

Alkotópályák

Interjú András Szilárd matematikussal, iskolánk 1992-ben végzett tanítványával

- Mi volt az első szikra, amelynek hatására komolyabban kezdte érdeklődni a matematika iránt?

Nem emlékszem pontosan. A szorzótáblát ötödik osztályban még nem tudtam rendesen, nekem minden szorzást el kellett végezni, egyszerűen nem automatizálódott, ahogy a legtöbb diáknál. Persze nem is érttem miért kell megtanulni, hisz akkoriban minden számtanfűzet hátsó lapján ott díszelgett és ki is tudtam számolni. Körülbelül 5.-ik osztály közepére derült ki, hogy hosszú műveletsorok elvégzése során igen sok időt lehet megtakarítani azzal, hogy néhány dolgot meg is jegyzünk. Így visszaemlékezve valahogyan belső igény volt, hogy a dolgokat megértem, mielőtt a memóriában helyet foglalnék neki. Az igazi áttörés azonban kb. 7.-ik osztályban következett be, amikor rendre elolvastam bátyáim régi tankönyveit és az akkori fizika tanárnőm (Ambrus Rozália) tucatjával hordta nekem a Revista de fizică și chimie lap példányait valamint különböző, érdekesebbnél érdekesebb könyveket (feltalálóról, fizikusok ismeretterjesztő írásait stb.). Az is gyorsan kiderült, hogy az olvasmányaimhoz kapcsolódó fizikai problémák megoldásához sokkal több matematikára van szükség, mint amennyit tudok, és persze mint amennyi az általános iskolai tananyagban van. Mindig bosszantott a tankönyveknek az a tárgyalásmódja, amelyben a valós problémákat annyira leegyszerűsítették, hogy már nem is voltak reálisak. Pl. két villanyoszlop közt húzódó vezetékről nem is gondolkodtak, hogy milyen alakja van, egyenesnek feltételezték. Pedig gondolom mindenki látott magasfeszültségű vezetéket, ahol eléggé nyilvánvalóan látszik, hogy nem egyenes. Ez a probléma 8-adikban kezdett foglalkoztatni, amikor egy ilyen vezetéknek ki kellett volna számolni az ellenállását, esetleg megérteni, hogy miért is van szükség magasfeszültségű vezetékre, amikor nagyon veszélyes (8-adikos diákként voltunk látogatóban egy transzformátorállomáson). Megkérdeztem a matematika tanáromat (Lackó József), hogy ezt hogyan lehetne kiszámítani, mire ő mindenféle gondolkodás nélkül azt mondta, hogy ez nem olyan egyszerű, előbb el kell olvasni a 12-edik osztályos matematika tankönyveket. Így nekifogtam átrágni magamat a középiskolai tananyagot, rengeteget jártam könyvtárba, antikváriumba és igyekeztem minden olyan matematika (esetenként fizika és néha kémia) szakkönyvet elolvasni, ami a kezembe került. Szintén ebben az időben határoztam el, hogy tanár szeretnék lenni. Ehhez nagymértékben az járult hozzá, hogy osztálytársaimnak, évfolyamtársaimnak, sőt néha nálamnál nagyobb diákoknak is el tudtam magyarázni azokat a dolgokat, amelyeket tanultunk (az is előfordult, hogy az új tananyagrészt én mutattam meg a párhuzamos osztálynak). Így nagyfokú relatív előnyöm alakult ki az évfolyamtársaimhoz viszonyítva és arra már akkor rájöttem, hogy ezt a relatív előnyt kellene felhasználni, nem érdemes abba fektetni sok energiát, hogy fele olyan jól szaladjak, mint a leggyorsabb évfolyamtársam. Mindezt persze még sok más is alátámasztotta, a rendszeresen megszervezett matematika táborokban sikerült feltornásznom magam a legjobb csoportba, 7. és 8. osztályban sikerült a megyei matematika és fizika versenyen az elsők közé jutni, sőt az országos versenyen is kaptam egy különdíjat az egyik megoldásomért, 14 évesen néhány hónapot dolgoztam egy üzennél villanyszerelő segédként, stb.. Mindezt azért sorolom fel, hogy valamilyen módon érthetővé tegyem mi minden segített 14 éves fejjel olyan döntéseket hozni, amelyeket sosem bántam meg, és amelyeket a mai körülmények közt is megismételnék. A kérdésre visszatérve talán nem is szikra volt az elején, hanem csak nagyon sok és nagyon erős hőforrás (család, tanárok, kollégák, megnyilvánulási lehetőségek, munkalehetőségek, stb.), amelyek együttes

hatása olyan mértékű fűtöttséget eredményezett, ami lehetővé tette, hogy a gimnáziumi évek alatt elmélyülhessek az elemi matematika rejtelmében és ezzel megalapozhassam a későbbi matematikusi tevékenységemet. Ezt az elmélyülést nagymértékben segítette az iskolai környezet, a tanuláscentrikus hangulat, a jól ellátott könyvtár, a messze átlagon felüli tanárok, stb. Rubik Ernő fogalmazta meg, hogy „*A jó iskola nem tesz csodát, semmi mást nem tehet, mint hogy segít abban, hogy mindenki olyan legyen, amilyen lenni tud. Senkit nem lehet tehetségesre nevelni, nem lehet a hiányzó tehetséget egy injekcióval belénk ültetni. Viszont a bennünk rejlő különböző tehetségeket igenis lehet támogatni és kifejlődni segíteni. Tulajdonképpen az iskola legdöntőbb feladatát abban látom (és azt hiszem, hogy talán ebben a legkevésbé eredményes) hogy segítsen megtalálni önmagunkat.*”. Úgy gondolom, hogy az én esetemben is (akárcsak nagyon sok más diáktársam esetében) a gimnázium igenis hatékonyan és eredményesen teljesítette legdöntőbb feladatát és remélem (valamint egyelőre folyamatosan tapasztalom is), hogy ez sok mai diákra is érvényes.

- Milyen szerepet játszottak a középiskolai évek matematikussá válásodban?

Meghatározó szerepet. 9-edik és 10-edik osztályban a tanórák mellett mindig nagyon örültem a Matematikai Lapokban megjelenő feladatoknak, a matekköröknek és a versenyekre való felkészüléseknek, amikor a tananyag feladatainál sokkal nehezebb és bonyolultabb feladatokkal próbáltunk megbirkózni. Ebben az időszakban Bege Antal volt a tanárom és ő igyekezett több témakörben is a szakmában alapkönyvnek számító szakirodalmat biztosítani (pl. számelméletből a Turán-Gyarmati könyvet, vagy egyenlőtlenségekből a Mitrinovic féle könyveket, stb.). Így 10-edik osztály végén két országos táborban sikerült az országos válogatott tagjaival versenyezve abszolút első díjat szerezni. Ezt egy jelnek tekintettem arra vonatkozóan, hogy továbbra is érdemes matematikával foglalkoznom. 11-edik osztálytól kezdődően Kovács Katalin tanárnő (Kati néni) tanította matematikára (móresre) az osztályt nekem viszont egy picit átalakult az iskolai tevékenységem, mert a versenyeredmények alapján legtöbbször elnézték, hogy általában hiányzik az órákról (ezt természetesen Kiss László osztályfőnök és Eigel Ernő igazgató is támogatta) és időközben a könyvtárban vagy otthon (vagy a fotólaborban, vagy máshol) feladatokat oldogatok, matekkönyveket olvasgatok, vagy esetleg csak ülök és elmélkedem. Sőt bevontak a szakkör megtartásába is és így négy éven keresztül rendszeresen tartottam matematika szakkört az iskolában (tehát egyetemistaként is 2 éven át). Ez a rövidített program szerinti óralátogatásos munkamódszer még a matekórákra is kiterjedt, sőt azokon csúcsozott ki, hisz azokon majdnem egyáltalán nem vettem részt és a kötelező dolgozatírás helyett minden félévben bemutattam egy írásos dolgozatot tetszőlegesen választott témából. Ezt az elején még én is furcsának találtam, de hamar rájöttem, hogy így sokkal hatékonyabban tudok dolgozni. Utólag végiggondolva azokból a tantárgyakból voltam több órán, amelyek nehezebben mentek, tehát az én esetemben teljesen érvényesültek az egyénközpontú oktatás elvei. Ebben a periódusban gyakorlatilag az egyetemen első két évben tanított matematikát olvastam el. Mivel mindvégig saját magam szórakoztatására foglalkoztam matematikával, ez teljesen beleivódott a viselkedési mintáimba, mai napig nem tudok matematikával foglalkozni más nézőpontból. Tudom, hogy a hatékony kutatás néha mást is jelent (sőt a túlzottan eredményességre törekvő szemléletmód miatt egyre inkább mást jelent), mégis csak akkor tudok egy problémával foglalkozni, ha azt szórakoztatónak érzem. Így tehát állíthatom, hogy a középiskolai évek nemcsak azt határozták meg, hogy milyen pályát választok, hanem annál sokkal többet: azt, hogy ezen a pályán milyen módon fogok tevékenykedni, mit tekintek értéknek az adott pályán, milyen felelősséget vállalok az adott pályán, milyen módon próbálom meg továbbadni azt, amit tudok, stb.. Szó szerint

