100 oldalas, 1935-ben írt *Magyarság és Európa*. Ebben meghatározza Európa négy korszakát (görögség kora, Római Birodalom, kereszténység és feudalizmus és végül a mi korunk), majd ezt a negyedik kort elemzi. Többek közt arról is ír, hogy mi vezetett a nagy válsághoz (1929–1933), hogyan akar és tud ebből kijönni Európa, és hogyan kellene ehhez csatlakozni a magyarságnak. Ismerős probléma?

Németh László számára az a rövid időszak, amikor természettudományokkal foglalkozott s nem az ország sorsával, az azon való javítás lehetőségeivel és az értelmiség feladatával, rövid pihenő volt a sok súlyos gond között. Örülhetünk, hogy a mi életünk elsősorban ilyen kellemes feladatra koncentráldhat. Azzal, hogy jól adjuk tovább ismereteinket az ifjúságnak, töltjük be jól a szerepünket.

Végül engedjék meg, hogy egy verset idézzek, amelyet Illyés Gyula 70. születésnapjára küldött édesapám, és az Illyés-hagyatékban maradt meg:

Szerettem az igazságot

Szerettem az igazságot,
Az igazságot, mely éget, perzsel,
S arról jön, honnét a vad szeleknek
Tisztító szele fellobog.
Szerettem a nyugtalanság
Tisztító lángját, melyben az ember
Őseihez visszatér.
Nem bírom a tehetetlen
Füstölő gőzt, mely lekonyul,
S ott, ahol égetni kellene,
Hazugul a föld felé borul.

Befejezésül még egy Németh László-idézetet hangsúlyoznék. Érdekes figyelembe venni! „A tudomány az emberi kultúra alapja. Nagy bajt okozhat, ha tisztelete elhalványul. Az a kultúra, amelyik elveszti érdeklődését a természettudomány és a művészet iránt, halálra ítéli önmagát.”

Simonyi Károly-díj, 2009

Charles Simonyi édesapja emlékére alapította ezt a díjat, amelyet minden évben egy-egy fizikus és mérnök vehet át. 2009-ben Tél Tamás, az ELTE elméletfizika-professzora („a nemegyensúlyi jelenségek elméleti vizsgálatában elért kiemelkedő tudományos eredményeiért, valamint a Kármán Környezeti Áramlások Laboratórium létrehozásáért és iskolateremtő áramlástanai kutatásaiért”) és Gergely György, az MTA MFA emeritus professzora („a felületfizikában, annak kísérleti metodikáiban nemzetközi szabványként is elismert, iskolaalapító eredményeiért, valamint – Simonyi Károly ma is aktív doktoranduszaként – életművéért”) kapta az elismerést.

Tél Tamás



– 1982-ben jelent meg az első magyar nyelvű könyv a káoszelmületről, amelyet Szépfalusi Péterrel közösen szerkesztettek, és két tanulmány szerzőjeként is szerepel benne. Miért tűnt érdekesnek ez a tudományterület rögtön a kezdetekkor?

– Akkortájt szinte minden évben rendeztünk téli vagy nyári iskolát éppen aktuális kérdésekről. Ezek Szépfalusi Péter nevéhez köthetők, mert ő vezette a statisztikus fizikai kutatásokat az egyetemen. Szerepeltek a programban a véletlen folyamatok, a mintázatképződés, a fázisátalakulásokkal kapcsolatos jelenségek, és 82-ben került sor a káoszra. Ezek a kérdések egyforma fontosságúnak tündek, de a káosz mégis nagyobb hatással lett a magyar kutatásra, mert még a nálam fiatalabb kollégáim is, akik akkoriban végeztek, úgy érezték, hogy ennek a vizsgálatába érdemes bekapcsolódni. Ez nemzetközileg is nagyon korai rendezvény volt, ami Magyarországot jó helyzetbe hozta. A többiek azóta nálam sokkal messzebbre kerültek a káosztól, de ez a téma nekem annyira sokszínűnek és vonzóan tűnt, hogy én ott lehorgonyoztam. Azért nekem is voltak változtatásaim: Azt például már korán éreztem, hogy a könyvünk túl bonyolult a tanároknak, sőt, talán még a fizikushallgatóknak is, ezért úgy gondoltam, érdemes lenne bevezető jellegű tankönyvet írni a káosz témakörében. Ez 2002-ben készült el, húsz év kellett hozzá. Szerencsére nagyszerű partnert találtam egy fiatal tanárkollégámban, Gruiz Mártonban.

