Gaál Botond

A világ nyitott![1]

Bevezető gondolatok

Arany János tényleg a magányában fogalmazta meg szép gondolatait.[2] A bölcs is csak eszköz abban, hogy másokkal is megláttasson egyfajta „magasb harmóniát”. József Attila is ott ült egyedül a Dunánál, és a legmélyebb magányában fogalmazódott meg benne a múlt, a jelen és a jövő harmóniája. Ezek a zseniális költő-bölcsek észrevesznek valamit, valami átfogó összefüggést, találnak valami fogódzót, amelynek segítségével gondolatban kilépnek e világból, pontosabban túlhaladják ezt a világot, s meglátják a biztató megoldást. Kiszabadulva ennek a világnak a kötöttségei közül, valósággal fölnyitják azt és rámutatnak valamilyen harmóniára, valamilyen mindent átfogó szemléletre a kozmoszban. 1996-ban itt ült Teller Ede az asztal előtt, s igen erőteljesen mondta ki: „Értsük meg, a modern tudomány azt jelenti, hogy a világ nyitott!” Én most teológusként, aki matematikai és fizikai képzettséggel is rendelkezem, szintén azt vallom, hogy a világ tényleg nyitott szerkezetű, s ebbe beleértem az emberi értelmet is. Sőt, én azt is harmóniának nevezném, hogy az univerzum törvényei és az emberi gondolkodás szerkezete kongruensek. Az ember éppen ennek köszönhetően képes arra, hogy a tudományos megismerés útján egyre bátrabb lépést tegyen előre. Ez így van minden tudományban. Maradva egyik szakterületemen, talán a legszebb példákat éppen a matematika területéről lehet említenünk, mert ott is egy olyan jelenségről van szó, amikor a matematikus lemegy az ő személyes magányának legmélyebb mélységéig, s meglát olyan dolgokat, amelyek később egyetemes ismeretté, általánosan elfogadott igazsággá válnak. A matematika fejlődésének történelmi tanulságai ezt igazolják. Aztán el lehet gondolkodnunk a kérdésen: a ma ismert matematika a maga nyitott struktúrájával hogyan szolgálja a természet megismerését és egyúttal az ember gondolkodó képességének kibontakozását? Eddig főleg azt hangsúlyoztuk, hogy a matematika a természetleírás leghatékonyabb formanyelve, mégis e megállapításon túl kell lépnünk, mert ennek a nyi-

1 Összeállításunk a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából 2005. november 17-én Debrecenben a hetedik országos Tudomány és Teológia Konferencián elhangzott előadásokat tartalmazza. A Konferencia főtémája *A zárt világ fölnyitása* volt. Azt vizsgálták, hogyan keletkeztek és keletkeznek a tudományos forradalmak.

2 A bevezető előadás előtt Arany János Magányban című versét mondta el Erdei József, a Debreceni Református Kollégium diákja.

tottságnak nem csak a természettudományokban teremhet haszna, hanem más területeken is: mind a gyakorlati életben, mind pedig a humán tudományokban. Ezek közül én csak a teológiában érzem magam illetékesnek, s azt úgy vizsgálom, mint a keresztyén gondolkodás tudományos válfaját, s kérdezem ott is: vajon van-e remény az előre lépésre, s ha igen, akkor azt mi módon kellene megtennünk? Célzatosabban fogalmazva: van-e elég nyitottsága a keresztyén gondolkodásnak? Ezt azért is tartom időszerűnek, mert a teológusok mostanság eléggé elfeledkeztek a matematika nyújtotta nyitott szemléletről, holott erre éppen a matematikusok hívták föl a figyelmüket. E nyitott szemlélet érvényesítése pozitív hatással lenne a teológia fejlődésére is, amint ezt látni fogjuk.