nagyon ritkán (szinte soha) nem jutott eszembe a „Non recuso laborem” jelmondat, de utólag elemezve mindazt, amit csináltam, úgy tűnik, hogy tevékenységemet annyira áthatja a Márton Áron által megfogalmazott magatartásmód, hogy külső néző számára gyakran workaholic vagyis munkamániásnak minősülök. Gyakori imádságnak számít, különösen tanári pályán, az „Uram, adj türelmet, hogy elfogadjam, amin nem tudok változtatni, adj bátorságot, hogy változtassak, amin lehet, és *adj bölcsességet*, hogy a kettő között különbséget tudjak tenni.” A „Non recuso laborem” valahogy arról szól, hogy a változtatásokhoz a bölcsességen és a bátorságon kívül még mire is van szükség és ezt csak azok tudhatják, akik valaha valamin (önmagukon, a környezeten, a mások előítéletein vagy életminőségén, ...) lényegeset változtattak. Merthogy a változásnak következményei vannak és a meg nem futamodás gyakran a változások után igazán fontos, különben a bátorság és a bölcsesség hiábavaló.

- Középkorúként matematika szakköröket tartottál diáktársaidnak. Ez nem mindennapi példája a tudásátadásnak. Mit jelentett ez akkor, és milyen hatása van mai munkádra?

Akkoriban ez egy közös kalandnak számított. Mindenki felfedezhette önmagát, a saját határait, megismerhette a többiek gondolkodását, láthatta, hogy ami neki nem megy, azt mások milyen pofonegyszerűen képesek megoldani egy kis szemléletváltással, esetleg azt is tapasztalhatta, hogy ami neki természetes, könnyű és világos, az másoknak néha egyáltalán nem az, és feladatonként ezek a szerepek cserélődnek. Tudtuk, hogy egy csapatot alkotunk és éreztük, hogy van, amikor a csapatmunka hatékonyabb, mint az egyedül elvégzett munka, persze azt is láttuk, hogy ez nincs mindig így. Tanárként talán akkor voltam a leghatékonyabb és ez valószínűleg azért, mert a közös munka során a tanári szerepkör elmosódott, egy voltam a többi közül, esetleg egy kicsit több tapasztalattal, ugyanúgy tanultam a társaimtól, a velük való interakcióból, mint ahogyan ők is tanultak tőlem. Később dokumentálódtem és megtudtam, hogy az a munkaforma, amit ott alkalmaztunk a samba iskola megnevezést viseli, a dél amerikai karneválok előtt és alatt ily módon tanítanak a tapasztaltabb táncosok, mindenféle formálisan szervezett keretrendszer nélkül. A körüli tevékenységek az elején egy picit nehezen indultak, a saját évfolyammal nem volt túl nagy sikerem, de a következő évfolyamok mindegyikén akadtak olyan diákok, akikkel érdemes volt dolgozni a rövidtávon felmutatható versenyeredményeken kívül is. Csak, hogy összehasonlítási alapunk legyen, a tananyagban volt 5-6 matekóra hetente és mi tartottunk minimálisan 6-8 óra szakköri foglalkozást, néha még többet is, mert voltak diákok (pl. Kristály Sándor, aki ma elismert kutató matematikus), akikkel külön is dolgoztunk a szakkörökön kívül (pl. reggelente 7-től 8-ig). Ennek a munkának a rövid távú eredményei látszottak a leginkább, volt olyan Nemzetközi Magyar Matematika Verseny, ahonnan a matekkör tagjai 2 első díjat és 2 második díjat hoztak haza (összehasonlításként a 2007-es NMMV-ről a 60 fős erdélyi csapat hozott összesen 5 díjat, amelyek közt nem volt első díj). Hosszú távú eredmény is van, hisz a matekkör tagjai közül többen tanítanak matematikát (pl. Csapó Hajnalka, Zsombori Gabriella) és vannak, akik kutatóként dolgoznak és aki esetleg más pályát választott, annak is egyértelműen érződik a gondolkodásmódján. Ugyanakkor személyes perspektívából nézve a Csíkban 4 évig majd Székelyudvarhelyen hasonló körülmények közt szintén 4 évig működtetett matekkör lehetőséget teremtett számomra, hogy annyi tehetséges diákkal foglalkozzak, amennyi a legtöbb matematikatanárnak sosem adatik meg. Ez a tanítás hatékonyságának és lehetőségének olyan horizontjait nyitotta meg előttem, amelyet a közoktatásban tanító tanárok ritkán tapasztalhatnak meg, hisz egy normál osztályban tanítani (még ha az iskola legjobb osztálya is) teljesen más jellegű kihívást jelent, mint egy 10-15 fős csapat kapitánya lenni egy olyan pályán, ahol a szabályok sem ismeretesek teljes mértékben, bármikor felmerülhetnek elképesztően nehéz

problémák, stb.. Ha az egyetemen, szakmódszertanosként a mai diákjaimnak át tudnám adni az akkori matekkörök tapasztalatának 1%-át, akkor teljes nyugalommal küldeném őket tanítani bármelyik iskolába. Aki úgy gondolja, hogy ez a tapasztalat nem használható a közoktatásban annak csak arra az egészen új felmérésre hívnám fel a figyelmét, amelyet Szingapúr és az Amerikai Egyesült Államok oktatási rendszerének összehasonlítására végeztek. Ebben egyértelműen igazolták, hogy annak ellenére, hogy az Egyesült Államokban sokkal több a tudományos fokozattal rendelkező (dr, PhD,...) oktató, a Szingapúri rendszer azért eredményesebb (gyakorlatilag, mint a világ legtöbb országának oktatási rendszere), mert a benne dolgozók nagy részének van tapasztalata tehetséggondozásban. A matekkörökön tanultam meg, hogy a tanítás nemcsak szakma, hanem művészet is. Mennyire felelősségteljes munka úgy megtanítani az egyszerű dolgokat, hogy azok inspiráló hatást nyerjenek bonyolultabb problémák tanulmányozása során. Miért fontos a velejéig tiszta és motivált gondolatsorokba ágyazni a bizonyításokat, a fogalmak és tételek mély megértése nélkül mennyire esélytelen lehet egy diák akár a legegyszerűbb feladatokkal szemben is. Mennyire más a tanári munka, ha a diákot magunkkal egyenlő partnerként kezeljük és ezt ő is tudja, sőt ő is egyenlő partnernek tekint. Összegezve tehát a matekkörök gyakorlatilag meghatározták, megalapozták jelenlegi érdeklődési területem egy igen jelentős részét, a matematika didaktikájának tanulmányozását és ugyanakkor a azt is egyértelműen megsabták, hogy ezen a területen mit tartok fontosnak, mit látok kivitelezhetőnek, milyen hiányokat tudok azonosítani, miben látom az oktatás megújulásának lehetőségét,

- A matematikusok általában egy-egy szűk területen kutatnak. „Hivatalos” kutatási területed a differenciálegyenletek, ugyanakkor számos más területen is tevékenykedsz. Hogyan jutottál el egyik területről a másikra, miként tudod összeegyeztetni?

