

A TUDOMÁNYOS GONDOLKODÁS  
NYITOTTSÁGA  
OPENNESS OF THE SCIENTIFIC THINKING

7. Tudomány és Teológia Konferencia  
Debrecenben

7th Conference on Science and Theology  
in Debrecen/Hungary

*Köszönet! Special thanks!*

E könyv a  
**Magyar Tudományos Akadémia  
Debreceni Területi Bizottságának**

és a

**Philadelphiai Metanexus Institute**  
kutatói programjának  
támogatásával jelent meg.

\* \* \* \* \*

This publication was supported by the  
**Regional Center of the Hungarian Academy of  
Sciences in Debrecen**

and

an LSI grant from the  
**Metanexus Institute of Philadelphia.**

# **A TUDOMÁNYOS GONDOLKODÁS NYITOTTSÁGA**

## **OPENNESS OF THE SCIENTIFIC THINKING**

7. Tudomány és Teológia Konferencia  
Debrecenben

7th Conference on Science and Theology  
in Debrecen/H

Végh László  
Gaál Botond  
Kvasz László

Hans Schwarz  
Trócsányi Zoltán  
Székely György

Kovács Ábrahám

Szerkesztették/Editors:

**GAÁL BOTOND  
VÉGH LÁSZLÓ**

Hatvani István Teológiai Kutatóközpont  
Debreceni Református Hittudományi Egyetem  
**DEBRECEN**

2007

A TUDOMÁNYOS GONDOLKODÁS  
NYITOTTSÁGA  
OPENNESS OF THE SCIENTIFIC THINKING

Szerkesztették/Editors:

Gaál Botond

Végh László

Technikai szerkesztő:

Pótor Áron

Kiadja/Publisher:

a Hatvani István Teológiai Kutatóközpont

Debreceni Református Hittudományi Egyetem

Felelős kiadó: Dr. Gaál Botond egyetemi tanár

Debrecen, 2007

Készült a Fábíán Nyomdaipari BT. nyomdájában

Debrecen

Felelős vezető: Fábíán Imre

## TARTALOMJEGYZÉK – CONTENT

### D

<b>BEVEZETŐ GONDOLATOK .....</b>	<b>11</b>
ÉRDEKLŐDÉS, TANULÁS, FELFEDEZÉS .....	12
ELŐADÁSOK A VILÁG NYITOTTSÁGÁRÓL.....	17
<b>INTRODUCTORY THOUGHTS.....</b>	<b>23</b>
INTEREST, LEARNING, DISCOVERY.....	<b>HIBA! A</b>
<b>KÖNYVJELZŐ NEM LÉTEZIK.</b>	
LECTURES ON THE OPENNES OF THE WORLD..	<b>HIBA! A</b>
<b>KÖNYVJELZŐ NEM LÉTEZIK.</b>	

### D

<b>A VILÁG NYITOTT! .....</b>	<b>35</b>
BEVEZETŐ GONDOLATOK.....	35
AZ ÓKOR ZÁRT MATEMATIKAI VILÁGA.....	37
AZ ÚJKOR GONDJA ÉS A ZÁRT VILÁG FÖLNYITÁSA ..	39
NYITOTT VILÁGUNK FOLYTONOS ÉS DISZKRÉT	
MATEMATIKÁJA.....	42
A TEOLÓGIA IS ZÁRT RENDSZERRÉ VÁLT, AMÍG FÖL	
NEM NYITOTTÁK.....	45
AZ UNIVERSITASOK MINT NYITOTT RENDSZEREK ...	46
<b>THE WORLD IS OPEN!.....</b>	<b>48</b>
INTRODUCTORY IDEAS .....	48

THE CLOSED MATHEMATICAL WORLD OF THE ANCIENTS .....	50
THE PROBLEM OF THE MODERN AGE AND THE OPENING OF THE CLOSED WORLD.....	52
THE DISCRETE AND CONTINUOUS MATHEMATICS OF OUR OPEN WORLD.....	55
OPENING UP THE CLOSED SYSTEM OF THEOLOGY ....	59
UNIVERSITIES AS OPEN SYSTEMS.....	61
ABSTRACT.....	62