A káosz nagyon széles terület, és az emberek sokszor nem is pontosan értik, hogy mire jó, és mire nem jó. Mi találtunk egy külön irányt. A káoszhoz kapcsolódóan a hidrodinamikával, s azon belül sodródással, – ma már úgy kellene mondani – a szennyezések terjedésével kezdtünk el foglalkozni. Talán meglepő, de a szennye-

ző részecskék mozgása általában kaotikus. Eleinte csak csodálattal néztem egy kollégám munkáját Jülichben, és egy évvel később, amikor idejött, örömmel vettem részt ebben a kutatásban. Azt találtam különösen vonzónak, hogy ez a probléma egészen hétköznapi dolgokkal is kapcsolatos. Tudjuk, hogy egy henger mögött örvények alakulnak ki a folyadékban, mi pedig azt kérdeztük, hogyan terítik szét az örvények a folyadékba kerülő festékszemszcséket. Még „kísérletet” is végeztünk: kajákat béreltünk, és felevezünk vele Szentendrre. Az evezősök tudják, hogy Szentendre dunai strandjánál, ott, ahol a város kezdődik, van egy kanyarív, amit egy félsziget alkot a Duna jobb partján. Az evezős térképen nyíl jelzi, hogy érdemes előtte átevezni a túloldadra. Ez okos tanács, mert ha az ember Szentendre városi oldalán halad felfelé, akkor az erős sodrás úgyis átveti a túloldadra. Mi evezés nélkül hagytuk, hogy a víz bedobja a csónakot a Duna közepébe. Az a földnyelv lényegében olyan, mint egy fél henger, és mögötte is ugyanolyan örvényeknek kellett keletkezniük, mint a henger mögött. Nagy élvezettel láttuk, hogy még a hosszú csónakunkat is keményen tolja a víz jobbra-balra, tehát nemcsak sodor, hanem forgat is. A hidrodinamika egyenleteiből pontosan ugyanezt olvashatjuk ki, de így sokkal jobban átértük a jelenséget, és új gondolataink is születtek a kutatásokhoz.

– Ezért alapította meg aztán a Kármán-laboratóriumot?

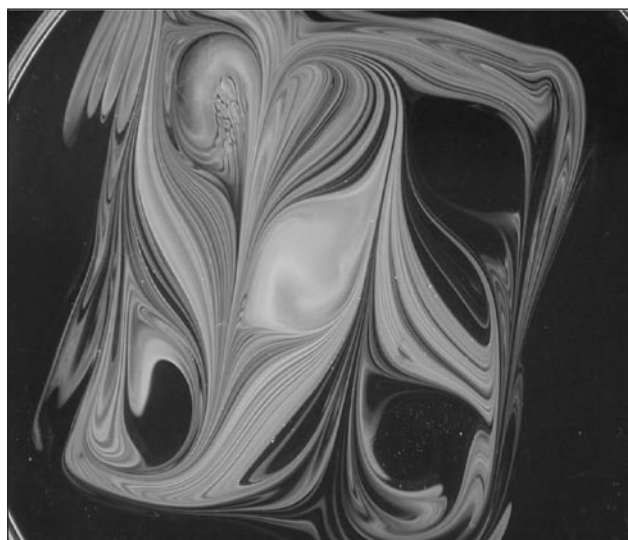
– Nem, de örömmel vettem észre, hogy a két dolog nem is esik egymástól