Nehéz kérdés. Egyrészt mert egyik területen sincsenek olyan eredményeim, amelyek megalapoznának egy új kutatási területet, vagy megoldanának egy néhány évtizede megoldatlan problémát, vagy esetleg valami mindenki által nagyon fontosnak vélt gyakorlati problémára adnának modell értékű megoldást. Ugyanakkor valóban vannak dolgozataim számelméletben, kombinatorikában, geometriában, fixpont elméletben, egyenlőtlenségek területén, speciális függvények területén, módszertanban, szórakoztató matematikában. Mindez annak tulajdonítható, hogy ezeken a területeken olvastam többet. Ugyanakkor persze hosszasan tudnék sorolni olyan modern területeket, amelyeket egyáltalán nem ismerek. Másrészt mindaz, amit kutatási eredményként közöltem, az számomra gyakorlatilag a szórakozást jelenti, ahogy más kimegy halászni, úgy én leülök egy problémával és elmélkedem rajta, vagy egyszerűen elolvasok egy cikket. Ez persze gondot is jelent, mert úgy, ahogy a legtöbb halász nem vezet részletes feljegyzéseket a kihalászott halakról, az eredmények publikálására egyáltalán nem szeretek időt fordítani, a problémák jobban érdekelnek, mint a publikálás. Így nézve talán érthető, hogy miért nem csak egy nagyon szűk területen vannak publikációim, a halász sem mindig ugyanolyan halat fog. Ugyanakkor úgy gondolom, hogy még kutatóként nem értem el sem maximális kapacitásomat, sem potenciális mélységemet, csakhogy a túl sok érdeklődés és felelősségvállalás nem igazán támogatja a kutatásban való elmélyülést. Az arányok illusztrálásának érdekében említtem meg, hogy a tankönyvsorozatunk és a megoldásos könyvek megírása kb. 6 év munkát jelentett (merthogy a feladatsorok, amit a tankönyvek tartalmaznak nagyrészt diákokkal végigoldott feladatok, az elméleti tárgyalásmód minden tankönyv esetén legalább egy fejezetben radikálisan eltér a szokásostól, ...), míg a nemrég megjelent 2 ISI-s dolgozatom és egy harmadik adatbázisos dolgozat összesen 1 hónapot vett igénybe. A dolgozatokat valószínűleg nem olvassa

50-100 embernél több, míg a tankönyvekből több ezer diák tanulhatott. Amikor nekifogtunk a tankönyvsorozatot megírni, akkor lokálisan sokkal nagyobb hiány volt tisztességesen megírt és átgondolt tankönyvekben, mint globálisan megjelenő lényegileg közepes minőségű kutatási cikkekben. Ma más a helyzet, az információáramlás annyira felgyorsult és a fluxusa annyira megnövekedett, hogy a tanításban nem a segédanyagok a fontosak, hanem az emberi tényező. Hiába van hozzáférésünk a világ összes érdekességéhez, ha nem adunk át belőle semmit, nem vagyunk képesek a diákjaink érdeklődését felvillanyozni, nem tudunk olyan tevékenységeket szervezni, amelyek többet mutatnak a lényegből, mint amennyit le lehet írni. A kutatásban hasonlóan változások álltak be, a fontos bizonyítások megtalálása egy-egy kiváló koponya több éves, akár évtizedes munkáját jelentik, miután a szükséges előzmények mind megvannak. Ez olyanfajta áldozatot kíván, amit egy embertől ritkán lehet elvárni, még akkor is, ha az illető matematikus vagy, ha megszállott. A helyzet ettől még nem rossz egyik területen sem, csak mindkét vonatkozásban észre kell vennünk, hogy az abszolút mértékeink a mai embert nehezebb feladat elé állítják, mint a történelem során bármikor, és emiatt a relatív mértékek (pontozási rendszerek, minőségbiztosítási sémák, ...) használata és a velük való azonosulás el emberteleníti az egzisztenciáját. Végül is az ember saját magát definiálja mindazzal, amit megcsinál, ahogyan megcsinálja, és ahogyan nem csinálja és mindazzal, amit nem csinál meg, és ahogyan nem csinálja meg. Számomra mindaz, amit csináltam egységes egészet alkot, akkor is, ha kocsmai verekedésről van szó és akkor is, ha túrázásról, tankönyvírásról, táborszervezésről, óratartásról vagy kutatásról van szó. Mindezek csak a külső szemlélő számára jelentenek mást és mást, nekem mindez a létezést jelenti, azt a fajta létezést, amelyet nem elsősorban önmagunkért vállalunk, hanem valami transzcendens és univerzális mentális kontinuum cseppjeként, az univerzum egy élő részeként, amely (látható, érezhető vagy láthatatlan és megfoghatatlan) összeköttetésben van az összes többi élő vagy valaha (esetleg a jövőben) élt résszel.

- Miért érdekelnek ezek a területek, mint szakembert, és mit mondanál erről annak, aki nem szakértő?

Talán egy analógia segítségével egyszerűbb megérteni, amit mondani szeretnék. Tekintsük a matematikát egy nyelvnek, amely akárcsak a magyar vagy az angol rendelkezik saját szabályokkal, vannak benne fogalmak, a fogalmakat össze lehet kapcsolni, lehet különböző hosszúságú és minőségű írásokat alkotni. A nyelv elemei és szerkezete rengeteg mindent megszab; amire én elsősorban gondolok az a kifejezhetőség, az árnyalatok gazdagsága, a fogalmazás tömörsége, sokrétűsége, az adott nyelven egyszerűen és pontosan megfogalmazható gondolatok, jelenség- vagy képleírások, az asszociációk rendszere, A nyelvnek is vannak különböző szintű felhasználói, önmagában a nyelv nem ér semmit, viszont a felhasználóinak az életét teljesen átstrukturálja, minőségileg, lényegileg átalakítja. Mindez a matematikára is igaz. Gondoljunk csak arra, hogy a nyakunkon hordott nyaklánc alakja hogyan írható le, vagy a napraforgó tányérján a magok elhelyezését, a fenyőtobozon a pikkelyek nagyságát hogyan lehet leírni, vagy hogyan lehet előre jelezni a bolygók mozgását, miért csikos a tigris bundája és miért vannak foltok a pumán. Vagy miért kerek a legtöbb dob, nem lehetne valamilyen más alakú dobon jobb hangzást elérni? Ezek a kérdések ugyan nem a matematika szintjén fogalmazódnak meg, de az alaposabb megértésük, a megoldásuk csak úgy lehetséges, ha a matematika nyelvén sikerül őket megfogalmazni. Ez egyszerűen azért van, mert a leíró nyelvek nem jutottak el arra a komplexitási szintre, ahol ezekre az egyszerű kérdésekre egyáltalán választ lehet adni. A matematika viszont nem egy pusztán leíró nyelv, a matematika sokkal konstruktívabb, mint bármelyik leíró nyelv. Ez az egyik magyarázata annak, hogy bizonyos problémák megvilágítására

jobban szeretem a matematikát használni nyelvként, és nem az angolt vagy a magyart, tulajdonképpen nem is tehetnék mást, hisz ezeknek a problémáknak egyszerűen, precízen, tisztán és átláthatóan kizárólag a matematika nyelvén kezelhetőek. Az egy egészen más probléma, hogy a matematikán belül mi tetszik és mi nem. Az analógiára hivatkozva olyasmi, mintha a nyelvre épülő irodalmat nézném, és azt próbálnám eldönteni, hogy mi tetszik és mi nem. Ezt elsősorban nem fontossági vagy egyéb mutatók szerint szokás eldönteni. Ez mindenkinek belső, intim választása, ha sikerül ezt eléggé tudatosan végeznie és nem csak a nyájszellem hatására cselekszik. Van akinek műfajok tetszenek, pl. a versek, a novellák vagy a regények. Ezen belül is van akinek csak bizonyos típusú illetve minőségű írások tetszenek, pl. szerelmes versek, detektív történetek vagy irodalmi remekművek. Mindezen írásokat általában vagy azért olvassuk, mert az tetszik, ahogyan meg vannak írva, vagy azért mert számunkra valamilyen üzenetet hordoznak. Nagyjából ugyanez a helyzet a matematikában is. Van aki csak az egyperces novellákat szereti (ezek lennének nagyjából a feladatok), van aki a verseket (ilyenek lennének talán a szépen cizellált, tökéletességig csiszolt bizonyítások), van aki a regényeket (egy-egy matematikai elmélet ilyen, különösen az elején nagyon hasonlít a Dostojevski által leírt világhoz), esetleg színdarabokat (előadások). Természetesen a matematikának is van ponyva részlege, de ezt inkább ne részletezzük. Alapjában véve én a matematikában (akárcsak az irodalomban) a verseket kedvelem, az egyperces novellákat és néha szeretek elmerülni egy-egy igazán jól megírt regényben, aminek ráadásul üzenete is van. A színdarabokban sokkal inkább szokott érdekelni az, amit a színészek és a rendezés hozzáad a szöveghez, mint maga a darab, bár akadnak kivételek is. Ebből a szempontból teljesen világos, hogy a matematikát csak művészi érdekes tanítani, előadni, különben a hallgatóságban hamis kép alakul ki magáról a matematikáról és annak alapvető üzeneteiről (gondoljunk csak arra, amikor egy nagyon jó darabot pocsékul adnak elő). Visszatérve az eredeti kérdésre talán azt emelném ki, hogy azon a néhány szakterületen, amely érdekel, alapvetően megtalálom azt a transzcendens és ugyanakkor emberi tisztaságot, amely lehetővé teszi számomra, hogy a mindennapok sötétségén átlássak. A tanítás segít megérteni az emberek működését, nehézségeit és számtalanszor megmutatta, hogy mennyire igaza volt Szentgyörgyi Albertnek, amikor azt mondta, hogy a felfedezés arra épül, amit mindenki lát, de senki sem látta *másként*. Ez a tanításban is nagyon fontos, hisz amikor egy közismert dolgot megpróbálunk elmagyarázni valakinek, aki épp nem érti, akkor gyakran másként kell látnunk ugyanazt, ahhoz, hogy elmagyarázhassuk. Így az igazi tanítás nem mindig választható el a felfedezéstől. Az alkalmazott matematika (differenciálegyenletek, statisztika, numerikus módszerek, bonyolult rendszerek szimulációja) lehetőséget teremtett számomra olyan fizikai, természeti, szociológiai, pszichológiai jelenségek megértésére, amelyeket más úton néha csak sejteni, de leggyakrabban felfogni sem lehet. Végül a számelmélet és az absztrakt matematika abban segít, hogy mindig találjak olyan absztrakt mértéket, ami a köznapit annyira nevetségessé tudja tenni, hogy az élet legnagyobb problémáin is jóízűen nevetni tudjak.

