

Edward Frenkel: *Csók és matek. A világ rejtett szíve*. Typotex, 2016; ISBN: 9789632798554

„Van valahol egy rejtett világ. A szépség és elegancia eldugott univerzuma, amely ezer szállal kötődik a mindennapi világunkhoz. Ez a matematika világa. És ez legtöbbünknek láthatatlan. Ez a könyv meghívó ennek a világnak a felfedezésére.”

Frenkel nyitó mondata. És

„Ne érts félre! Attól, hogy elolvasod ezt a könyvet, még nem válsz matematikussá. Még azt sem mondom, hogy mindenkiből legyen matematikus. Tudhatod, ha megtanulsz néhány húron pötyögni, még nagyon kevés dalt fogsz tudni eljátszani a gitárodon. Nem te leszel a világ legjobb gitáros, csak egy picit gazdagabb les az életed. Ebben a könyvben megmutatom neked a modern matematika húrjait, amelyeket eldugtak előled. És megígérem, hogy gazdagabb les az életed. Céloom úgy mesélni el mindent, hogy meg is értsd.”

(Forrásmegadás nélküli idézetek a könyvből,
kiemelések a recenzió szerzőjétől.)

Nagyon nem szokásunk itt viszonylag régebbi kiadású könyvekről szólni, de ezzel mindenképp kivételt kell tenni: a matematikáról laikusoknak (is) szóló művek egyik modern klasszikusa, és még nagyon jó, olvasmányos is.

Frenkelről, a honlapjáról: „A University of California, Berkeley matematikaprofesszora. 1997-ben a Harvard University-ről jött át. Az *American Academy of Arts and Sciences* tagja, *Fellow of the American Mathematical Society* (az AMS ismertetője szerint 'ebbe a kategóriába azokat fogadják be, akik kimagasló hozzájárulást tettek a matematika terén az alkotásban, annak ismertetésében, előbbre vitelében, kommunikációjában, illetve a matematika hasznosításában' – Osman P.), és a *Hermann Weyl Prize díj kitüntetettje* a matematikai fizikában. ('E díjat azok a 35 év alatti tudósok kaphatják, akik jelentős tudományos értékű eredeti művet alkottak a fizika szimmetriák révén történő megértése terén.' – https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789814518550_0006 – Osman P.)

Frenkel a kutatását a matematika és a kvantumfizika találkozási terén végzi, különös hangsúllyal a Langlands programra, amelyet ő a matematika Nagy Egyesített Elméleteként ír le. Három könyve jelent meg, és 90+ tudományos cikke akadémiai folyóiratokban. Munkájáról világsszerte tart előadásokat, YouTube-videói nézők millióit nyerte meg.

Csók és Matek c. könyve a New York Times bestsellere volt, az Amazon és az iBooks az év legjobb könyvei egyikének nevezte, megkapta az American Mathematical Society Euler könyvdíját (Wikipedia: 'matematika témájú kiemelkedő könyvnek adják, amely képes lehet javítani a területről a közvéleményben kialakult képet' – Osman P.). 18 nyelven már kiadták, további kiadásokkal előkészületben.”

S ha egy kiemelkedő tudású matematikaprofesszor könyvének a Csók és matek (eredetiben Love and Math) címet adja, akkor vagy igencsak vagány, vagy kiváló marketinges – alkalmasint mindkettő egyszerre.

Peter Woit elméleti fizikus, a Columbia University matematika-tanszékének egyik vezető előadója (a húrelmélet kritikusa, aki az arról szóló könyvének a Mégcsak téves sem címet adta, s e címmel ír blogot) írja Frenkel könyvéről: „Frenkel részletes történetet kínál arról, milyen szerelembe esni a matematikával, majd elmélyülten művelni azt, hogy végül az ember a legmagasabb szinten foglalkozzék e tudománnyal. Az út során pedig sok különféle dologról számol be a könyv, s mindegyikük igencsak érdekes.” (Forrás: Wikipedia)

Manapság a nagyközönségnek szóló szakkönyvek fordításai finoman szólva nem mindig ütnek meg az elfogadható mértékét. Jóllehet Typotex-könyvre ilyen panasz sohasem lehet, e könyv fordítói még így is megérdemlik a kiemelést, hiszen maguk is kimagasló matematikusok (ami az Olvasónak is garancia a biztosan szakszerű, jó fordításra). Fordította:

- Michaletzky György – egyetemi tanár, ELTE Valószínűségelméleti és Statisztika Tanszék,
- Rejtő Lídia – University of Delaware, Department of Applied Economics and Statistics – [Full] Professor of Statistics, Director of StatLab,
- Tusnády Gábor – Széchenyi-díjas magyar matematikus, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja,
- a fordítást szakmailag ellenőrizte Stipsicz András, az MTA levelező tagja, matematika- és számítástudományok.