## D

### **AZ ÓKORI VILÁG FÖLNYITÁSA ÉS A MODERN TUDOMÁNY SZÜLETÉSE..... 65**

A TRANZSCENDENCIA SZEREPE A TUDOMÁNYBAN ..	71
A TERMÉSZET MATEMATIKAI FORMÁBA ÖNTÉSE GALILEI ELKÉPZELÉSEI.....	71
A KARTÉZIÁNUS ELKÉPZELÉS.....	73
A NEWTONI GONDOLATMENET .....	76
A TRANZSCENDENCIA MINTÁINAK BEILLESZTÉSE A TUDOMÁNY KERETÉBE .....	78
A VALLÁS ÉS A TRANZSCENDENCIA FORMÁI .....	82
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....	84
IRODALOM .....	84

### **THE OPENING UP OF THE ANCIENT WORLD AND THE BIRTH OF MODERN SCIENCE..... 87**

1 THE ROLE OF TRANSCENDENCE IN SCIENCE .....	93
1.1 GALILEAN MATHEMATIZATION OF NATURE.....	93
1.2 CARTESIAN MATHEMATIZATION OF NATURE .....	95
1.3 NEWTONIAN MATHEMATIZATION OF NATURE....	98

2 THE INCORPORATION OF PATTERNS OF TRANSCENDENCE INTO THE FRAMEWORK OF SCIENCE .....	100
3 THE FORMS OF TRANSCENDENCE AND RELIGION ACKNOWLEDGEMENT.....	104 106
REFERENCES .....	107

**D**

<b>AZ EVOLÚCIÓ HATÁSA A TEOLÓGIÁRA NAGY-BRITANNIÁBAN ÉS ÉSZAK- AMERIKÁBAN.....</b>	<b>109</b>
--	------------

<b>THE IMPACT OF EVOLUTION ON THEOLOGY IN GREAT BRITAIN AND NORTH AMERICA</b>	<b>138</b>
---	------------

**D**

<b>KOZMOLÓGIAI FORDULÓPONTOK: HOGYAN LÁTJUK MA A VILÁGOT? .....</b>	<b>165</b>
---	------------

KOPERNIKUSZ FORRADALMA .....	165
KEPLER FORRADALMA .....	166
HUBBLE FORRADALMA.....	167
A KOZMIKUS HÁTTÉRSUGÁRZÁS FELFEDEZÉSE .....	169
HOGYAN LÁTJUK MA A VILÁGOT? .....	177

THE COPERNICAN REVOLUTION .....	183
KEPLER'S REVOLUTION.....	184
HUBBLE'S REVOLUTION .....	185

THE DISCOVERY OF THE COSMIC MICROWAVE BACKGROUND RADIATION .....	187
HOW WE SEE THE WORLD TODAY? .....	194

A

<b>MENNYIRE NYITOTT AZ EMBERI AGY? .....</b>	<b>201</b>
ÁBRAMAGYARÁZATOK .....	210
<b>TO WHAT EXTENT IS THE HUMAN BRAIN OPEN? .....</b>	<b>211</b>
LEGEND TO THE FIGURES:.....	220

A

<b>DEBRECENI REFORMÁTUS HITTUDOMÁNYI EGYETEM .....</b>	<b>221</b>
<b>DEBRECEN REFORMED THEOLOGICAL UNIVERSITY .....</b>	<b>227</b>

A

<b>EGYEDÜL A VILÁGBAN? – AZ EMBERI EGYEDISÉG A TUDOMÁNYBAN ÉS A TEOLÓGIÁBAN.....</b>	<b>233</b>
<b>ALONE IN THE WORLD? .....</b>	<b>238</b>
<b>HUMAN UNIQUENESS IN SCIENCE AND THEOLOGY .....</b>	<b>238</b>





## BEVEZETŐ GONDOLATOK

Végh László

Mennyire ismerhetjük meg a világot, mit tudhatunk meg róla, ez bárkit érdekelhet. Vajon lehetséges eljutni odáig, hogy már mindent tudunk? Vagy legalábbis, bizonyos tudományterületek kiteljesedhetnek-e annyira, hogy már nincs tovább, kimondhatjuk, a tudásunk teljes. Vagy pedig a zártnak hitt területek felnyithatók, mert mindig lehet újabb kérdéseket feltenni.

A 7. debreceni *Tudomány és Teológia Konferencia*, a természettudósok és a teológusok találkozója, ezekkel a kérdésekkel foglalkozott 2005. november 17-én. Az előadások áttekintették egyes tudományterületek előrehaladását, hogy miként nyitottak fel új szempontokkal, kérdésekkel zártnak hitt területeket. Megvizsgáltuk, mi lett ennek a következménye, mennyire tudta a tudományos közvélemény és a nagyközönség elfogadni az új felismeréseket. Mielőtt rátérnénk a különböző szakterületekre, nézzük meg, mint juthat az emberi elme új felismerésekre, és mikor fogadja el, fogadhatja be ezeket.