- Mi az érdekes, a szép a matematikában számodra? Mi okoz neked szakmai elégtételt, melyik eredményedre vagy a legbüszkébb?

Elsősorban a gondolati tisztaságot kedvelem benne, azt a végtelen szabadságot, amely megengedi, hogy játékosan, kisgyerek módjára felépíthessük benne önmagunk modelljét. Bármilyen matematikai felfedezést, szép bizonyítást olvasok, egyszerre van jelen két érzés: az egyik az, hogy ez mindig is létezett, csak eddig nem látta senki, a másik az, hogy ez egy gyönyörű alkotás, amely egyszerre emberi és transzcendens, mintha összeolvasztaná az emberi mivoltot egy transzcendens világgal. Ezt az Istennel való természetes azonosulást sehol máshol

nem tapasztaltam, csak a matematikában és a meditációban. Sejttem, hogy ez mindenhol előfordul, csak én vagyok képtelen máshol is észlelni. Ennek ellenére nagyon szeretem azt a fajta matematikát, amit Erdős Pál a könyvbelinek mondott. Ez a könyv a matematikai bizonyítások közül azokat tartalmazza, amelyekről egyértelműen érezzük, hogy gyönyörűek, frappánsak, elegánsak, egyszerre hordozzák az emberi zsenialitás és az Isteni felsőbbrendűség kézjegyét. Szakmai elégtételt okoz már az is, hogy egy-egy bonyolult bizonyítást megérttek és esetenként másoknak is el tudom magyarázni úgy, hogy ők is megértik. Minden kis eredményemre nagyon büszke vagyok, hisz mindegyiknél el tudom magyarázni, hogy miért maguktól értetődőek, mondhatni nyilvánvalóak. Talán az egyik kedvencem a Wilson tétel egy kombinatorikus általánosítása, amit 10 évvel ezelőtt egy számlálási problémából kiindulva gyártottam. Időközben egy J.T. Evans nevű amerikai matematikus ugyanazt publikálta 2008-ban teljesen más bizonyítással, így én is megírtam cikk formájában és meg is fog jelenni. Egy másik kedvencem egy elemi geometriai feladat, amelyet Lukács Andorral publikáltunk az American Mathematical Monthlyban és ami a Sperner lemma politópokra vonatkozó kiterjesztésének alapötletét tartalmazza (magát a lemmát nem mi terjesztettük ki, hanem egy Francis Edward Su nevű matematikus). Mindkét példával igazából azt szerettem volna alátámasztani, hogy a világ különböző pontjain, nagyjából egy időben, gyakran ugyanazokkal a gondolatokkal dolgozunk, egymástól teljesen függetlenül. Ezt a kutatáson kívül dolgozók valószínűleg ritkán tapasztalják. Véleményem szerint a matematika nagy áttörések előtt áll, minőségi ugrásra van szükség ahhoz, hogy tovább tudjunk lépni, talán egyfajta kollektív matematikai tudat létrehozása szükséges.

- Hogyan látod saját szakmai jövődet, milyen kérdések foglalkoztatnak, és milyen tudományos céljaid vannak?

Egyre jobban foglalkoztat a megtaníthatóság kérdése. Ezt nehéz vizsgálni, de úgy gondolom sok esetben nagyon fontos olyan szemléletmódot kialakítani, amely újszerű és ugyanakkor természetesebb, mint a létező megközelítések. Ugyanakkor van néhány nagyon komoly probléma, amin töprengek és remélem a következő évtizedekben sikerül valami eredményt is felmutatni. A szakmai jövőmet elsősorban a didaktikai tevékenységek köré szeretném felépíteni, azt remélem, hogy ezzel, ha kicsit is, de hozzá tudok járulni a didaktika hazai elismertségének növeléséhez.

- Ahhoz, hogy tudományos területen előrehaladj, számos konferencián kell részt vened, tudományos cikkeket kell írnod. Mégis sok energiát fektetsz a matematikaoktatásba: középiskolás versenyeket, tehetséggondozó táborokat szervezel, foglalkozásokat tartasz középiskolásoknak. Hogyan egyeztethető ez össze a kutatói pályával?

Ez egy kétélű dolog. Az, hogy kutatóként is dolgozom nagyon fontos ahhoz, hogy hitelesen taníthassak. Másrészt mit ér a kutatás, ha abból nagy részét nem adjuk lokálisan tovább? Ahhoz, hogy a kutatási eredményeket legyen, akinek továbbadni, ahhoz mindenképpen szükséges egy nagyon erős középosztály, amiből a tehetségeseknek lehetőségük van kiugrani. Amit én csinállok az egyfajta kevert optimális egyensúlyi stratégia. Vagyis nem vagyok meggyőződve, hogy globálisan több hasznot hajtanék, ha csak kutatnék és persze akkor sem, ha csak tanítanék. Úgy gondolom, hogy a legtöbb kollégámhoz képest sok relatív előnyöm van a tanítás területén. Ez nagyrészt abból a tanítási tapasztalatból fakad, amit tehetséges diákokkal végzett munka eredményezett. Súlyos vétek volna ezt a tapasztalatot nem továbbadni és nem kamatoztatni a tehetséggondozásban. 5 évvel ezelőtt végeztem egy egyszerű számítást és az derült ki, hogy az

addig megtartott óráim száma nagyobb, mint amennyit egy középiskolai tanár teljes pályafutása alatt az iskolában megtart. Így bizonyos szempontból nyugdíjasnak tekinthetem magamat és ez azért nagyon jó, mert megengedhetem magamnak, hogy csak azt csináljam, amit fontosnak tartok. Természetesen a tehetséggondozás rengeteg energiát igényel, de a tapasztalat azt mutatja, hogy az energiát nem vonja el a kutatástól, legfeljebb az időt. Ugyanakkor szerencsém van abból a szempontból is, hogy majdnem mindenhol találok kollégákat, akikkel együttműködve tudunk dolgozni táborokban, versenyeken, stb. Négy évvel ezelőtt néhány ilyen kollégával megalapítottunk egy civil szervezetet (SimpleX Egyesület), amelynek az a célja, hogy a tehetséggondozásban végzett munkánk szervezési gondjait megoldja. Az egyesület Csíkszeredában jött létre, de van tagja Székelyudvarhelyen, Marosvásárhelyen és Kolozsváron is. Ennek az egyesületnek a tagjai azok a matematikatanárok, akik az évek során egy kisebb közösségbe csoportosulva rendszeresen tartottak szakköröket az iskolájukban, versenyeket és táborokat szerveztek. Mindezt azért említem, mert nagyon fontosnak tartom a csapatmunkát a tehetséggondozás területén. Ezen a területen, aki nem képes csapatban dolgozni, az véleményem szerint nem a diákokért, hanem elsősorban önmagáért teszi mindazt, amit tesz, és ez egy téves cselekvési modell. A SimpleX, amint a neve is mutatja, nemcsak a magasabb dimenziós terek geometriájával (értsd tehetséggondozással) foglalkozik, hanem próbál arra is rávilágítani, hogy az ismeretlen matematika (az X) egyszerű, nagyszerű és még élményszerű is lehet, ha jól közelítjük meg.