Az ókor zárt matematikai világa

Kr.e. 300 körül Euklidész az Elemek című munkájában összefoglalta az addig fölhalmozott matematikai ismereteket. Úgy tűnik, hogy a görögök a matematikát „fölfedezték", „megalkották" és „formalizálták".[3] *Fölfedezték* az elvi, logikai igazságokat, mert azt hitték, hogy ezek készen voltak már valahol az ideák világában. Másrészt az is igaz, hogy *megalkották* a matematikát, hiszen az axiómarendszerre épülő bizonyítási eljárásokkal új ismeretekhez jutottak. Egyúttal *formalizálták* is, mert úgy gondolták, hogy maguknak az axiómáknak és a belőlük levont következtetéseknek nem szükséges a természeti világ összefüggéseihez kapcsolódniuk. Végül is ők létrehoztak egy olyan tudományt, amelynek axiómarendszere – David Hilbert 20. századi kifejezéseit használva – *teljes, független és ellentmondásmentes* volt. Ezért dicsérnünk kell őket, mert ily módon olyan igazságokhoz jutottak, amelyek igazak voltak akkor is, igazak most is és igazak maradnak a jövőben is. Sőt, ezek a matematikai igazságok kultúráktól független tudományos igazságnak tekintendők. Az egy egészen különös és titokzatos dolog, miért nem tudták ezeket összhangba hozni a természetismeretükkel. Valószínűleg a szemléletükkel volt baj, ugyanis annyira elégedettek voltak matematikai módszerükkel, hogy azt szinte abszolúttá tették, s mivel annál tökéletesebbet el sem tudtak képzelni, módszerüket a legáltalánosabb és változhatatlan szabálynak tekintették a tudományok művelésében. Innen eredt a *more geometrico* kifejezés, azaz mindent a geometria módján vagy mintájára kell megalkotni. Így aztán az Euklidész által összefoglalt görög matematika két évezredre meghatározta a tudományos gondolkodást szinte minden területen. Spinóza, Newton és Kant nevét elegendő itt említeni. Ők még nem tudták, hogy zárt rendszerben gondolkodnak.

3 Vö. John D. Barrow: *A fizika világképe.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1994. 64.

Az újkor gondja és a zárt világ fölnyitása

Több mint 2000 év elteltével a modern matematika felfedezte a továbblépési lehetőséget. Előbb Bolyai János magyar matematikus és Nikolaj Lobacsevszkij orosz matematikus mutatták meg a 19. század húszas és harmincas éveiben, hogy a görögök axiómarendszere egy zárt gondolati rendszerhez vezet, és a továbblépés érdekében ezt az axiómarendszert meg lehet és meg is kell változtatni. Éppen a mi Bolyai Jánosunk jött rá arra, hogy a híres párhuzamossági axióma annyira lényegi része az euklideszi gondolkodásnak, hogy az valósággal nem enged kilépni a zárt világból.[4] Ha ezt mégis meg akarjuk tenni, akkor azt ki kell cserélni úgy, hogy a korábbi igazságok ne sérüljenek. Nem ijedt meg Kanttól sem.[5] Tudománytörténeti szempontból ez volt az a „prométheuszi ötlet", amikor Bolyai az „istenek világából" egy kis szikrát lehozott a földre. Egy olyan állítást fogalmazott meg, amely még mai szemmel is megdöbbentő, hogy tudniillik egy adott egyenessel a rajta kívül lévő ponton nem egy, hanem végtelen sok párhuzamos húzható. Ez legalább annyira „einsteinien" döbbenetes, mint azt állítani, hogy a fény sebessége bármilyen vonatkozatási rendszerben állandó. Mégis ezekből a fölfoghatatlannak tűnő, szemléleten túli dolgokból lélegzetelállítóan szép, gazdag és új világ keletkezett. Bolyait és Lobacsevszkijt egész sor matematikus követte, és a matematika ismét virágzásnak indult. A nyitottság szemléletéből fakadt például a Boole-algebrák létrejötte is, és ez megannyi tudóst vonzott erre a területre. Majd George Cantor német matematikus lepte meg a világot, és hívta föl a figyelmet arra, hogy az emberi elme megkülönböztethet transzfinit és abszolút végtelent. Addig csak úgy gondolták, hogy az abszolútnak nevezett valami a véges ideális határaként értelmezendő. Cantor fölhívta a teológusok figyelmét arra, hogy a transzfinit végtelen is fölfogható az emberi értelemmel, de Isten mint Abszolútum az értelem által nem meghatározható. Ugyanakkor a matematikai gondolkodás olyan, hogy Istent nem tudja megragadni a maga ontológiai mivoltában, de önmagán túlmutatva utal a létezésére. Ő így fogalmazott: „Ez utóbbi bizonyos fokig meghaladja az emberi felfogó erőt, amennyiben kivonja magát a matematikai determináció alól. Viszont a transzfinit nemcsak a lehetőség széles területét tölti ki Isten megismerésében, hanem az ideális kutatás