---

*Érdeklődés, tanulás, felfedezés*

Ahogy a mai agykutatás megfogalmazza, nem a valóságot látom, hanem annak a bennem előállítható képét. Elménk a világban történeteket nem egyszerűen, felvevőgépként rögzíti, hanem a már korábban ismertekkel, tapasztaltakkal összevetve értékeli, minősíti és tárolja el azokat. Ennélfogva az egyén a világból csak azt veheti észre, amit vagy amihez hasonlót már ismer. Csak azokra a dolgokra figyel fel, amelyek a benne kialakult rendszernek, amit a világszemléletének, felfogásának nevezhetünk, megfelelnek. Amik a kialakult világszemléletének ellentmondanak, nem vagy alig képes mit kezdeni.

Agyunk a dolgokat az idegsejtek behálózódásának rendszerével, egymáshoz kötve tárolja, és e kapcsok segítségével értelmezi. Arra mondjuk, hogy érdekes, amihez hasonlóval már találkoztunk, de épp ilyen módon még nem. Ezért valami iránti fogékonyságunk elsősorban a korábban megismertekre, megtanultakra vezethető vissza. Fogékonyságaink mértéke függhet öröklött adottságainktól is. Könnyű az érdekeset tanulni. Az érdeklődve tanult ismeret meg is marad bennünk, mert van mihez kötnünk. Jó helyzetben van az, akit sok dolog érdekel. Könnyen, gyorsan és sok mindent meg tud tanulni, érteni. Érdeklődési körünk, fogékonyságunk erősen függ attól, milyen nevelést kaptunk csecsemőként és kisgyermekként.

Elmének képes a világ rendjének észlelésére, ami mintázatok felismerését jelenti. Az ember a talált mintázatokot elraktározza az emlékezetében, és az újabb észleléseit a már ismertek alapján rendszerezi, értelmezi. Keresi, mi a közös a mostaniban és a régiekben, milyen újabb kapcsolatokat lehetne találni a dolgok között. A nagy kérdés az, mennyire függenek össze a világ dolgai. Ha a kölcsönhatások nagyon erősek, akkor igazából semmit sem lehet a többlettől függetlenül vizsgálni. A bölcsesség és az okosság az emberi értelem használatának két módszeréhez köthetőek, amelyek különböző feltételek mellett alkalmazhatóak. Hogy melyikhez érdemes folyamodnunk, az attól függ, mennyire összetett az a terület, amivel éppen foglalkozunk.

Maga a szó alakja is leírja az *okos* módszerét. 'Ok-os', azaz okokat kereső, ok-okozat alapján gondolkodó. Ok-okozati alapon akkor érdemes gondolkodni, ha a világ dolgait, jelenségeit csak szűk körben vizsgálhatjuk. Pontosan meghatározva, mi alatt éppen mit értünk, az ok-okozati kapcsolatok alapján feltárjuk a rendszert jellemző összefüggéseket. Nincs tekintélytisztelet, az *okos* vizsgálódás számára csak a tiszta érvelés a mérvadó.

Ha bonyolultabb rendszert tanulmányozunk, az ok-okozati kapcsolatok feltárásán és végigkövetésén alapuló *okos* módszer alkalmazhatatlanná válik. Fel sem tudjuk tárni, vagy képtelenek vagyunk átlátni az összes ok-okozati kapcsolatot. *Bölcsen* gondolkodva az ilyen

összetett rendszerrel is lehet bánni, az élet során felgyülemlett tapasztalatok, tudás alapján értelmezhető lehet. Azt keresi a *bölcs* elméje, hogy amit vizsgál, ahhoz hasonló hol fordult már elő korábban. Az összevetés a tudatalatti szintjén folyik. Egy bizonyos idő, netán órák, esetleg napok vagy hosszabb idő után hirtelen eszünkbe jut valamiféle ötlet, és tudatos gondolkodásunk elemezheti, van-e valódi alapja a felismert hasonlóságnak, vagy csak a képzelet játéka vetette egymás mellé a két dolgot. Így aki *bölcs*, annak egyúttal *okosnak* is kell lennie.