- A Babeş-Bolyai Tudományegyetem Matematika-Informatika Karán felvállaltad a matematika módszertan oktatását is. Belülről ismerve, milyennek látod a jövő matematikatanári felhozatalát?

A kivételektől eltekintve siralmasnak. Ezt nemcsak én mondom, több EU-s felmérés (Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe-2007, Europe Needs more Scientists – 2004) igazolja, hogy a tudományok oktatása Európa szinten válságban van és ez már 40-50 éves távlatban katasztrófát generálhat. Pontosabban a profitorientált tudásalapú társadalomban annyira megnövekszik a polarizáció, hogy akár Európa is teljesen gyarmattá válhat. Nálunk ennél sokkal rosszabb a helyzet, mi már most majdnem gyarmatként működünk, szellemi potenciált exportálunk közhasznú tárgyak importálásának profitjából való alacsony részesedésért. Ebben a helyzetben a pályakezdő tehetséges matematikatanár annyi más (export) lehetőséggel rendelkezik, hogy nagyon nagyfokú tudatosságra van szüksége ahhoz, hogy itthon maradjon, és még tanítson is. Sok, más országban működő képzési rendszerhez képest a mi tanárképzésünk halálosan vérszegény, emiatt a túléléshez és az optimális működéshez masszív perfúziós kezelésre van szükség. Ez elsősorban az emberi tényező fontosságának felismerését és elismerését jelenti. Azok az országok, ahol az oktatás versenyképes és hatékony, már rég felismerték, hogy kizárólag az oktatásban dolgozó emberek minősége tudja garantálni az oktatás minőségét és emiatt vonzóvá kell tenni a tanári pályát. Ez nálunk csak részben érvényesül, jelen pillanatban a pálya két kategóriát vonz: vonzza azokat a középszerű embereket, akik ebben egy kényelmes munkalehetőséget látnak és vonzza azokat, akik elkötelezettségből vállalják a tanítást. Meggyőződésem, hogy a következő években a társadalomnak meg kell tanulnia sokkal jobban megbecsülni a tanárokat és meg kell találnia a módot arra, hogy a legjobb képességű emberek egy részét erre a pályára vonzza. Ha ez nem következik be minél gyorsabban, akkor a közép és hosszú távú következmények katasztrófálisak lesznek úgy a közösségi élet minőségére, mint az egyéni életvitelre vonatkozóan, az asszimilációról nem is szólva.

- Szerinted melyek a jó matematikatanár legfőbb tulajdonságai?

Ehhez először is tisztáznunk kellene, hogy mik a jó tanár legfőbb tulajdonságai. Ezután tudnánk arról beszélni, hogy mi az, ami egy jó matematikatanárnak ezen kívül nélkülözhetetlen. Kezdjük tehát a jó tanárral. Csermely Péter szerint „A jó tanár már elfogadta saját magát. Személyes, egész életével tanít és nevel. A jó tanár nem elzártan él a tanítványaitól, élete egy nyitott könyv. A jó tanár szemléletet ad, az ismeretek összefüggéseit, az ismerethálózat felépítését mutatja meg. A jó tanár koherens, integráns és hiteles értékmintát jelent. A jó tanár nyitott és a diákkal együtt tanul. Érzéke van a különlegesre, mindenben a jót, a pozitívet, az értéket keresi. A jó tanár legalább ötször annyit dicsér, mint amennyit szid. Kifogyhatatlan annak a szeretethálózatnak az építésében, amely a diákjainak nyit új és új utakat. A jó tanár egyszerre az állandóság és a változás egysége. E kettősség egyidejű betöltésével válik olyan kulturálisan domináns személyiséggé, aki formálja a köré szerveződők közösségét.” Ehhez képest a jó matektanár energiája kifogyhatatlan, ugyanakkor mindig elmélkedésre is hajlamos (Erdős Pál szavaival az agya nyitva áll). Elfogadta saját korlátait, de mégis mindig újabb és újabb problémák kitalálására képes, diákjait is ösztönzi az újszerű problémafeltevésre, sosem feledkeznek meg a már ismert összefüggésekből levonható tanulságról és mindig újabb összefüggések felfedezésére készíti diákjait. A jó matektanár tiszta és világos magyarázatokat ad, ugyanazt képes többféleképpen elmagyarázni, anélkül, hogy ezek a magyarázatok összevegyülnének, serkenti diákjait a saját magyarázataik megtalálásában, azok tökéletesítésében. Segít az önjavító kódok implementálásában, a diákok saját hibajavító algoritmusainak fejlesztésében. A jó matektanár egyidőben magyaráz, demonstrál és inspirál.

- Tankönyvszerző is vagy. Hogyan foglalnád össze az oktatással kapcsolatos munkáid motivációját?

Nekem nagy szerencsém volt azzal, hogy mindig akadtak jó tanárain, akik elláttak kellő mennyiségű és minőségű szellemi táplálékkal. Ez nem mindenkinek adatik meg. Mindig elrémiszt az a gondolat, hogy a diákok 10-15%-a nem azért nem fog tudományokkal (vagy bármi egyébvel) alaposabban foglalkozni, mert nem lenne hozzá tehetsége, affinitása, kitartása, hanem azért mert nem sikerül kitörnie a környezeté, a tanárai és a saját maga által felépített fal mögül, holott tehetsége az bőven lenne. Tapasztalatom az, hogy a jól működő műhelyek valamilyen módon vonzzák a tehetséges embereket. 4 évig a Tamási Áron Líceumban tartottam rendszeresen szakköröket és utána azt tapasztaltuk, hogy azokról az évfolyamokról, amelyek részt vettek a szakköri tevékenységben szignifikánsan több diák jött a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Matematika és Informatika karára, nemcsak matematikára és nemcsak azok a diákok jöttek, akik szakkörökre jártak. Ez lehet véletlen is, de nem hiszem, hogy az volt (és egykori diákjaim visszaemlékezése alapján egyértelműen nem az volt). Ugyanakkor a tananyag a gyakori és át nem gondolt változtatások miatt magáról a tudományterületről nem szolgáltat reális képet. Tankönyveink és oktatással kapcsolatos munkám nagy részének ez nyújt motivációt, igyekszem a matematikáról egy más képet mutatni a diákoknak. Ez nagy munka és még nagyobb felelősség, hisz a ferdítés következménye emberi élet pályákban mérhető. Úgy gondolom, eddigi tevékenységeim ezt a célt jól szolgálták és igyekezni fogok, hogy a jövőben se fessek illuzórikus, idillikus vagy egyszerűen csak monokromatikus vagy ferde képet a matematikáról.

- A tankönyveid szemlélete mennyiben sajátos, mit tartasz legfőbb jellemzőjüknél?

Három dolgot tartottunk nagyon fontosnak a tankönyvírás során:

- egyrészt, hogy azok a diákok, akik a tankönyv alapján igyekeznek elsajátítani a matematika fejezeteit és részt vesznek valamilyen matematika versenyen, ne legyenek kiindulásból hátrányos helyzetben, reális eséllyel rendelkezzenek a versenyeken;

- másrészt a tankönyvek tartalmazzák a teljes tananyagot és az anyag felépítése lehetővé tegye az önálló tanulást, a bizonyítások legyenek motiváltak és előkészítettek is;

- harmadrészt a tankönyvek egy picit csökkentsék az egyetemi és a középiskolai tananyag közti szakadékot.

Ezek a szempontok már önmagukban is azt eredményezik, hogy a könyvek sokkal bonyolultabb feladatokat is tartalmaznak (nemcsak kitűzött, hanem megoldott formában is), mint a legtöbb más tankönyv, olyan sajátos fogásokat is bemutatnak, amelyeket sok tanár inkább nem is említ meg, és helyenként teljesen eltérnek a hagyományos tananyag-felépítéstől. A tankönyveink a kollégáknak okozták a legnagyobb problémát, pontosan azért, mert nem a szokások tükrében íródtak és a feladatanyag meg a szerkezet túl sok és túl bonyolult azok számára, akik közepes vagy gyengébb osztályokban tanítanak. A tapasztalat azt mutatja, hogy a tankönyveinkből nehéz tanítani, de nem ugyanolyan nehéz tanulni. Másrészt, aki ezekből a tankönyvekből tanul, annak az egyetemen általában nem szokott nehézsége, hiányossága lenni. Az elmúlt években ezeket a tankönyveket a tanárképzésben is használjuk és így láthatom, hogy az egyetemi hallgatóimnak néha mekkora sikert jelent egy-egy olyan fogalom alaposabb megértése, amit ők ugyan tudtak, csak nem látták eléggé másként, ahhoz, hogy érthessék is.