nagyon messze. A labornak az a története, hogy 1986-ban egy fiatal kollégám, Szabó Gábor Cambridge-be ment egy nyári iskolára, amelyet „Geofizikai folyadékdinamika” címmel hirdettek meg. Nagyon kacifántosan hangzik, ez a kifejezés ma a környezeti áramlások vizsgálatát jelenti. Amikor Gábor hazajött, azt mondta: „Tamás, a cambridge-i Elméleti Fizikai Tanszéken, melyen Newton is dolgozott, a pincében van egy hidrodinamikai laboratórium. Mi is Elméleti Fizikai Tanszéken vagyunk, miért ne csinálhatnánk mi is ilyen laboratóriumot?” Azt válaszoltam Gábornak, hogy ez képtelenség. A Puskin utcában szorongtunk egy kicsi helyen, természetesen nekünk nem volt laboratóriumunk, és akiknek volt, azok sem fértek el. A gondolat azonban annyira vonzónak tűnt, hogy elkezdtünk „utána tanulni”. Nagyon furcsa dolog olyanról tanulni, amit az ember a laborban tud a leginkább megérteni. Kicsit sötétben tapogatóztunk, de éppen akkorra „lettünk készen”, amikor már közeledett, hogy átköltözzünk ide, a lágymányosi tömbbe. 1988 elején előálltunk a tanszékcsoport vezetésénél azzal a gondolattal, hogy az oktatásban is hasznos lenne az új irány, amelyben nem a hagyományos hidrodinamika szerepel, hanem az áramlástannak számos, környezettel kapcsolatos vonatkozása. Mióta fizikai kutatások folynak az országban, senki sem foglalkozott ilyen jellegű áramlástannal, ezért azt mondták, hogy a gondolat jó, de fogalmuk sincs, lesz-e hely a laborra. Miután átköltöztünk, sikerült két kisebb méretű szobát megkapnunk. Először két diákkörös meteorológushallgatót tudtunk bevonni, és Jánosi Imre kollégámmal dolgoztunk, ő volt akkor itthon. Azt mindenképpen szeretném elmondani, hogy négyen terjesztettük be a javaslatot: Szabó Gáboron kívül Horváth Viktor, Jánosi Imre és én. Ha néha elhangzik, hogy részem volt a labor megalakításában, elismerem, de csak azzal együtt, hogy négyünk munkája fekszik benne.

– A laborban elméleti és kísérleti munkát is végeznek?

– Főleg kísérletit: itt néhány méteres vagy még annál is kisebb léptékben

tudunk ciklont, frontot és hasonló jelenségeket kicsinyítve bemutatni, amelyek több száz vagy ezer kilométeres méretben jelennek meg a valóságban. Már annak is érdekes utánagondolni, hogy hűek-e a kísérleti modelljeink. Az emberiségnek szerencséje van, mert néhány méteres kiterjedésben és vízzel is nagyszerűen modellezhetők légköri történések. A kísérlet pedig sokszor ma is hatékonyabb eszköz egy jelenség vagy egyes vonásainak megértéséhez, mint a szimulálás, mert még a jó szimulálás is óhatatlanul elhanyagol részleteket, és sokszor ezek a legfontosabbak egy-egy jelen-



Festék keveredése folyadékban. A Kármán-laboratórium felvétele

ségben. Az lenne a legszebb, ha az elmélettel párhuzamosan haladnánk. Ezt csak néhány esetben sikerült eddig elérnünk, de számomra az is belső békét jelentő megfigyelés, hogy a kaotikus sodródás szinte mindig megjelenik a laborban. A vízbe ugyanis festékeket juttatunk be, hogy vizualizáljuk az áramlást. A labor beindulása utáni hetekben szó szerint színes tintákról álmodtam. Úgyhogy lépten-nyomon találkozunk azzal a bonyolult képpel, amelyet a kilencvenes években elkezdtünk vizsgálni – akkor még csak elméleti szempontból –, és a labor most már a tizedik évében jár.