A fordítók előszavából: „Ebben a könyvben egy hús-vér fiatalemberrel ismerkedhetünk meg, akinek az *eredményei révén belecseppenhettünk a modern matematika közepébe.*” – Csak nem megijedni – a könyv nagy részét a laikus is megérti, ha nem is a legmélyebb részletekig!

A Typotex ajánlójából: „A Csók és matekban a matematika nagy felfedezéseinek története egy kalandos sorsú fiatalember – a szerző – élettörténetével fonódik egybe. *Edward Frenkel a matematika megismertetésének elkötelezett híve. Az a véleménye, hogy matematikai tudás hiányában egyre kevésbé érthetjük a világot, és ez a tény eleve korlátozza a szabadságunkat. A közelmúlt gazdasági-pénzügyi válságainak okait is arra vezeti vissza, hogy a közgazdászok alkalmazták ugyan, de nem értették a matematikai módszereket. Mindezen problémák a matematikaoktatásban gyökereznek, mivel annak módszertana oly felszínes és sekélyes, mintha csak Picasso művei helyett festett kerítéseket nézegetnénk. (Ezekre később visszatérünk – Osman P.) A könyv címét az az óhaj ihlette, hogy betemesse azt a szakadékot, mely az emberek matematikához, illetve szerelemhez fűződő viszonya között tátog.*”

Frenkel a címről: „Szerencsés voltam, a gimnázium utolsó évében megismertem egy hivatásos matematikust, aki megnyitotta előttem a matematika mágikus világát. Megtanultam, hogy a matematikában végtelen sok lehetőség van, ugyanakkor elegáns és szép, mint a költészet, a művészet és a zene. *Szerelmes lettem a matekba.*” – Itt jól kibukik, hogy a magyar cím nem szerencsés. Az eredetiben a szerelem – love – szerepel, ahogy Frenkel is „belesze-

retett” a matematikába. Sok nagy matematikus élettörténete mutatja – és minden bizonnyal sok amatőrre is –, hogy a matematika iránti szerelem örök lehet. A szerelemhez képest frivol csók ezt nem adja így vissza.

Expozíció: „Nézzük a következő paradoxont: a matematika át- meg átszövi a mindennapi életünket. Ha vásárolunk valamit online, vagy keresünk valamit az interneten, vagy GPS alapján tájékozódunk, akkor mindez valójában matematikai formulák és algoritmusok segítségével történik. Közben a legtöbb ember fél a matematikától. Hans Magnus Enzensberger költő szavaival a matematika ’fehér folt a kultúránkban – idegen terület, ahol csak a kiváltságosok, a kevés beavatott érzi jól magát’. Ahogyan mondja, igen ritkán ’találni olyan embert, aki határozottan állítaná, hogy elviselhetetlen szenvedés számára a regény-olvasás pusztá gondolata, egy festmény vagy egy film megtekintése’. Ugyanakkor értelmes, tanult emberek gyakran kijelentik, mégpedig büszkén és kihívóan, hogy a matek tiszta gyötrelem, már-már rémálom számukra, ami teljesen letöri az embert. Hogyan lehetséges ez az ellentmondás? Két fő okot látok. Először is a matematika sokkal elvontabb, mint a többi tudomány, így kevésbé megközelíthető. Másodsor, *az iskolában csak igen kis részét tanuljuk a mateknak, annak is a legnagyobb hányada már több mint egy évezrede ismert. A matematika hihetetlen sokat fejlődött azóta, de a modern matek kincsei legtöbbször elöl rejtve vannak.*” – Valóban. Az még úgy-ahogy érthető, hogy nagyon sokak számára a matematika „fenség / Észak-fok, titok, idegenség, / Lidérces, messze fény, / Lidérces, messze fény.” (Ady Endre: Szeretném, ha szeretnének), hiszen maga Frenkel is nehezebben megközelíthetőnek mondja. Nagyon is lehet „a természet nyelve”, ám valószínűleg nem természetes nyelve az embernek – absztrakciókra épülő természete és szigorú logikája meglehetősen távol áll a benne nem eléggé járatos legtöbbször gondolkodásától. Ez erősen meghatározza a matematikatanulás megítélését a közgondolkodásban, így mire a gyermek eljut odáig az iskolában, hogy tantárgyként találkozzék vele, már benne munkál a tanult félsz, előítélet. S hogy az idegenkedés oka az lenne, hogy az iskolában keveset tanítanak belőle? Alighanem inkább az, hogy rosszul tanítják (és ezért a világ csodájaként tiszteljük, ha egy-egy jó tanár keze alatt matematikát értő és szerető gyerekek nőnek fel). Ki-ki megítélheti: mennyit tanítottak neki az iskolában – legyen az akár egyetlen is, ha nem matematika-, netán fizikaszakra járt – a matematika szigorú szabályairól, azok fegyelmezett alkalmazásairól (és ez egy „bináris” világ abban az értelemben, hogy a feladatok megoldása vagy jó, vagy nem, nincs „kicsit rossz”, és nem lehet a hibát utólag „kidumálni”). E sorok végén pedig idézzük egy matematikus születését – Frenkelét.