- Véleményed szerint mi a különbség a mai diákok szüleinek iskolai tapasztalata és a mai – a te tankönyveid szellemében történő – matematikatanítás között?

Régebb sokkal több feladatot oldottak meg a középiskolások, mint amennyit ma a tananyag megkövetel-megenged. A számolási készség fejlesztésére régebb sokkal nagyobb hangsúly tevődött, ezért az egész matematika gyakorlatilag számoláson alapult. A mai világban, a számítógépek nagy számolási kapacitása miatt sok minden súlya átértékelődött. Nem érdemes 11-edik osztályban fél évig függvényt ábrázolni, amikor bármely számítógép automatikusan elvégzi ezt másodpercek törtrésze alatt. Így manapság egyre fontosabb az összefüggéseket átlátni. Ez persze operacionalizált szinten működő számolási készség nélkül csak a filozofálás szintjén marad. Mindenképpen a mai diákok radikálisan mást várnak el a világtól, ők sokkal inkább a fogyasztói társadalom tagjai, mint mi voltunk. Ez persze ugyanakkor egy hatalmas csapdahelyzetet is teremt, mert a fogyasztás nem jelent emésztést is és még annyira sem jelent hosszú távú értelmes felhasználást. Szóval a fogyasztásnak csak egy nagyon felszínes szintjét jelenti. Egyre gyakoribb az olyan jellegű élethelyzet, amelyben rendelkezünk valamilyen eszközzel (pl. egy nagyon jó sportkocsi) és azt nem rendeltetésszerűen használjuk (mondjuk abban tartjuk télire a krumplit). Így a legjobb szándékokra épülő és a legjobb célokra is használható eszközeink (televízió, számítógép, internet, könyvek) a megfelelő használat nélkül csak káros hatást fejtenek ki. Mi sokkal inkább ahhoz voltunk hozzászokva, hogy kevesebb eszközt használtunk és azokat alapvető rendeltetésüknek megfelelően (ugyan lehetett a logarléccel kardozni is, de mégsem ez volt a jellemző). Mindez rányomja bélyegét a matematikatanításra is. Ezt nem lehet kivédeni sem tankönyvvel, sem tanári magatartással. A legtöbb, amit tehetünk az, hogy megmutatjuk a rendeltetésszerű használatot is, megmutatjuk, hogy a tudás valóban érték, hogy a sikeres problémamegoldáshoz nem elégséges mindig az aktuális helyzeten eligazodni, jó, ha van tudástárunk, készségi tárnk, amely lehetővé teszi, hogy a problémákat a saját dimenziójukban lássuk és nem csak a mi saját optikánk tükrében. A tankönyv sorozatunk pontosan ezt célozta meg. Így a tankönyveink szellemében történő oktatás

gyakrabban szembesíti a diákot a saját korlátaival, mint azt a hagyományos oktatásban megszoktuk és erősebb behatásokat igyekszik kiváltani a diákokból (pontosan azért mert manapság az ingerküszöbük sokkal magasabb). Annak a veszélye természetesen megvan, hogy ezzel nem aratunk közönségsikert, de a helyzet valós felismeréséhez mindez hozzátartozik. Természetesen a tankönyveink a tanári szerepkör újraértékelését is jelentik, hisz a bonyolultabb problémák megoldásában és az elméleti háttér feltérképezésében nem a tanárnak jut a központi szerep. Az ő legfontosabb feladata, hogy a diákokat szembesítse a problémákkal, segítsen nekik, amikor rászorulnak (és nem máskor) és olyan tevékenységeket tervezzen, amelyekből a diákok egy valós tudományos küzdelem tapasztalatával kerülhetnek ki. A tankönyveinkből nem lehet típusfeladatok megoldásának bemagolását tanítani. Ez sokaknak problémát jelent, de világszerte teljesen átalakult a tanítás és úgy tűnik, hogy nálunk sokan nem akarják észrevenni, legtöbbször csak a bebukott modelleket próbálják implementálni. A szülőknek csak annyit tudok mondani, hogy hinniük kell a gyerekeikben, ne gondolják azt, hogy amiért 6-odik osztályban még nem tudják a szorzótáblát (amit ugye másodikban tanítanak), attól még nincs tehetségük a matematikához (vagy valami egyébhez), merthogy lehetséges, hogy pontosan azért nem tudják, mert van hozzá egy kis tehetségük. Ugyanakkor hinniük kell abban, hogy a tanárok minden igyekezetükkel a diák érdekeit szolgálják (mindenki a saját világszemlélete alapján) és szakmájukhoz esetleg jobban értenek, mint mi az övékhez.

- A matematikai tehetség szerinted milyen adottságokból, képességekből áll össze? Milyen típusú matematikai tehetségek vannak/lehetnek középiskolában, miről lehet felismerni őket?

Ez nagyon bonyolult. Sok helyen versenyeredmények (vagy valamilyen általános felmérő tesztek) alapján válogatják ki a tehetségeseket. Csakhogy ez nem mérvadó, nagyon sok olyan tehetséges matematikus van, aki diákként nem volt jó versenyző, például mert lassú volt, vagy mert egy-egy feladatban jobban elmélyült és nem jutott ideje a többire, vagy mert nagyon ingatag teljesítménye volt és a fontos versenyeken mindig bepánikolt. Olyanok is akadnak, akik egyáltalán nem voltak versenyzők, csak később kezdtek komolyabban foglalkozni matematikával. Ugyanakkor a tehetség sok helyen (pl. Szingapúr, dél Korea, Izrael) elfogadott definíciója alapján a tehetséges ember többet tud felmutatni, mint az évfolyamának megfelelő átlag. Véleményem szerint ez sem kötelező módon igaz, előfordulhat, hogy valaki csak bizonyos típusú problémákban (pl. kombinatorikai problémákban) tehetséges, de azokban nagyon jó. Egy ilyen diák más területen (pl. matematikai analízis) nem biztos, hogy sokkal többet tud felmutatni, mint az átlag, ezért kritikus minden mérés. Ugyanakkor azt is tudjuk, hogy az ember is a kvantummechanika szabályai szerint működik, vagyis ha valaki egy méréssel beavatkozik (és esetleg még annak az eredményét is közli), akkor ez valamilyen módon megváltoztatja az egyént. Ennek a klasszikus iskolapéldáját az Egyesült Államokban mutatták be, ahol véletlenszerűen összeválogattak diákokat és tanárokat, majd azt mondták nekik, hogy ők a tehetségesek és ezért külön program szerint tanulhatnak. A diákok eredményei egy idő után szignifikánsan megnövekedtek és valóban átlagnál jobb eredményeket kezdtek produkálni. Csakhogy az eredeti kiválogatást a kísérlet megtervezői úgy végezték el, hogy a kiválogatottak átlagosak legyenek. Ez mutatja mennyire fontos, hogy higgyünk magunkban, a tehetségünkben, akkor is, ha a kezdet nem nyilvánvalóan látványos. Másrészt a matematikai tehetség egyértelműen megnyilatkozik, abban, ahogyan a problémákat a diákok megoldják. Erdős Pál egyszer Pósa Lajosnak (aki akkor diák volt) egy ebédnél adta fel annak az igazolását, hogy ha az első $2n$ szám közül $n + 1$ -et kiválasztunk, akkor van köztük kettő, amely relatív prím. Erre Pósa miközben kanalazta a levest csak annyit mondott, hogy „van köztük két egymás utáni”. Hasonló eset, amikor Neumann