Ellentétben az okossal, a buta képtelen okszerűen gondolkodni és összefüggéseket átlátni. A bölcsesség ellenkezője a bolondság. Aki bolond, az korlátoltságból, műveletlenségből, tapasztalatlanságból, képzelőerejének hiányából eredhet, nem ismeri ugyanis fel, hogy a vizsgált dolog valamilyen nagyobb rendszer leválaszthatatlan része. Észre sem véve a többi összetevőt, az egész egy kis részével kezd csak foglalkozni, és azt hiszi, meg tudja oldani a feladatot. Mivel nem tud korlátairól, megalapozatlanul bízik önmagában, és nincs tekintettel mások tapasztalataira, figyelmeztetéseire.

Most tekintsük át, mi teszi annyira nehézé az új felfogását, elfogadását. Ennek oka az, hogy gondolkodásunk kerete a bennünk kialakult, rögzült világszemlélet, az ennek megfelelő értékrend. Tudatalattink tartalmát az ösztöneink és tapasztalataink határozzák meg, világszemléletünk pedig ezeknek összességét fogalmazza meg, tükrözi vissza. Átlagosan

25 éves korunkra alakul ki világszemléletünk és elenyésző azoknak az aránya, akik ezután is képesek a korábitól gyökeresen eltérő újat felfogni. Ehhez át kell halózódni agykérgüknek, ami nagyon sok időt és fáradozást követel, és ennek eredménye nem azonnal jelentkezik. Ezért lehetséges ugyan, hogy a középkorú egyén ismétlődő tapasztalatainak hatására átalakítja gondolkodásmódját, de ez ritkaságnak számít. Inkább gyakoribb, hogy ragaszkodik nézeteihez, még akkor is, ha azok végveszélybe sodorják.

Valamit hinni azt jelenti, hogy ekkor a valóságról alkotott érzelem és ismeret egységben van, azaz a tudatalatti és az értelem ugyanazt mondja. De láthatunk, hallhatunk, érzékelhetünk olyan dolgokat, amelyek nem egyeztethetők össze a világszemléletünkkel. Általában észre sem vesszük ezeket, elménk az észleléskor mint értékelhetetlent nem dolgozza fel őket. Ha azonban kénytelenek vagyunk foglalkozni velük, mert kikerülhetetlenek, döntés elé kerülünk. Vagy megváltoztatjuk magunkat, ami, mint láttuk, 25 éves kor után nem egyszerű, vagy különösebb gondolkodás nélkül elvetjük, mondván, ez lényegtelen, kivételes és különben is érdektelen. Amikor a felfogásunkkal össze nem egyeztethető dolog biztonságunkat kérdőjelezi meg, veszélyeztetve valamiképpen bennünket, jelenhet meg a vakhitőségnek (idegen eredetű szóval fundamentalizmusnak) nevezett jelenség. Az jellemzi, hogy megfontolás nélkül veszélyesnek ítéljük, és visszautasítjuk a meggyőződésünket megkérdőjelező felvetéseket. Mindenképpen ragaszkodunk az általunk

jónak érzett, tartott vallási, gazdasági vagy egyéb felfogáshoz.

Ha a tudomány történetét tanulmányozzuk, hogyan született meg egy-egy nagy felfedezés, azt tapasztaljuk, hogy a felfedező a korábban már ismert fogalmak között bukkan olyan alapvető összefüggésre, amelyre addig senki nem figyelt fel. Éppen azért annyira nehéz a felfedezés, mert ekkor korábban csak egészen más, távoli területeken használt fogalmak kerülnek kapcsolatba. Szó sincs a nagy felfedezések leírásában arról, hogy a felfedező egymást követő ésszerű lépések során jutott volna el a nagy felismeréshez. Inkább különös utazás a felfedezés, amelynek során egész máshová jutnak el, mint ahová tervezték. Csak a közléskor, a bemutatáskor tűnik a felfedezés ésszerű lépések sorozatának. Nagyon ritka az egyes felfedezések folyamatának részletesebb leírása. Talán legjobban ismert Kepler három törvénye megszületésének története. Nemhiába adta Arthur Koestler az újkori tudományos forradalom menetét leíró híres könyvének az *Alvajárók (Sleepwalkers)* címet. Kopernikusznak, Keplernek, Galileinek és társainak nem sok fogalmuk volt arról, mit is csináltak, mekkora jelentőségű felfedezéseket tettek, s később milyen befolyást gyakoroltak a világra.

### *Előadások a világ nyitottságáról*

Az országos 7. Tudomány és Teológia Konferencián elhangzott előadások jól érzékeltetik, mennyire nehéz valamit felfedezni, ezt a tudományos közvéleménynek feltálatni és a nagyközönségnek elmagyarázni. Az előadók a matematika, a hagyományos és a mai fizika, a törzsfelföldéstan, az agykutatás és a teológia területeit tanulmányozva elemezték a zárt tudományterületek felnyitására kötődő tényezőket.