Hová lettek a szép idők, midőn a régi görögök úgy múltatták számelméleti stúdiumokkal az időt, sok egyéb közt a „barátságos számokkal”, ahogy mai daliás utódaik meccsnézéssel és hasonlóan elmélyült szórakozásokkal? És akkor még itt vannak azok a felettébb fura mai sznobok is, akik azzal mutatják finom lelküket, hogy milyen távol áll tőlük a matematika.

A matematika teremtő ereje: „Általános tévhit a matematikával kapcsolatban, hogy *csupán mint eszköz használható*; mondjuk, ha egy biológus kutat, adatot gyűjt, akkor megpróbál felépíteni egy matematikai modellt, ami illeszkedik az adataira (ezt talán matematikus segítségével teszi meg). Bár ez fontos alkalmazási terület, *a matek ennél sokkal többet kínál*, olyan felfedezéseket tesz lehetővé, amelyek új alapokat teremtenek, paradigmákat döntenek meg, amelyek máshogy el sem képzelhetők. Például Albert Einstein nem adatokra próbált egyenleteket illeszteni, amikor megértette, hogy a tömegvonzás okozza a tér görbületét. Ilyen adat nem létezett. Abban az időben senki sem tudta elképzelni, hogy a terünk görbül, mindenki úgy tudta, hogy a világunk nem görbe. De Einstein megértette, hogy ez az egyetlen út: általánosítani kell a speciális relativitáselméletet nem inerciális rendszerekre; majd ezt a követelményt zseniális módon kiegészítette egy másikkal, nevezetesen hogy a tömegvonzásnak és gyorsulásnak ugyanaz a hatása. Ez magas szintű intellektuális feladat volt a matematika birodalmában. Einsteinnek igaza volt – világegyetemünk valóban görbült, sőt még tágul is. *Ez a matematika ereje, erről beszélek.*” – Ebben az erőben a csoda és a csapda. A csoda, hogy a matematikus egy szál papírral és egy ceruzával – s persze a tudásával – új világokat építhet fel, azokban új felfedezéseket tehet, tanulmányozásukkal a valós világunkban is alkalmazható, annak megismerését vagy épp az abban előálló feladatok megoldását segítő összefüggéseket és eszközöket-módszereket ismerhet fel. Megalkothatja a kvantumfizikát, s annak segítségével feltalálhatja a tranzisztort, majd a mind fejlettebb elektronikai eszközök növekvő seregét – s ennek csupán egy „apró” eredménye, hogy egy közepes okostelefon ma messze többet tud, mint pár évtizede egy nagy teljesítményű számítógép. A matematikus a tudásával, modelljeivel, összefüggéseivel a *lehetséges dolgok világában* kutathat, s addig álmodni sem mert eredmények létrehozását alapozhatja meg. S a csapda? Hogy mindezt olyan „nyelven” teszi, amelyet csak a beavatottak értenek, s roppant kevés átjárása van a természetes nyelvekhez – ami bennünket, szegény kívülállókat igen hatékonyan elzár mind-ezek érdemi megértésétől.

Mind több tudományág alapjává válik: „A történelem azt mutatja, hogy a matematikai gondolatok egyre gyorsabban változtatják a tudományt és technikát. *Matematikai elméletek, melyeket kezdetben elvontnak és ezoterikusnak tartottak, később nélkülözhetetlenné váltak az alkalmazásokban.*” Charles Darwintól idézi Frenkel: „Egy újabb érzékre tesznek szert azok, akik ezzel a tudással vannak megáldva.” – A fejlődéssel mind több tudományág vált át a klasszikus eszköztáráról arra, hogy matematikai eszközökre, így pl. modellezésre, analízisre, statisztikán alapuló elemzésre támaszkodjék. Ez nem csekély mértékben egzaktabbá teszi azokat, és – bocsáttassék meg az eretnek szó! – gyakran logikusabbá is.