Jánosnak azt a feladatot adták, hogy két egymással szembe közlekedő autó közt oda-vissza röpködő légy által megtett távolságot számolja ki, akkor szemvillanásnyi idő alatt mondta a helyes eredményt. A poén nem is ez, hanem a megoldás természete, amelyben Neumann azt mondta, hogy összegzett egy végtelen sort (amelynek tagjai az egyes útszakaszoknak megfelelő távolságok), ahelyett, hogy észrevette volna, hogy a légy a találkozás pillanatáig folyamatosan repül (ez a feladat régebb a 9-edik osztály számára írt fizika tankönyvben is benne volt). Mindkét eset folklórnak számít és talán egyik sem igaz, de mindkét eset mutatja a dolog egyik lényegi vonatkozását, a megoldások minőségének a kérdését. A tehetséges diák nem biztos, hogy gyorsan reagál (persze ilyenek is sokan vannak) és nem is biztos mindig meg tudja oldani a problémát, vagy mindig megtalálja az egyszerű megoldást, de a megoldásainak a minősége tükröz mindig valami egyedit, lényegeset, nem teljesen szokványosat. Épp emiatt a tehetséges diák felkutatása nem egyszerű, mert minden méréssel csak bizonyos típusú tehetséget fogunk mérni és a matematikán belül is sokfajta tehetség létezik. Az utóbbi 10 évben nyomon követtem azokat a versenyeken jól teljesítő diákokat, akik egyetemi tanulmányaikat a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Matematika és Informatika Karán folytatták. Érdekes módon nagyon kevesen választottak alkalmazott matematikai szakirányt, nagy részük előbb valamilyen algebrai irányt választott és esetleg később áttért valamilyen más irányba (komplex függvénytan vagy algebrai topológia vagy csomóelmélet, stb.). Ez egyértelműen bizonyítja, hogy a jelenlegi versenycentrikus kiválasztási rendszer nem támogatja azokat, akik esetleg alkalmazott matematikában, modellezésben, modellelemzésben lennének tehetségesek. Éppen ezért a nyári táborok alkalmával nemcsak a hagyományos iskolai anyagnak megfelelő tevékenységeket tartunk, hanem mindenféle logikai feladványokra, játékokra (happy cube, ördöglakatok), alkalmazásokra épülő tevékenységeket is. Ahhoz, hogy a jelenlegi iskolai rendszerben valaki eredményt mutathasson fel, szükséges nagyon jól működő szövegértési készséggel rendelkeznie (különösen kisebb osztályban, ahol a szöveges feladatok fontosak), ugyanakkor operacionalizált számolási készsége, jó logikai, érvelési készsége is kell legyen és tiszta, világos gondolkodásmódja. Hasznos lehet még a jó térlátás, a gyakorlati érzék, a fejlett kombinatorikai készség is. De persze ugyanakkor lehet valaki úgy is tehetséges matematikából, hogy nem tudja előadni a meglátásait, de mindig olyat vesz észre, amit mások nem. Éppen ezért fontos, hogy a tehetséget ne valamilyen sztereotípiá alapján próbáljuk beazonosítani, hanem az egyedi tulajdonságai alapján.

- Részt veszel néhány Európa Uniós projektben, amelyek a matematikatanítás érdekesebbé tételét célozzák meg. Foglald össze pár szóban, melyek ezek, mit tartalmaznak, és miért vállaltad el? Mit remélsz a projektektől?

Az elmúlt 3 évben részt vettem a DQME II nevű projektben. Ennek a részletesebb neve a Developing Quality in Mathematics Education II, vagyis Minőségfejlesztés a matematika oktatásában. Ennek a projektnek a célja elsősorban olyan tananyagok fejlesztése volt, amelyek a matematika alkalmazáscentrikus tanítását segítik. Itt mi is kipróbáltunk több olyan tananyagot, ami bevált más országokban és mi is fejlesztettünk saját tananyagokat. Az egyik felmérésünkben épp a diákok kitartását vizsgáltuk (egy elemi feladaton, amely valamilyen mennyiség kimérését célozta meg) és azt tapasztaltuk, hogy a legtöbb 5-8 osztályos diák nem hajlandó végrehajtani 10-15 sablonos lépést egymás után, még akkor sem, ha sejti, hogy ezzel meg is lenne a megoldás. Ugyanakkor azok a diákok, akik megoldották az első ilyen jellegű feladatot, nem voltak hajlandók egy hasonló, de nagyobb számokat tartalmazó feladatban ugyanannyi lépést végrehajtani. Ráadásul „Megtelt az agyam” stílusú megjegyzéseket írtak, ami arra utal, hogy a

100-as számkörben nem végzik megerőltetés nélkül az összeadást és a kivonást. Mindez annak a következménye, hogy az általános iskolai tananyagot leegyszerűsítették és sok helyen gyakorlatilag csak a képességvizsgára edzenek. Ezt úgy lehet elképzelni, mintha egy súlyemelő csak arra edzene, hogy felemeljen két vizesvödört. A projekt keretén belül vizsgáltunk több érdekes és bonyolult, valós élethelyzetből fakadó problémát (pl. gyógyszer adagolási sémák létrehozását, Poncelet poligonok számítógépes generálását az ingamozgás szimulálásával stb.) és írtunk 3 érdekes tanulmányt. A másik projekt 2010-ben indult, 4 éven át tart, az Európai Unió finanszírozza. A projekt neve PRIMAS (Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education Across Europe) és fő célja egy átfogó változást előidézni a matematika és a tudományok tanítása területén a kíváncsiság vezérelt oktatás (Inquiry based learning/teaching) előtérbe helyezésével. Ebben a projektben 12 ország 14 intézménye tevékenykedik. Diákokkal, tanárokkal, szülőkkel és politikusokkal való együttműködést szeretnénk és hosszútávon működő továbbképzőket szervezünk a kíváncsiságvezérelt matematika (fizika, biológia, kémia) oktatás lehetőségeiről. A diákokkal már eddig is több nagyon sikeres tevékenységet bonyolítottunk (pl. a SimpleX által szervezett táborokban), eredményeinket több konferencián is bemutattuk és hamarosan egy könyvet is megjelentetünk az eddigi tananyagokkal, tapasztalatokkal. Érdemes követni a www.primas-project.eu honlapot, amely a projekt hivatalos honlapja. Az egyik tanulmányunk a Happy Cube puzzle elemzése a Nieuw Archief voor Wiskunde nevű lapban fog hamarosan megjelenni holland nyelven. Ebben a dolgozatban gyakorlatilag azt igazoltuk (a diákokkal végzett több éven át tartó munka alapján), hogy a Happy Cube nevű puzzlekészlet nehézség szerinti klasszifikációja nem helyes, tehát a gyártó belga cég sorrendje nem felel meg a valóságnak. Azok a kockák, amelyeket nehéznek tartanak a valóságban nem annyira nehezek. A projekt hosszú távú hatásaként azt szeretném elérni, hogy a matematika tanításának szemléletmódja változzon, többet engedjük a diákjainkat önállóan keresgélni, próbálkozni, sejtéseket megfogalmazni, elemezni. Ehhez persze szükség van a tananyag szerkezetének megváltoztatására is és ez nem egy kis feladat. A projekt során 5 romániai esettanulmányt kell elkészítenünk, az egyik a Márton Áron Líceumról fog szólni. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a matematika és a tudományok oktatását fogjuk folyamatosan monitorizálni a következő 4 évben. A projekt helyi igazgatását alapján véve azért vállaltam el, mert a kíváncsiság vezérelt oktatás az én saját stílusomhoz a legközelebb áll, mindig is ennek szellemében tanítottam, igaz mindenféle elméleti háttér nélkül, de mégis úgy gondolom, hogy ennek a szemléletmódnak az előnyeiről és a nehézségeiről lényeges tapasztalataim vannak, amelyeket érdemes megosztani minél több kollégával. Erre kínál kiváló lehetőséget ez a projekt.

- Mit szolgál az a tehetség gondozó foglalkozássorozat, amelyeket a Márton Áron Gimnáziumban vezet: tehetségek felkutatását, megmozgatását, fejlesztését? Milyen eredményt vársz ettől a tevékenységtől?

Úgy gondolom, és ezt az eddigi tapasztalatom alátámasztja, hogy tehetségek mindig is voltak, vannak és lesznek és ez igaz a legtöbb erdélyi líceumra. Az más kérdés, hogy sikerül-e a lappangó tehetségeket mozgásba lendíteni, életminőségükön egy epszilon-nyit javítani. A matek körök eddigi tagjainak visszajelzései alapján (ez hamarosan olvasható lesz a SimpleX Egyesület honlapján) állíthatjuk, hogy ezek a tevékenységek nemcsak azoknak jók, akik később matematikusok lesznek, vagy reálértelmiségiek, hanem azoknak is nagyon hasznos, akik később teljesen más jellegű szakmát választanak. Ez azért van, mert ezeken a foglalkozásokon nemcsak matekról van szó, itt gyakorlatilag egy értelmiségi létforma megalapozására törekszünk. Így hosszú távon azt szeretném, hogy 20, 40, 60, 80 illetve 100 év múlva legyenek Erdélyben olyan

értelmiségiek, akik ezeken a tehetséggondozó tevékenységeken edződtek (vagy ezek folytatásán) és a „Non recuso laborem” szellemében vállalják Erdélyben (és persze a világon máshol is) az értelmiségi létforma átörökítésének terhét. Ilyen szempontból elmondhatom, hogy az elmúlt 20 év meglehetősen gyümölcsözőnek bizonyult, több olyan matematikatanárt, szakembert, kutatót és egyéb értelmiségit tudunk megemlíteni, akik valamikor a szakköreink tagjai voltak. Azt szeretném, hogy ez a továbbiakban is így legyen.