**Gaál Botond** indító előadásában a zárt tudományterület példaként az euklidészi mértant elemzi. Valóban, ez az axiómákon alapuló rendszer tökéletesnek látszik, matematikai szakkifejezéseket használva, az euklidészi mértan axiómarendszere *teljes, független és ellentmondásmentes*.

Több mint 2000 évvel Euklidész után Bolyai János és Nyikolaj Ivanovics Lobacsevszkij rájött arra, miként nyitható fel az euklidészi axiómarendszer. Bolyai felismerte, hogy az euklidészi axiómarendszer megváltoztatható, ha a párhuzamossági axiómát általánosabb axiómára cseréljük fel. Így újfajta geometriák dolgozhatók ki. Ezt az axiómarendszert felnyitó módszert számos matematikus követte, és a matematika virágzásnak indult. Új algebraik születtek, Cantor pedig felülvizsgálta a végtelen fogalmát. Gödel megmutatta, hogy a matematikusok, ha fogalmaikat

számba véve vizsgálódnak, nem bizonyíthatják be eljárásuk ellentmondásmentességét. De ha az eljárás nem ellentmondásmentes, hibás következtetésekre juthatunk. Ezért az emberi gondolkodás matematizálása nem lehet következetes, azaz az emberi gondolkodás is nyitott.

**Kvasz László** előadása az ókori természettan zárt világának felnyitását tárgyalja. Az átmenet során az ókor gömbi világegyetemét a newtoni térben és időben végtelen világegyetem váltotta fel. A zárt világot a térben és időben végtelen newtoni világegyetemmé felváltó átmenetnek jellegzetes vonása a teológiai érvelés alkalmazása. Galilei, Descartes és Newton egyaránt hivatkozik teológiai érvekre, használ teológiai módszereket. Galilei az arisztotelészi világméretű elfordulva feltette, hogy valamennyi természeti jelenség matematikai módszerekkel írható le. Kimondta, a természet könyve a matematika nyelvén van megírva. Még ha ma nem is ismerjük bizonyos természeti jelenségek matematikai leírását, idővel megtaláljuk majd őket. A természetet könyvét említve Galilei egy másik könyvre, a Bibliára utalt. Galilei hasonlata szerint a természet felfogható az ember számára, matematikailag leírható, mivel ésszerűen van írva, azaz teremtve.

Descartes rámutatott, hogy Galilei az egyes jelenségeket külön-külön törvénnyel megfogalmazva részeire bontja a természetet, és nincs tekintettel annak egységességére. Valamennyi Galilei által tanulmányozott törvény

egymástól elszigetelt testekre vonatkozik, ezzel rendszerében a természet egymástól független folyamatokra esik szét. Holott az örök Isten egységes világot teremtett, ezért a világot általános törvényeknek kell kormányozniuk. Descartes szerint egyetlen igazi mozgás van, az egyenes vonalú egyenletes mozgás. Valamennyi egyéb mozgás már kölcsönhatás eredménye. Ennek nyomán Descartes megfogalmazta, hogy a világban a mozgásmennyiség összege állandó. Ez a lendület megmaradása törvényének felel meg. Newton elfogadta Descartes elvi alapvetését, de rámutatott arra, hogy Descartes egyes fogalmai nem megfelelőek. Newton, Isten mindenütt és mindenhol jelenvalóságára hivatkozva bevezette az abszolút tér fogalmát, és ebben írja le a mozgást. Az abszolút tér végtelen, üres és a tömegvonzás *távolbahatásként* írható le benne.

**Trócsányi Zoltán** előadása a mai kozmológia fejlődésének fordulópontjait tárgyalja. Rámutatott arra, hogy a csillagászat történetében a forradalmi változások a mérési pontosság növekedésével függenek össze. A mérés pontosságát pedig az észlelőberendezés felbontásának finomodása javítja. Kepler három törvényének felfedezését Tycho Brahe nagypontosságú mérései alapozták meg. Mivel a távcsövek felbontóképessége csak igen lassan növekedett, az észlelés nem tudott a Tejútból kilépni. Csaknem 400 évvel Kepler után, az 1920-as években Hubble nagyfelbontású távcsövével indulhatott meg a világegyetem Tejúton túli részének feltárása.