Szeretném megemlíteni, hogy a labor fő szellemi irányítója ma már Jánosi Imre kollégám. Mindig szívesen megyek oda én is, és az időm egy részét valóban kísérletezéssel vagy kísérletben való részvétellel töltöm, ami nagy fordulat egy elméleti fizikus életében. Ezért hálás vagyok a sorsnak.

– Változott az idők folyamán az a tudományos környezet, amelybe a kaózkutatások kezdetben ágyazódtak?

– Ahhoz képest, hogy a 80-as években a kaószelméletnek nagy divatja volt, és az egyik legismertebb népszerűsítő munka, Gleick Kaósz-könyve azt sugallta, hogy a kaózkutatás olyan fontos fordulat a fizikában, mint a relativitáselmélet vagy a kvantummechanika, ma már mérsékeltabb a kaósz fontosságának a megítélése. Ez nem azt jelenti, hogy a kaósz nem fontos, hanem azt, hogy más. A kaószelmélet nem új természeti törvényeken alapul, mert semmilyen korábbi egyenletet nem módosít. Az eredeti törvényeket változtatlanul hagyja, a jelenségek szemléletében azonban áttörést hoz, hiszen egészen újfajta mozgásformát ír le. Mostanában az alkalmazások felé tolódtak el a kutatások. Abból már nehéz cikket írni, hogy mi a kaósz, az önmagában nem is kutatási irány, de hogy az egyes természettudományokban mi a kaósz szerepe, az igenis az.

Húsz évig mindenki abban a hitben élt, hogy a kaószon keresztül jobban megértjük a turbulenciát. Emlékszem, ezt a várakozást visszafogottan vettem tudomásul. Most már világosan látjuk, hogy a turbulencia szempontjából a kaósz nem hozott semmilyen értelemben áttörést, mert a kaósz igazából az időbeli rendezetlenséggel kapcsolatos jelenségkör, a turbulencia pedig térben is rendezetlen. Így csak azt mondhatjuk, hogy analógiákat lehet fölfedezni, és azok persze hasznosak, de nem hoztak igazán nagy változást.

– Ma már a térre is kiterjesztik a kaósz fogalmát.

– Igen, annak az a szakneve, hogy térbeli és időbeli kaósz. Fontos lehet például a biológiában, a kémiában és mindenhol, ahol van egy térbeli mintázat, amely változik az időben. Ilyenkor előfordulhat, hogy a mintázat ismétlődik, de az idő, mely után visszatér, az

mindig más: vannak káoszra és nem káoszra jellemző vonásai.

– *A Magyar Tudományban megjelent egy írásuk „Rendezetlenség, komplexitás és káosz: mindennapos fogalmak a modern statisztikus fizikában” címmel. Rendet teremtené néhány mondatban ezek között a fogalmak között?*

– A rendezetlenség elsősorban térbeli rendezetlenséget és ezzel kapcsolatos véletlenszerű viselkedést jelent a fizikában. A káosz időbeli rendezetlenség, időbeli véletlen viselkedés. A komplexitás a bonyolultság fokmérője. Sokáig azt mondták, hogy komplexitáson olyasmit kell értenünk, mint egy kaotikus rendszer viselkedése, mert már az is sokkal bonyolultabb, mint a periodikus mozgás vagy a nem kaotikus viselkedés. Valóban, egy kaotikus rendszer vizsgálatát szinte nem lehet abbahagyni, mert mindig új és új arculatát mutatja. Ma viszont van egy elég jelentős kutatási irány, amelynek a célja a biológiai és a társadalmi komplexitás megértése. Ennek a művelői lassan kétségbe vonják, hogy a káosz komplex, mert az ő számukra a komplexitás ott kezdődik, ahol a rendszer nagyon erősen visszahat önmagára, és netán tanulni is képes. Ez persze az intelligencia kifejlődése felé vezető vizsgálati irány. Ha így nézzük a komplexitást, akkor egy autókárosszéria, amely berezonál, tehát kaotikus, nyilván nem komplex. Mindez megítélés kérdése. A szakirodalomban még mind a két felfogás létezik: van, aki azt mondja, hogy már a káosz is sokkal komplexebb, mint, mondjuk, az inga periodikus lengése, de akik a biológiai, társadalmi folyamatok megértésén dolgoznak, érzékelhetik, hogy ennél komplexebb dolgok is léteznek. Én azt szoktam mondani, hogy a turbulencia biztosan komplexebb, mint a káosz, mert abban még a térbeli változás, a térbeli rendezetlenség is benne van. Meteorológus kollégáim nem mindig örülnek, ha azt hallják tőlem, hogy a légkör nem kaotikus. Azért nem, mert bonyolultabb annál, turbulens. A fizikai turbulenciát a káosz és a biológiai, szociológiai komplexitás között helyezhetjük el, és egy fizikus számára még mindig éppen elég megértendő feladatot jelent, mert nagyon sok nyitott problémát rejt magában.