„*Kedves olvasó, ezzel a könyvvel azt akarom elérni nálad, amit a tanárim és mentoraim nálam, azaz meg akarom láttatni veled a matematika erejét és szépségét, képessé szeretnék tenni téged, hogy belépj ebbe a varázslatos világba, ahogy én tettem, még akkor is, ha sohasem használtad a matek és csók szavakat ugyanabban a mondatban. A matematika*

ugyanúgy bele fog kerülni az életedbe, a bőröd alá, ahogy nekem, és a világlátásod gyökeresen meg fog változni.”

Kimeríthetetlen aranyfazék – az Óperencián túl: „A matematikai tudás merőben különbözik minden más tudástól. A fizikai világról alkotott képünk talán mindig torzított lesz, de a matematikai igazságok sohasem azok. (Ez így túlzás: fizikai igazságaink legalább nagy része is helytálló, és a fejlődés, az új felfedezések inkább azok értelmezési tartományát szűkítik le. A relativitáselmélet sem törölte el a klasszikus fizikát, amint a kvantumfizika sem a hagyományos kémiát, csak finomított rajta. S végül is, matematikai igazságok is ’élszenvedtek’ hasonló korlátozást – Osman P.) Egy matematikai képlet vagy egy tétel mindenkinek, mindenhol ugyanazt jelenti – lényegtelen, férfi vagy-e vagy nő, milyen a vallásod vagy a bőröd színe; és mindenkinek ugyanazt fogja jelenteni ezer év múlva is. És ami még nagyon fontos, hogy egy csapásra mindannyiunké. Senki sem szabadalmaztathat egy matematikai formulát, az mindannyiunk közös értéke. Nincs más a földön, ami ennyire mély és különleges – mégis mindenki számára könnyen elérhető. Szinte hihetetlen, hogy a tudásnak ilyen szinte kifogyhatatlan tárháza létezik. Túl drága ahhoz, hogy ráhagyjuk a ’kiválasztott kevesekre’. Mert mindannyiunké.” – Hogy maga a matek lenne mindannyiunké, ez sajnos csak azokra igaz, akik képesek megérteni, végigküzdi e tudásért a hozzá vezető hosszú utat. Olyan ez, mint a zene. Bach Karácsonyi oratóriuma, vagy épp egy magyar népdal mindenkit megragad az európai kultúrkörben, aki kicsit is fogékony a zenére. A 20. század zenéjének nagy részét azonban csak sok, kitartó tanulóval kezdjük megszeretni. Az eredmények hasznosításának gyümölcseiből viszont valóban – a helyzetünktől függően – osztozhatunk. Például, a legszegényebb országok legszegényebb emberei számára most egy számukra igen hasznos előrelépés, a mobiltelefonos bankolás lehetőségét igyekeznek megteremteni – és ez a matematika szintiszta megtestesülése! –, mert mobiljuk már nekik is van.

„Ebben a könyvben az egyik legnagyobb gondolatot vázolom, amely a matematikában az utóbbi ötven évben született: ez a Langlands-program, amiről sokan úgy gondoljuk, hogy a matematika nagy egyesített elmélete. Ez nagyon izgalmas elmélet, amely kapcsolatot sző a matematika látszólag fényévekre levő ágai: az algebra, a geometria, a számelmélet, a függvénytan, valamint kvantumfizika között. Ha úgy tekintünk ezekre a témákra, mint a matematika rejtett világának a földrészeire, akkor a Langlands-program az az eszköz, amely átvisz az egyik földrészről a másikra, és vissza is hoz onnan.

A Langlands-programot az 1960-as évek végén Robert Langlands kezdeményezte, ő az a matematikus, aki Princetonban Albert Einstein szobájában dolgozott. Ez a program a szimmetria alapvető matematikai elméletén alapszik. Ezt az elméletet két évszázaddal korábban egy francia fiatalember vetette papírra húszéves korában, mielőtt megölték egy párbajban. (Évariste Galois-ra utal. – Osman P.) Az elméletet később egy újabb lélegzetelállító felfedezés gazdagította, amely nemcsak a nagy Fermattétel bizonyításához vezetett, de a számokról és egyenletekről való gondolkodásunkat is forradalmasította. Ezt követte annak felismerése, hogy a matematikában is van rozetta-kő, és még mindig tele van rejtélyekkel és metaforákkal.

Ezeket az analógiákat követve, mintha a matematika rejtett szakadékaiban bolyonganánk, a geometria és a kvantumfizika birodalmába hatolunk be, rendet és harmóniát teremtünk ott, ahol addig csak káosz volt. Ezekről fogok írni, és bemutatom a matematika olyan ritkán látott oldalait, amelyek lelkesítőek, tele vannak ötletekkel és hihetetlen felismerésekkel.