- Mi a véleményed az erdélyi matematikaoktatás jövőjéről?

Annak van jövője, aki álmodni mer, és aki az álmaiért még dolgozni is hajlandó, annak lesz is jövője. Mondom mindezt annak a tudatával, hogy vigyáznunk kell, mit álmodunk, mert a bekövetkezett álmok a legsúlyosabb terheket róják ránk. Így hát azt is mondom, hogy hinnünk kell az emberekben és hinnünk kell abban, hogy a jövő egy közösségi jövő, amelyben gyerekeink megtalálják és megállják majd helyüket, átörökítik és átértékelik a hagyományainkat és úgy cselekszenek majd, hogy az asztrálsík végtelenéről nézve elődeink is kék színű fényt sugározhatnak mindenfelé. Szervezetek és rendszer szinten már korántsem ilyen egyszerű, a tanároknak szükséges felzárkózni a modern technológia szintjére, minden lehetséges kommunikációs csatornát (web, facebook, twitter, ...) értelmesen ki kell használni a lokális közösség felépítésének érdekében, különben diákjaink inkább mindenféle virtuális álközösségek tagjaivá válnak és az emberi kommunikáció alapvető csatornáit annyira elsatnyulnak, hogy a tanítás lehetetlenné válik. Nem tudom, hogy fog kinézni az oktatás 1000 év múlva, de az tény, hogy a Pitagorász tétel (és a jelenleg létező matematika nagy része) jelenlegi formájában akkor is érvényes lesz, csak esetleg teljesen más részeket fognak tanítani (pl. fejszámolás helyett kódfejtést, rövidített számítási képletek helyett neuronhálós szimulációkat, síkgeometria helyett általános relativitás elméletet, ...). Ha viszont csak a következő 50 évre gondolunk, akkor világosan körvonalazódik, hogy az intuíció eddigi formáit kötelező módon ki kell egészíteni a számítástechnika által nyújtott lehetőségekkel (szimulációk, számítógépes kísérletek, hálózatelmélet, ...) és a matematika tanítása során meg kell találni annak módját, ahogyan a konkrétumok, az észlelés szintjéről eljutunk az absztraktumok szintjére. A társadalom számára egyre fontosabbá kell válnia az oktatásnak és az oktatáson belül az elitoktatásnak, a tehetséggondozásnak. Ugyanakkor a helyi társadalom elsődleges célként kell maga előtt lássa, hogy a kitermelt tehetségek lokális integrációját, megbecsülését. Elitoktatás és elitintegrálás nélkül nincs fennmaradás, csak asszimilálódás, globalizálódás, uniformizálódás. A tanítás egyszerre fog alkalmazás-centrikussá és absztrakttá válni. Ennek magyarázata a felhasznált eszközökbe beépített egyre absztraktabb matematika, amit viszont egyre kézzelfoghatóbb módon alkalmazunk. Ha a tanárok nem készülnek erre fel, akkor könnyedén előfordulhat, hogy az iskolai rendszer létét veszélyeztetik. Gondoljunk arra, hogy manapság is lehet hordókat kapni, mégis kevés a kádár.

- Mind a honlapodon, mind a Márton Áron Gimnázium által kiadott *Tovább a hajóval* (Csíkszereda, 2010) című kötetben olvashatók András Szilárd-versek. Miért ír verset a matematikus? Hogyan látod irodalom és matematika kapcsolatát?

A válasz egyszerű: szórakozásból. Eredetileg csak önmagamnak írok, nem törekszem semmiféle irodalmi értéket létrehozni. A verset csak egy kifejezési formának tekintem, van, amit ebben a formában tudok a legegyszerűbben kifejezni. Néha megszabadít egy kis belső feszültségtől. Különben úgy gondolom, hogy az irodalmárok túlzottan kisajátították ezt a kifejezési formát

(akárcsak a matematikusok a matematikát), egy időben gondolkodtam azon, hogy indítok egy web-es portált, ahol csak reál értelmiségiék publikálhatnak vers alakú közleményeket. Úgy érzem egyre több olyan ember van világszerte, aki értékelni is tudná az olyan verseket, amelyeknek a háttérében ezoterika, fizika, matematika, természettudomány és hasonló állnak. Vagyis az olyan verseket, amelyek a világ azon részeiről szólnak, amelyet egy irodalmár nem valószínű, hogy érezni tud. Az irodalom és a matematika közti analógiáról már korábban is szóltam, azt talán érdemes kihangsúlyozni, hogy a kapcsolat sokkal mélyebb, ne feledjük, hogy alig több mint 100 évvel ezelőtt nem számított művelt embernek az, aki gondolatait nem tudta latinul versbe szedni és nem tudott néhány alapvető matematikai tételt. Csak úgy halkán megkérdeném, hogy a jelenleg humán szakterületen végzők a filozófia hányadik századi megértésénél akadnak végérvényesen el a természettudományos és matematikai ismeretek hiányossága miatt. A matematika művelése nagyon hasonlít a versíráshoz, mindkét esetben egyéni látásmódot ábrázolunk mások által is érthető eszközök segítségével, bizonyos formai és esztétikai szabályok szigorú betartásával (pl. tömör kifejezésmód). Természetesen a vers annyival gazdagabb, hogy olvasásakor mindenki azt gondol, azt asszociál, amit akar. Ez ugyanakkor szegénység is, hiszen az eredeti üzenet (amikor van ilyen) elvesztődhet. A matematikában ez fordítva van, fontos, hogy az eredeti üzenet ne vesztődjön el és persze ezen kívül még asszociálhatunk, általánosíthatunk, amit épp tudunk. Eszterházy Péter szavait idézve “a matematika nem valami távoli érthetlenség, amelyhez külön ész kéne, ugyanavval az (egy szál) eszünkkel közelítünk a regényhez, mint őhozzá. A matematika is a létezésünkről, annak gazdagságáról ad hírt. Mindig ugyanarról beszélünk, hol Flaubert, hol Bolyai, hol Pilinszky, hol [Gödel](#) hangját halljuk. Ha fülelünk.” Ízelítőül (vagy házi feladat gyanánt) mellékelek néhány hangulatverset, nem kötelező őket integrálni, de akár lehet is. Tekintsük úgy őket, mint egy Don Quixote követő leveleit.

I.

*Hátamra vettem az óceánt, álmomban
vele jött a föld is nyomban
s mi eddig eltartott a hátán
rámtelepedett, mint a Sátán*

*Így mindazt, ami eddig lényemet rengette,
vele eggyé válva ringatom
S mint gerjesztett állapotában az atom
sajátfrekvenciám változtatom*

*S bár eddig énvalóm önvalómat kergette
ez utóbbi összes tette
az én-bárkát mégis zátonyra tette,
így született meg a tudatom*

*Hullámok hátán hullámok
hullám hátán a hullám*

*hullám hátán hullámok
vízbe fült árokfutó álmok*

II.

*Előző ugrásaiból összeáll a
Tudat,
mely egyszer csak meghasad.
Előbb csak kétfőbe, négybe
harminckétfőbe,
aztán szétfoszlik végtelen sok részre.
S ha változását befogadjuk,
megszámlálhatatlan
és egymástól elkülöníthetetlen
kvantumra szakad,
szétzúzva a lehetőségeket, lehetetlenségeket
és döntéseket
által szabott összes gátat.
Más kvantumok közt elvegyülve
Elégséges EGYETLEN szinkronizált pár
és az összes többi ezek köré áll
önmagukat összeolvasztva egy új
Tudatba,
amely egyszer csak...*

III.

*A fák mintázata
táptalajuk elektromos
kísüléseinek alakját követi*

*Mi is fák vagyunk
Tudatunk a táptalajunk
Kísüléseink hullámhossza
sorainkat megosztja*

*Tudatunk osztottságából magát újratölteti
hadd legyen azonos
minden változata*

*Az eredetihez képest minden változat torz
egyébként maga az azonosulás torz
Míg a tudatból mindent ki nem kötörsz.*