4 Vö. Gábos Zoltán: Mit adott a fizikának Bolyai János? In: Bolyai emlékkönyv. Vince Kiadó, Budapest, 2002. 269. „Az axiómának sajátos, elkülönített szerepe van az euklideszi keretben, mivel a benne foglalt állítás hangsúlyozza, rögzíti az euklideszi jelleget. Egyben egy olyan merevítőelemet képviselt, amelyik akadályozza az euklideszi rendszerből való kilépést. Az akadály eltávolítása nyitott utat egy új, logikailag lehetséges geometria és egyben egy új térmodell felé."

5 Bolyai ezeket mondta Kantnak a térrel kapcsolatos gondolatairól: „A különben sok érdemű, és szépelméjű Kant alaptalan, s helytelenül el-ficamodva az értelmetlen tant tanálta is állítani: hogy az űr … nem önálló-mi, hanem csak nézlet vagy látványaink idomja(!)" Idézi Gábos Zoltán: Mit adott a fizikának Bolyai János?, i. m. 274.

számára is gazdag, állandóan növekedő teret kínál… Ennek azonban még sokáig kell várnia az általános elismerésre, jóllehet ez a felismerés igen értékes lehetne a teológusok számára, segédeszköze lehetne az általuk képviselt ügy (a vallás) támogatásának.”[6] Cantor maga is egyre többeket inspirált újabb és újabb területek vizsgálatára. Ezt követően történt a valószínűségszámítás alapjainak lerakása, amely még több matematikus számára nyitott újabb és újabb lehetőségeket. Ezek mind fölnyitottak egy zárt, illetve zártnak hitt területet, s ezzel új szemléletet hoztak a tudományos gondolkodásba. Ugyanez állapítható meg Kurt Gödel 20. századi osztrák matematikus logikai eredményeiből, mely szerint az emberi gondolkodás „fölfelé” nyitott. Hasonló eredményre jutott Alonzo Church és Alan Turing. A 20. századi matematikusok nemcsak bebizonyították a matematikai gondolkodás nyitottságát, s így rámutattak az emberi gondolkodás nyitott struktúrájára, hanem új utakon indultak el e nyitottság jegyében.

Nyitott világunk folytonos és diszkrét matematikája

Miután a matematikusok nyugvópontra jutottak az axiomatizálásból adódó dilemmákat illetően, a matematikában újabb kutatható területek keletkeztek. Ha Bolyai Jánost említettük, aki a *Scientia spatii*, azaz a tér tudományában „*a semmiből egy ujj más világot teremtett*”, akkor az ezután következő időre nézve elegendő Riemann-ra utalnunk. Ő a Gauss-féle felület-geometria egy magasabb dimenziójú általánosítását oldotta meg 27 éves korában.[7] Ez is fölfelé nyitásnak tekinthető. Később már a térrel kapcsolatos új matematikát igen jelentős részben a fizika generálta. A geometriából adódó megoldandó kérdések száma viszont az utóbbi évtizedekben mintha visszaesett volna.