George Cantor, a halmazelmélet atyja írta: *'a matematika lényege a szabadság'*. (Nézve a folytatást is, ez alighanem kettős értelmű. Az egyik János evangéliumának híres tétele: *'És megismeritek az igazságot, és az igazság szabadokká tesz titeket.'* (János 8,32) A matematika, ha szólni engedik, valóban az igazságot tárja elénk. Persze ehhez tudni kell kezelni – lásd pl. a statisztikát és buktatóit, valamint gazdag trükközési lehetőségeit. A másik, amint Frenkel is írja a továbbiakban, a matematika ott virágozhat, ahol szabad a kutatás, a vizsgálódás, a dolgok lényegének feltárása, s a nyílt beszéd az eredményekről, megállapításokról – Osman P.) *Arra tanít, hogy a valóságot vizsgáljuk, a tényeket; és kövessük őket, bárhova vezetnek is.* Megszabadít a dogmáktól és előítéletektől, fejleszti az innovatív képességeinket. Így teremtem olyan eszközöket, amelyekkel feltárhatjuk a dolgok lényegét. *Aztán, hogy ezeket az eszközöket helyes vagy helytelen célok szolgálatába állítjuk-e, az egészen más kérdés.* Például nemrég gazdasági válsághoz vezetett bizonyos pénzügyi matematikai egyenletek felelőtlen alkalmazása. Sok döntéshozó, aki matematikai analfabéta volt, merő mohóságból arrogánsan hagyatkozott ezekre az egyenletekre, egészen addig, amíg az egész rendszer majdnem összedőlt. Felhasználták az információ megszerzéséhez való aszimmetrikus viszonyukat, blöfföltek ezekkel az egyenletekkel abban a reményben, hogy mások úgysem értik. Talán, ha néhányan hamarabb megértették volna ezeknek az egyenleteknek a feltételeit, nem boldíthattak volna minket ilyen sokáig.”

Megfontolásra az idézetekhez, más megközelítésként: alighanem helytálló korunk meghatározó realitásának mondani, hogy a gazdaságot ténylegesen uraló erők követik – vakon is – a maguk érdekeit, s amikor ez összeütközik a termelési mód sajátosságaival vagy korlátaival, ideértve természetesen a piacgazdaság működését is, kitör(het) a válság. Bármilyen egyenletekre utal itt Frenkel, azok a döntéshozók egyszerűen követték, amire a gazdálkodási mód vezette őket, követték a tőke logikáját. Sem a hírheft dot.com buborék, sem a 2008-as nagy pénzügyi válság nem valamiféle matematikaalapú, hibás stratégia következménye volt. A nagytőke, amely formálja a modern gazdaságot, olyan, mint a cápa: folyamatosan úsznia és vadásznia kell, mert úzás nélkül megfullad, állandó zsákmányolás nélkül éhen hal. A menedzsmenteket pedig, ritka kivétellel, kíméletlenül szorítja-vezeti a rövid távú teljesítménykényszer: ha nem érnek el minden mérési pontban jó gazdasági eredményt, ha nem növekszik a cég részvényeinek piaci ára, ha nem teljesítik az osztalékélvárásokat, a tulajdonosok kíméletlenül elzavarják őket, de legalább is bukják jövedelmük nagy részét. És roppant jellemző: „Egyenletek és információk”: a 20. század egyik legnagyobb hatású csődje, a Long Term Capital Management fedezeti alap felívelése és bukása kevés híján összeomlás szélére sodorta a globális pénzügyi rendszert, pedig tevékenysége elméleti alapját közgazdasági Nobel-díjjal elismert eredmények adták, s a díjazottak tagjai voltak a cég

igazgatótanácsának, a cég azonban olyan történésekbe bukott bele, amelyek eshetőségével nem számoltak. A 2008-as nagy pénzügyi válságot is a főszereplők kapzsisága idézte elő a de facto értéktelen követelések értékpapírosítására épített trükközésekkel.