– *Főszerkesztőnk, Staar Gyula azt szokta mondani, hogy Ön Simonyi Károly örököse. Ezt csak egyetlen példával szeretném alátámasztani: a fizika doktori iskola honlapján azt láttam, hogy nem valami nagy elméleti programnak a vezetője, hanem a Fizika tanításáé. Ennek a választásnak mi a története?*

– Először is erős túlzás, ugyanakkor megtiszteltetés, hogy így merülök föl Gyula gondolataiban. Annyi kapcsolat van a híres Simonyi-könyvvel, hogy ötödévesként én is ott voltam A fizika kultúrtörténetének alapjául szolgáló 1975-ös, első előadás-sorozaton. Ugyanabban az épületben, ahol mi filozófiát tanultunk, és ahol az egész fizikai fogalomrendszer fejlődéséről legfeljebb annyit hallottunk, hogy a Materializmus és *empiriokriticismusban* Lenin hogyan bírálja Machot, anélkül persze, hogy valaha egy mondatot is hallhattunk volna Machról. A Simonyi-előadáson a könyvek is megfogható közelségbe kerültek. Minden idézeteken keresztül jelent meg, és Simonyi Károly olyanokról beszélt, akikről sosem hallottunk azok között a falak között – például Szent Ágostonról, Albertus Magnusról, Szent Tamásról –, és elmondta, miért fontosak a természettudományos megismerést illető gondolataik. Akkor is, és Staar Gyula interjúiban is lenyűgözött, hogy Simonyi Károly mennyire önálló gondolkodó volt, és a szuverenitását minden körülmények között megőrizte. Azt például tőle tanultam – és el is szoktam mondani a hallgatóknak, amikor a mechanika elveihez eljutunk –, hogy ezek az emberi kultúrának olyan kincsei, mint Bach vagy Mozart zenéje, és legyenek büszkéek arra, hogy azon kevesek közé tartoznak, akik ezt megérthetik.

A doktori iskola pedig újabb kedvező fordulat az életemben, és ez is csoportmunka eredménye. Az ELTE-n Juhász András kollégám merte megfogalmazni, hogy a doktori képzésben szükség van olyan ágazatra, amelyben a tanárok kaphatnak doktori fokozatot, de nem szaktudományos, hanem oktatói kutatómunkáért. A tudo-

mányos kutatásra eddig is volt mód az országban, csak a tanárkolégának az iskolai tanítástól egészen el kellett szakadnia a doktori tevékenysége során. Pedagógiából is lehetett doktorálni a fizika tanítása kapcsán, de ekkor a pedagógia elméleti vonatkozása kapott hangsúlyt.