Korunkban a matematikusok tevékenységét négy csoportba szokták sorolni: elméletalkotás, bizonyításelmélet, algoritmuskonstrukció és kiszámítás.[8] Ez utóbbit szoktuk a számítógépekkel kapcsolatos tudománynak és informatikának nevezni. Valamennyi területen tapasztaljuk a tiszta és az alkalmazott matematika jelenlétét, de ezek között nem mindig lehet éles határt húzni. Sok területen manapság előtérbe került az alkalmazott matematika, mely nemcsak a természetle-

6 ELTE, Filozófiai Figyelő, Budapest, 1988/4. 82–83.

7 Nagyon érdekes, miként is jött létre a Riemann-geometria. Ő 1853-ban habilitációra jelentkezett a Göttingeni Egyetemen. Az volt a szokás, hogy három un. próbaelőadásra kellett benyújtani javaslatot. Az első kettőt ki is dolgozta, mert a szokás szerint mindig az elsőt választotta a habilitáltató bizottság. De itt másképpen történtek a dolgok. Gauss is benne volt a bizottságban és ő éppen a harmadikat kérte. Ekkor írta Riemann az öccsének: „így ismét csak csávában vagyok…” Végül is kidolgozta, és ebből a habilitációs előadásból lett egy világhírű fölfedezés, amely programot adott az utána jövő geométereknek. Vö. Szenthe János: *A hiperbolikus geometria és a Riemann-geometria kapcsolata.* In: Bolyai emlékkönyv, i. m. 308–309., 312.

8 Vö. Prékopa András: *Gondolatok a matematikáról.* Confessio, XXII. évf. 1998/1. 9.

írást segítette, hanem más tudományokat is, – egy különös példát említve – a politika tudományát is.[9] Ugyanakkor maradt sok-sok megoldandó feladat a tiszta matematika számára, hiszen a természettudományok is gyorsan fejlődtek.

Mivel a folytonos matematikával nem lehet tökéletesen leírni a „kvantumvilág" történéseit, ki kellett fejleszteni a diszkrét jelenségek matematikáját, s ez még tágabbra nyitotta a matematikusok képzeletvilágát. Így keletkezett a gráfelmélet, a hálózatelmélet, a játékelmélet, amelyek egyfajta végtelenséget jeleznek az emberi megismerés számára. A kvantumelmélet és a relativitáselmélet eredményeinek összhangba hozása is új matematikai gondolkodásra serkentette a tudósokat, s ennek kapcsán jött létre a húrok és a bránok modellje. A 20. századi matematika alakításában igen nagy szerepet játszott a híres magyar matematikus, Neumann János, aki a kvantumfizika matematikai alapjainak[10] megírásakor jött arra a következtetésre, hogy a természetben nincsenek rejtett paraméterek. Nincs tehát elvi korlát a megismerésben, amit a matematikusok úgy interpretáltak a teológusoknak, hogy a világ teremtésekor Isten nem dolgozott rejtett paraméterekkel. Ezek során az ember még inkább rácsodálkozhatott az értelem és a természeti világ nyitottságára, s ez egyben új reménységet is adott a 20. század végi embernek, és új feladatokat jelentett a 21. századi tudósoknak. Egyre több zárt terület vált nyitottá, s ezáltal elképzelhetetlennek gondolt világok nyíltak ki a tudományos vizsgálódás számára.

A teológia is zárt rendszerré vált, amíg föl nem nyitották

Éppen a 20. században derült fény arra, hogy a keresztyén teológia sem építhető föl valamilyen axiómarendszerre.[11] Korábban sokan úgy gondolkodtak, hogy valamilyen alaptételt kell csak választani kiindulásul, és arra föl lehet építeni egy egész teológiai rendszert. Ez volt a *more geometrico* hatása a hittudományokban. Kant is így gondolkozott a filozófiában, és sok követője akadt a teológiában. Ez volt a *theologia naturalis* újraéledésének és elterjedésének kora, amely főként a 19. századra esett. A teológia inkább hasonlított valamilyen ideológiai zárt rendszerhez, mintsem egy nyitott gondolkodást közvetítő szellemiséghez. Ez ellentétben volt a keresztyén hittel, mivel maga a Biblia is mint Isten kijelentésének forrása nyitott, és kijelentései nem alkalmazhatók axiómarendszerként. Így a teológia művelését érdemes ma is végiggondolni a matematikai tudományos gon-

9 Éppen a játékelmélet matematikai kifejlesztése volt az a speciális terület, amelynek révén az amerikaiak meglehetősen jó közelítéssel meg tudták mondani előre, hogy bizonyos kérdésekben a szovjet politikusok miként fognak reagálni. Ma még keveset tudunk ennek részleteiről, de elképzelhetjük, hogy a tárgyalóasztalnál az egyik fél már szinte majdnem tudja, hogy az általa fölvetett kérdésekre milyen választ ad majd a másik. Ugyanakkor ez megkönnyítette a tárgyalásokra való fölkészülést is. Ezek a híres esetek a 20. század utolsó harmadában történtek.