„*A matematika mindannyiunké*”: „A matematikát úgy kapjuk, hogy a szigorúsághoz hozzáadjuk az intellektuális teljesség és a tényekre való támaszkodás szorzatát. *Mindannyian hozzáférünk a matematikai ismeretekhez, a matematika eszköztárhoz, és ez megvéd minket attól, hogy néhány kivételezett hatalmasság önkényes döntésének legyünk az áldozatai. Ahol nincs matematika, ott szabadság sem lehet. (E szavakban valóban a szerelem lángol – Osman P.) A matematika ugyanúgy a kulturális örökségünk része, mint a képzőművészet, az irodalom és a zene. (Talán még inkább, mert sokkal inkább egyetemes, kulturális háttértől függetlenül mindenkire szól – Osman P.) Emberek lévén, izgat a vágy, hogy valami újat fedezzünk fel, új értelmet találjunk, jobban megértsük az univerzumot, amelyben élünk, és megtaláljuk a helyünket benne. Sajna nem fedezhetünk fel új földrészeket, mint Kolumbusz, vagy léphetünk elsőként a Holdra. Mit szólnál, ha azt mondanám, nem kell vitorlásra szállnod, nem kell óceánokat átszelned vagy kirepülnöd az úrbe ahhoz, hogy felfedezd a világ csodáit? Ezek a csodák itt fekszenek előttünk, átszöve napjaink tényeivel. Bizonyos értelemben bennünk rejlenek. Matematika irányítja az univerzum folyamatait, ott bujkál a formákban és ívekben, mindennek az alapja a piciny atomoktól a legnagyobb csillagokig.” Ha bizonyára nem is irányítja, képes azokat úgy visszatükrözni, hogy megismerhessük, megérthessük, s e tudást felhasználhassuk. Az égi mechanika ismerete nélkül nem lennének műholdjaink, s hosszú lenne sorolni, műholdak nélkül mi minden nem lenne modern eszközeink közül.*

A matematika tisztán szól: „Ugyanazt jelenti mindenkinek, aki tanul róla. Természetesen, ha meg akarjuk érteni, meg kell tanulnunk azt a nyelvet, amelyen róla beszélnek, és ez a matematika nyelve. De ezt a nyelvet bárki megtanulhatja. Hasonlóan, ha meg akarod érteni René Descartes 'Je pense, donc je suis' mondatát, értened kell a francia szavakat (legalább azokat, amelyek ebben a mondatban szerepelnek) – s erre bárki képes. Ennek a mondatnak azonban, ha egyszer megértettük, különböző értelmezései lehetségesek. Továbbmenve, az egyes emberek ezeket az értelmezéseket vagy elfogadják, vagy nem. Ezzel szemben *egy logikailag konzisztens matematikai kijelentés értelme nem* függ annak interpretációjától. *Továbbá, az igazsága szintén objektív.* Általában egy konkrét kijelentés igazsága függ attól az axiómarendszer-től, amelyben megfogalmaztuk. Ebben az esetben maga ez a függés objektív. Például az a kijelentés, hogy 'a kerek asztal szimmetriáinak a csoportja a kör', igaz mindenki számára, bárhol és bármikor. Más szavakkal, *a matematikai igazságok szükségszerűek.*”

„Az előzővel szorosan összefüggő tulajdonság a *tartósság*. Senki sem kételkedik abban, hogy *Püthagorasz tétele a régi görögöknek ugyanazt jelentette, mint nekünk, és minden okunk megvan feltételezni, hogy a jelentése a jövőben sem fog megváltozni.* Ráadásul mindazok a matematikai kijelentések, amelyek ebben a könyvben felbukkannak, örökérvényűek.”

„A tény, hogy ilyen objektív és tartós tudás létezik (és mi mindannyian megszerezhetjük), nem valamiféle hirtelen csoda következménye. Azt sugallja, hogy *a matematikai fogalmak abból a világból fakadnak, amelyik független a mi fizikai és mentális valóságunktól*, és amelyre néha úgy hivatkozunk, mint a matematika plátói világára (erről bővebben majd az utolsó fejezetben lesz szó). Még nem teljesen értjük ezt a világot, és azt sem, hogy mi ösztönzi a matematikai felfedezéseket. De tagadhatatlan, hogy ez a rejtett valóság egyre nagyobb szerepet kap az életünkben.” – Ez az ösztönző alighanem a homo sapiens egyik legfontosabb és legrokonszenvesebb tulajdonsága, az intellektuális kíváncsiság – modern világunkban pedig nagy hajtóerővé vált a gazdasági érdek is. Gondoljunk bele: az ókori görögök még tisztán intellektuális érdeklődésből „játszottak” számelméleti kutatásokkal, és a történelmi közelmúltig a matematikai felfedezések hajtóereje leginkább az intellektuális készítés volt. Mára viszont a matematikai tudás óriási jelentőségű termelőerővé vált a modern gazdaság számos ágazatában.

„Ezzel a könyvvel vendégségbe hívlak ebbe a gazdag és izgalmas világba. Könyvem olvasásához nincs szükség semmilyen előismeretre. Ha azt gondold, hogy a matek nehéz, hogy nem vagy képes megérteni, de ugyanakkor csábít is, szeretnél a közelébe kerülni, akkor pontosan neked írtam ezt a könyvet.