Hubble felfedezte, hogy a világegyetem tágul, ami a nagy ősrobbanás elméletének kiindulópontja. Penzias és Wilson új és érzékeny mikrohullámú antennájának megépítése a következő fordulópont. Miközben ellenőrizték a berendezés működését, érthetetlen zajt észleltek. Kiderült, a zajt a világegyetem mikrohullámú háttérsugárzása kelti, ezt pedig a 2,73 Kelvin hőmérsékletű világegyetem bocsátja ki. Amint a kozmikus háttérsugárzás mérésének pontosságát növelték, felfedezték a sugárzás egyenetlenségeit, ami a születő világegyetem anyagsűrűségének ingadozásaira enged következtetni. Pontosítva a háttérsugárzás egyenetlenségeinek méréseit, a világegyetem történetének egyre korábbi szakaszáról szerezhetünk részletesebb ismereteket.

Egy nagy felfedezés elfogadása függ az uralkodó világszemlélet és az új felfedezés kölcsönhatásától. Ha az uralkodó világszemlélet és az új eredmények között ellentmondás mutatkozik, a fellépő érzelmi ellenállás gátolni fogja a felfedezés elfogadását, még akkor is, ha az új eredmények egyszerűen, szépen vannak megfogalmazva. Tekintve a matematika nagy felfedezéseit, az adott kor világszemlélete nem zavarta különösen egy-egy felismerés elfogadását, hiszen annyira kevesen voltak, akik fel tudták, tudják fogni, mit is jelent egy-egy továbblépés. Newton abszolút teret könnyű volt elfogadni, hiszen a mindhárom kiterjedésében végtelen, mindentől független tér megfelel a hétköznapi szemléletnek. Továbbá könnyű

elképzelni a gépszerűen viselkedő világegyetemet, amit Newton elmélete sugall, hiszen a gép működése mindenki számára ismert.

Az étellel foglalkozó tudományos területek közelebb állnak a hétköznapi emberhez. Az élet eredetéről, valamint az emberi létről való vélekedés a világszemlélet alapvető összetevői. Az élettudományok eredményei könnyebben felfoghatók, és egy új felfedezés ütközhet az uralkodó világszemlélettel. Az ellenállásba ütköző felfedezésre jó példa Darwin evolúciós elméletének fogadtatása. Bár a felismerés a 19. század második felében született, azóta is hatalmas hullámokat ver. **Hans Schwarz** előadásában az evolúció eme kezdeti fogadtatásának körülményeit vizsgálja Angliában és az Egyesült Államokban.

Az emberi agy nyitottságának kérdéskörét **Székely György** tekintette át. Agyunk a világegyetem legösszetettebb rendszerének tartható. Fontos kérdés, van-e az agyunk annyira kifinomult, hogy értelmezhesse saját összetettségét. Tudunk elvont dolgokról beszélni, ám ehhez olyan agy kell, mely képes elvont eszméket, gondolatokat és elméleteket megfogalmazni. Általánosan elfogadott nézet, hogy az agy nem fejlődhetett a nyelv nélkül, ezért a nyelvnek és az agynak együtt kellett fejlődnie. Agykérgünk a tanulás során folyamatosan hálózódik, ennél fogva nyitott lehet az új eszmékre, fogalmakra, elméletekre; valamennyit a nyelv hordozza.

Végül visszatérve a konferencia első előadásához, **Gaál Botond** a keresztyén teológia nyitottságát is tárgyalta. Előadásában a teológia 20. századi újjáéledésének és elterjedésének bemutatásával elemezte, mit jelentett a teológia nyitottsága. Számos teológus vélekedett úgy a 19. században, hogy a rendszer egésze ráépíthető egy kiválasztott alaptételre. Ez nyilvánvalóan ellentétes a keresztyén hit alapjával, amely feltételezi, hogy a Biblia, mint Isten kijelentésének forrása, nyitott. Ennélfogva a teológia számára nem alkotható meg egy ellentmondásmentes axiómarendszer.

Mindezekről a nehéz tudományos kérdésekről részletesebben olvashatunk e könyv tanulmányaiban.

## **INTRODUCTORY THOUGHTS**

**László Végh**

The level of cognizability of the world is a highly interesting topic. Is it possible to reach the state of omniscience? Or at least to reach such a level in some fields of science that we can declare that we have full knowledge? Or, can we find new questions even in fields thought to be closed? These new initiatives may lead to the opening of these fields. The 7th Debrecen Science & Theology Conference discussed the problem of opening various fields of inquiry. We have surveyed the progress of some scientific fields and investigated how these fields believed to be closed were opened by new aspects. The consequences of the opening and the reactions of the scientific community and the general public were discussed. Before starting to discuss the lectures about the progress of different fields, an outline is presented first, on how the human mind can grasp some new idea and how a new idea can be accepted.