10 Híres művének címe: *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik.*

11 Ez leginkább Karl Barth teológiájában jött napvilágra.

dolkodás nézőpontjából. Egyértelműen látszik, hogy ha a keresztyén teológia tényleg teológia akar maradni, akkor a saját tárgyának megfelelő nyitott gondolkodást kell választania, hogy megismerje, magyarázza és tolmácsolja a hitigazságokat. Ezt hangsúlyozták már az egyházatyák is, amikor bevezették és érvényesítették a *kata physin* kifejezést, azaz mindent a természetének megfelelően szabad csak vizsgálni. A matematika azt mutatja, hogy az emberi értelem végtelenül nyitott a teremtett mindenség fölfogására, ugyanakkor pedig a hitet és a hitéletet is meggazdagítja az embernek az a törekvése, amikor az értelem segítségével Isten kijelentését akarja fölfogni, és azt a mindenkori jelenben alkalmazhatóvá tenni. A matematika részéről már elhangzott néhány jó szándékú figyelmeztetés erre vonatkozóan. Meggyőződésem, hogy a teológiának igenis sokat kell tanulnia az egzakt tudományok nyitott szemléletéből, mert e nélkül nem sok eredményre jut, sőt üressé válhatnak az ökumenikus törekvések is. Meg kell találnia tehát valamennyi nyitott teológiai gondolkodásnak azokat a tételeket, amelyek az egyes felekezetek tanrendszerét zárttá teszik, amelyek ideológiát, merev tanítást képviselnek a „tudományosság” jegyében, miközben a rajtuk kívül lévő tudományok réges rég elszáguldottak mellettük. Ez lesz a 21. század ökumenikus törekvéseinek a *conditio sine qua non*-ja.

Az universitasok mint nyitott rendszerek

A matematika és teológia mint két elméleti tárgy vizsgálata veti föl a gyakorlat felé fordulást. Keressük a vizsgálódás hasznát és kérdezzük: mikor válik egy oktatási rendszer vagy intézmény nyitottá? Ez mint megoldandó probléma már a felsőoktatás-kutatás területére esik, s ezen belül most különösen is érdekelhet bennünket az egyetemek nyitottsága. *Mutatis mutandis* – kérdésünk vonatkozik az egyházi egyetemekre is. Ezt mindig az autonómia és szuverenitás kölcsönös összefüggésében lehet vizsgálnunk. Az egyetemeknek, mint *autonom* intézményeknek a *szuverén* állam vagy társadalmi rendszer keretein belül, önszervező képességüknél és szabadságuknál fogva mindig biztosítaniuk kell a nyitottságot az egész világra, a tudományra, a művészetekre, a filozófiák és a vallások számára. Ez mint rendszer egyben egyfajta matematikai probléma is, de nem csak matematikai, hanem szemléletbeli kérdés is. Ha tehát egyetemes értékekről akarunk beszélni, és egészséges globális szemléletet akarunk kialakítani környezetünkben, akkor annak egyik legfontosabb mérője, fémjelzője, eszköze az egyetemi szemlélet milyensége. Ha egy országban az egyetemek nyitott szemléletet képviselnek, ez a szemlélet a rendszer tulajdonságánál fogva visszasugárzik az alacsonyabb szintű oktatási intézményekre is, így az egész társadalom fejlődését meghatározza. Az egyetemek elsődleges feladata marad tehát mindenkorra a zárt rendszerek fölnyitása.

Mostani, hetedik Tudomány és Teológia Konferenciánkkal is erre a szemléletre szeretnénk rámutatni, s ezzel szolgálni a tudományos és társadalmi fejlődést.