Mindenki azt gondolja, hogy hosszú éveken át kell tanulmányoznia a matematikát, hogy megragadja a lényegét. Néhányan eleve úgy gondolják, hogy a matematika nem értése velük született rendellenesség. Ezzel nem értek egyet. ... *a matematika alapvető fogalmait is mindenki megértheti, feltéve, hogy jól mondják el neki*. Az esetek többségében ehhez nem kell éveken át matematikát tanulni, nagyon sokszor egyenesen eljuthatunk a dolgok lényegéhez. (A kulcsszó: ha jól, nagyon jól mondják el neki! – Osman P.) A következő a baj: Miközben az egész világ kötetlenül beszél a bolygókról, az atomokról, a DNS-ről, semmi remény sincs arra, hogy valaha is beszélne neked valaki a modern matematika olyan izgalmas tényeiről, mint például a szimmetriacsoportok, a váratlan számrendszerek – amelyekben ha kettőhöz kettőt adsz, nem négy az eredmény –, vagy a Riemann-felületek gyönyörű geometriai formái. Ez pontosan olyan, mintha folyton egy kiscicát tartanának eléd, mondván, hogy az a tigris. Pedig a tigris egészen másképpen néz ki. Én meg fogom mutatni neked teljes pompájában, látni fogod észbontó szimmetriáját’ – ahogyan azt William Blake olyan közérthetően mondta. (William Blake: A tigris – Osman P.)

Arról is fogok mesélni, mi történt velem azon a helyen, amit akkoriban Szovjetunióknak neveztek, s ahol egy tökéletesen elnyomó rendszerben élve, a matematika volt szinte az egyetlen lehetséges út, amely a szabadságba vezetett. Megtagadták tőlem, hogy a Moszkvai Állami Egyetemen tanuljak, mert akkoriban a Szovjetunióban nagyon erős volt a diszkrimináció. Az orrom előtt csapták be az ajtót. De én nem adtam fel. Belopakodtam az egyetemre, részt vettem az előadásokon és a szemináriumokon. Egyedül, csak magamra utalva olvastam a matekkönyveket, sokszor késő éjszakáig. Végül kifogtam a rendszeren. Nem engedtek be az ajtón, berepültem hát az ablakon! Mert ha szerelmes vagy, ki állíthatna meg? Két ragyogó

matematikus vont engem védőszárnyai alá, ők lettek a mentoraim. Irányításuk alatt matematikai kutatásokba fogtam. Még csak gimnazista voltam, de máris az ismeretlen határait feszegettem. Életem legszebb szakasza volt ez, miközben biztosan tudtam, a Szovjetunióban soha nem lehetek kutató matematikus. Várt rám azonban egy nagy meglepetés: a cikkeimet kicsempészték a Szovjetunióból, híres lettem, és huszonegy évesen két évre meghívtak a Harvard Egyetemre. Láss csodát, ekkor jött a peresztrojka, amikor is a Szovjetunió szabadjára engedte a polgárait. Én pedig ott álltam megint, a Harvard oktatójaként, akinek még PhD-je sincs, és aki megint homokot szór a rendszerbe. Rendületlenül folytattam a kutatást, alapvető eredményekre jutottam a Langlands-programban, és az utóbbi húsz évben elértem, hogy meghatározó szerepem legyen benne. Elmondom, milyen fontos eredményekre jutottak briliáns tudósok, és azt is, ami közben a kulisszák mögött történt velük.”

Egy matematikus születése: (a történet inntentől idézet a könyvből, Frenkel indulásáról, némi elkerülhetetlen rövidítéssel)

Hogyan lesz valakiből matematikus? Hadd meséljem el, velem hogyan történt. Az iskolában nem nagyon szerettem a matematikát. Unalmasnak találtam. Megtettem, amit elvártak tőlem, de nem érttem, hogy mire jó az egész. A tananyag céltalannak, érdektelennek tűnt. Ami valóban izgatott, az a fizika volt, különösen a kvantumfizika. Minden könyvet mohón elolvastam erről a témáról, ami csak a kezembe került. Oroszországban nőtem fel, ott könyvű volt ilyen könyveket beszerezni.

Izgattott a kvantumvilág. Noha még csak tizenhárom éves voltam, de azt már pontosan tudtam: a tudósoktól elvárható, hogy kizárólag a saját területükre koncentrálják minden energiájukat, és ne pazarolják azt olyan csacschaságokra, mint a művészet és a bölcsélet. Én sajnos nem ilyen voltam. Sok barátom volt, szerettem olvasni, és szinte minden érdekelt a tudományon kívül. Szerettem focizni, órák hosszat kergettem a labdát a barátaimmal.