***Interest, learning, discovery***

According to the basic results of brain research, instead of reality I perceive the picture of reality produced by my mind. The mind does not work like a camera fixing the happenings but rather evaluates the recorded events immediately, comparing them to the earlier experienced patterns, and only the result of this comparison is recorded. Therefore a person can grasp only the known or that which is similar to what he already knows. A person can notice only things which correspond to his own thinking system, things that can fit into his world view or his comprehension. Things which contradict his world view are very difficult to manage or simply unmanageable for him.

Concepts are coded by the network of wired neurons of the cortex. Concepts are connected to each other and interpreted by the help of their connections. Something is interesting for me if it is new and at the same time can be related to some concept(s) which are already known for me. Therefore, susceptibility to something can be traced back to things recognized and studied earlier. The level of susceptibilities may depend on inheritance. It is easy to study interesting topics and such matters remain in us because they can be related to something we already partially know. People with a broad range of interest are in a good position. They are able to study and comprehend a lot. Our interest range and

---

susceptibility strongly depends on the education obtained as a baby and as a small child.

Our human mind, by recognizing patterns, is able to notice the order of the world. Already possessing stored away patterns, the new observations are interpreted by using the old ones. While searching the common elements in the old and new patterns, the mind tries to establish new relations between the elements. It is an important question how strongly the elements of the world are connected to each other. If the interactions are intensive, then nothing can be investigated separated from other data. Wisdom and cleverness can be related to two different thinking methods which can be used in different cases. To decide which is to be applied depends on the complexity of the problem.

If the system is so simple or simplified enough that it has only a few elements and these elements are connected by simple cause-effect relations, then we can understand the system by using logic. Having well-defined meanings of various elements and their causal relations, and then by following logic, we have unambiguous and systematic answers. Clever thinking does not respect tradition and authority. Only clear thinking is important.

For complicated systems, using the method of following up on the cause-effect chains, cleverness becomes

useless. Even if all of the elements and the relations between them were known, it would be impossible to follow the causal chains. Here we can handle complex systems by thinking wisely, with the use of the large amount of knowledge and experiences collected during our life time. The method of wise thinking is based on finding analogies and parallels. The pattern of the system studied is then compared to the stored knowledge and experiences. After awhile, hours or days or much later, this subconscious 'scanning' may have results. The conscious part obtains an 'aha!' signal, and then the conscious mind evaluates what was found, whether it is a proper analogy or whether it was only some play of imagination. So a wise man should be clever, too.

The opposite of cleverness is dullness, that is, not being able to think logically and to notice relationships between things. The opposite of wisdom is narrow-mindedness, and the foolish person does not realize how complex an issue can be. The origin of this foolishness may be a lack of education, experience and imagination. Without proper consideration, such a person starts to concentrate on a small part of the whole and is convinced that he can solve the problem. Since he does not know about his own constraints he has an unfounded self-esteem and disregards the opinion and experiences of others.

---

Now we are going to discuss the obstacles that appear in understanding and accepting a new idea. The main difficulty is rooted in our fixed world view and in the corresponding scale of values. The content of our subconscious is determined by our instincts and experiences and our world view is formulated by these factors. The world view is hardwired in the average person by age 25 and only a very small percentage of middle aged or older persons is able to preserve the susceptibility to understand something completely new. Rewiring the brain's hardware requires a lot of work and time-investment, without immediate benefit. It is possible that a middle aged person transforms his way of thinking, but this is an exception. More frequent is the adherence to his own ideas even in the case of running into the collapse of these.

Faith means that our feeling and knowledge about the reality is in unity; that is, that our sub-consciousness and our mind are in accordance. But we can see, hear and feel things which are incompatible with our world view. Generally such things remain unnoticed since our brain rejects them as inconceivable rubbish in the evaluation process. If we are forced to discuss them, we usually react against them. To change ourselves is not simple after the age of 25. Another possibility is denial, without detailed consideration, attacking new things as if they were unessential, exceptional and uninteresting. When the thing incompatible with our world view

seems to be threatening for us, a fundamentalist attitude may appear. We refuse without consideration any debates about some aspects of our conviction. We are loyal to our religious, economic and other comprehensions in almost all cases.