Az ELTE-n három doktori program volt korábban, a fizika három nagy ágában, és azok mellé sorakozott fel a Fizika tanítása program. Ez presztízseredmény is: a kollégáim végül egyetértettek azzal, hogy a természettudományok népszerűsítése vagy oktatása szempontjából ugyanolyan fontos a tanításban elért siker, mint a szaktudományos kutatási teljesítmény. A vezetésben szerencsére állandóan számíthatok a program megálmodója, Juhász András segítségére, és több évtizedes tanárképzési tapasztalatára. Ilyen program már Szegeden és Debrecenben is működik; a miénk annyiban különbözik, hogy nagyon sok előadást szervezünk kizárólag a tanár hallgatóknak. Szisztematikusan tájékoztatjuk őket az újabb eredményekről, még hozzá olyan területeken is, amelyek meg sem jelentek még, amikor ők egyetemre jártak. Az egyik fontos terület a környezetfizika, amely távolról sem csak az áramlásokat jelenti, hanem például a klíma- és energetikai vonatkozásokat is. Azon kívül, hogy a tanárok egy széles témakörű előadás-sorozatot végighallgatnak, ki kell választaniuk egy új eredményt, jelenséggörte, amely eddig még nem került bele a fizika tanításába a középiskolában, és legalább szakköri tanítását meg kell valósítaniuk. De válhat valaki olyan feladatot is, hogy hogyan érdemes humán osztályban fizikát tanítani – mert hagyjuk, hogy a jelöltek maguk próbálják megfogalmazni a „kutatási feladatot”.

A program kidolgozását a Bologna-rendszer is motiválta. Már kezdetben láttuk, hogy ez nem tesz jót a felsőoktatásnak, a természettudományi tanárok képzésének pedig különösen nem. Ezért azt gondoltuk, hogy ha most keletkezik is hullámvölgy a tanárképzésben, akkor legalább erősítsük meg a már „kint lévő” tanári gárdát. A programunk abban is különbözik a kutatói doktori képzéstől, hogy ide tanítási tapasztalattal várjuk a hallgatókat, nem lehet egyetem után egyből jelentkezni. Az aktív tanároknak adunk muníciót: így sikerül talán áthidalni az előttünk álló jó néhány nehéz évet.

Időközben kiderült, hogy az egész magyar nyelvű fizikaoktatás elég rosszul áll. A nyáron rendeztünk egy fizikatanári konferenciát „Fizikatanítás tartalmasan és érdekesen” címmel, és igyekeztünk az összes környező országból érkező tanárt kikérdezni a helyi problémákról. Ma már csak Kolozsváron folyik magyar nyelven fizikatanár-képzés. Ezért azt is a feladatunknak érezzük – más magyarországi egyetemekkel együtt –, hogy ezt a fajta PhD-szerzést lehetővé tegyük minden magyarul tanító fizikatanárnak. Figyelünk arra, hogy a határon túli kollégák is járassanak erre a PhD-programra. Nagyon nagy szükség lenne valamilyen országos szintű ösztöndíjrendszerre. A jelenlegi potenciális jelentkezőket visszatarthatja, hogy útiköltséget, tandíjat, esetleg egy-egy napi szállásdíjat is fizetniük kell, hogy az előadásokon részt vehessenek. Ha ezekre a kiadásokra központi, például akadémiai keretből pályázhatnának, akkor többen belevágnának a képzésbe.

– Azt hittem eddig, hogy a tanárok akár hónapokon át csak a doktori munkájukkal törődnek.

– Nem, dehogy, ők közben változatlan terheléssel tanítanak. A mostaniak ügyvállalják a képzést határon belül és kívül, hogy minden hónap egy szombatján itt vannak 9-től 4-ig. Eredményeik közlemény formájában történő összefoglalására csak akkor kerülhet sor, ha az osztályukkal vagy a szakkörükkel bizonyos témákat az új módszer szerint feldolgoztak, és visszajelzést kaptak a gyerekektől. A doktori fokozat megszerzése tetemes többletmunka, és formálisan nem jelent nagy előrelépést. Az a csodálatos, hogy mégis vannak, akik lelkesen vállalják. Mi örömmel támogatjuk őket.

Az interjút készítette: SILBERER VERA

(Gergely Györgyöt következő számunkban mutatjuk be.)