Ekkor fedeztem fel az impresszionistákat. Van Gogh volt a kedvencem. Hatására még festeni is elkezdtem. Sokirányú érdeklődésem miatt kétkedtem abban, hogy valaha is tudós lesz belőlem. Ezért amikor megtudtam, hogy van egy Nobel-díjas fizikus, Gell-Mann, akit olyasmi is érdekel, mint az irodalom (továbbá a nyelvészet, az archeológia és sok egyéb dolog), nagyon megörültem.

[Gell-Mann felfedezéseinek és velük a kvantumvilágnak a megértése kérdéseket vetett fel benne.] Az általam olvasott könyvekben erre nem találtam kielégítő magyarázatot. Úgy hozta a szerencse, hogy családom egyik barátjától kaptam segítséget. Kis, ipari városban nőtem fel. Csupán egy tanárképző főiskola volt ott abban az időben, amelyben tanítókat képeztek. Az egyik professzor azonban, Jevgenyij Jevgenyijevics Petrov, a szüleim barátja volt. Egy napon anyám hosszú idő után összefutott vele az utcán, és beszélgetni kezdtek. Anyám szívesen beszélt rólam a barátainak, így ezúttal is szóba kerültem. Hallván, hogy érdeklődöm a tudományok iránt, Jevgenyij Jevgenyijevics azt mondta, hogy okvetlenül találkoznai akar velem. Megpróbál megtéríteni a matematikának.

Éppen tizenöt éves voltam, kilencedikbe jártam, ami a gimnázium utolsó előtti éve. (Egy évvel fiatalabb voltam az osztálytársaimnál, mert a hatodikat átugrottam.) Jevgenij Jevgenyjevics akkor a negyvenes éveiben járt, barátságos volt és közvetlen. Kiderült, hogy pontos terve volt arra nézve, hogyan nyerjen meg a matematikának. Levett néhány könyvet a polcról, beléjük lapozott, és formulákat mutatott oldalakon át. Észrevettem azt az oktett-diagramot is, amit korábban mutattam, s bár nem volt olyan csinos, mint a népszerűsítő könyvekben, de szemmel láthatóan itt minden el volt magyarázva. Noha egy szót sem értettem a formulákból, de az már ott világossá vált előttem, hogy megadják a választ a kérdésekre. Olyan volt, mintha maga Isten jelent volna meg előttem. Megbabonázott mindaz, amit láttam és hallottam, megérintett egy ismeretlen érzés, amit képtelen voltam szavakba önteni, de éreztem az energiáját. Olyan érzés volt, mint amikor zenét hallgatunk, vagy meg-nézünk egy képet, ami felejthetetlen benyomást gyakorol ránk. Csupán egy „hűha!” tört el belőlem.

– Biztos azt hitted, hogy az a matematika, amit az iskolában tanítanak neked – mondta Jevgenij Jevgenyjevics. – Nem – s a könyv képleteire mutatott. – Ez a matematika. És ha valóban meg akarod érteni a kvantumfizikát, ebből kell kiindulnod. Gell-Mann a kvarkokat gyönyörű matematika alapján jósolta meg. Ez tulajdonképpen matematikai felfedezés volt.

– De hogyan fogom én ezt az egészet megérteni?

Az egész kicsit ijesztő volt.

– Ne félj. Az első dolog, hogy megtanuld a szimmetriacsoportot. Az a fő gondolat. A matematika nagy része, de az elméleti fizika is azon alapszik. Adok neked néhány könyvet. Kezdd el olvasni, és jelöld meg azokat a mondatokat, amelyeket nem értesz. Hetente találkozhatunk, és beszélgethetünk ezekről a dolgokról.

Adott egy könyvet a szimmetriacsoportokról, és néhány másikat is, különböző témákban: valami p -adikus számokról (ezek gyökeresen különböznek azoktól a számoktól, amiket használunk), meg topológiáról (ami a geometriai formákat tanulmányozza). Jevgenij Jevgenyjevicsnek kiváló ízlése volt: olyan válogatást állított össze számomra, hogy ennek a varázslatos bestiának – a Matematikának – minden oldalát láthassam, és lelkesedni tudjak érte.

Az iskolában olyan dolgokat tanultunk, mint a másodfokú egyenletek, valamennyi kalkulus, euklideszi geometria, trigonometria. Azt hittem, ez az, amivel a matematika foglalkozik, esetleg elmélyültebben, de megmarad abban a körben, amit tanultunk. Jevgenij Jevgenyjevics könyvei azonban rányitották a figyelmemet egy olyan világra, amelyet addig el sem tudtam képzelni.

Egy pillanat alatt hívó lett belőlem.

Dr. Osman Péter