If we study the history of science about the birth of some large discovery we can realize that the creative mind finds some new basic relation among old concepts not connected earlier. The difficulty in a discovery is exactly in the fact that a new relation is established between concepts which were used in rather different fields earlier. According to the descriptions of relevant scientific discoveries, the path leading to new ideas and results is not a series of logical steps. Rather, this path is a mysterious journey whereby the final situation is quite different from the initial aim. The process of discovery seems to be a set of logical steps only at the publication and presentation of such discoveries. The detailed story of a discovery is known only for a few cases. Perhaps the story of Kepler's discoveries about the motion of planets is the best documented. The famous book of Arthur Koestler, which describes the history of scientific revolutions has the title, 'The Sleepwalker'. This title reflects the fact that Copernicus, Kepler, Galileo and others did not realize the importance of their discoveries and their effect on the world.

---

*Lectures on the openness of the world*

The lectures of the 7th Debrecen Science & Theology Conference provide nice illustrations concerning how difficult it is to discover something, to present it to the scientific community, and to explain it to the public. We have presentations about opening a field for mathematics, classical and modern physics, evolution, brain research and theology.

In the lecture of **Botond Gaál**, the example of closed field is Euclidean geometry. Actually, this axiomatic system seems to be perfect, for by using the language of mathematics the axiomatic system of Euclidean geometry is complete, independent and consistent. More than 2000 years after Euclid, János Bolyai and Nikolai Ivanovich Lobatschewsky found how the Euclidean geometry can be changed. Bolyai realized that the Euclidean axiomatic system can be changed by substituting the axiom of parallelism by a more general axiom. In such a way new types of geometries can be constructed. Many mathematicians followed this method of opening an axiomatic system and mathematics began to flourish. New algebras have been established and Cantor revisited the concept of infinity. According to Gödel, mathematicians could not prove consistency by any method that translates concepts into a numerical system. If consistency could not be proved, then mathematicians risked talking nonsense. A formal

mathematical representation of human thinking could not be consistent; that is, human thinking is open.

The opening of the closed world of the ancient sciences was discussed by **Ladislav Kvasz**. During this transition the spherical world of the ancient times was replaced by the Newtonian universe, infinite both in space and time. A characteristic feature of this transition from the closed cosmos to the open Universe was the application of theology and theological arguments. We can find theological arguments and methods in the reasoning of Galileo and Descartes, as well as Newton.

Against the Aristotelian world view, Galileo argues that every natural phenomenon is mathematical. He assumed that the book of nature is written in the language of mathematics. Even if we have not yet grasped the mathematical description of some phenomenon, we shall find it later. By referring to the book of nature Galileo makes an allusion to another book, the Bible. According to Galileo's metaphor, nature is comprehensible to the human mind and it can be understood using mathematics because it was written (i.e. created) in a rational manner.

Descartes realized that Galileo has merely looked for the explanation of a few particular effects without having considered the unity and first causes of nature. All laws studied by Galileo describe isolated bodies;

---

that means, Galileo does not take into account the unity of nature and nature then would disintegrate into a set of unrelated processes. According to Descartes, the eternal God created the world as a unity, and therefore the world should be governed by common general laws. Descartes raised the idea that there is only one kind of motion, uniform motion along a straight line, and everything else is a consequence of interactions. In such a way Descartes formulated an important law, according to which the total quantity of motion in the whole world is constant. This corresponds to the law of momentum conservation. Newton accepted the principle of Descartes but demonstrated that the definitions of Descartes are inconsistent. Referring to the omnipresence of God, Newton introduced the concept of absolute space for the description of motion. Absolute space is infinite, empty, and gravity can be described as an action in distance.

The lecture of **Zoltán Trócsányi** analyses the turning points in the progress of cosmology. Revolutions in astronomy have always been connected to significant improvements in the precision of the collected data. Improvements in the precision of data are usually made possible by improving the resolution of the measuring device. The basis of the formulation of Kepler's three laws is the precise collection of data measured by Tycho Brahe. Since the resolution of telescopes improved rather slowly, the observations were confined to the

Milky Way. The discovery of the Universe outside the Milky Way was started by the use of the more precise telescope of Hubble in the 1920's, almost 400 years after Kepler.

Hubble discovered the expansion of the Universe, which is the basis of the Big Bang model. The next turning point is related to the construction of a new sensitive microwave antenna by Penzias and Wilson. During the control measurement they found an unexplained uniform noise. This noise was identified as the cosmic microwave background radiation emitted by the Universe with a temperature of 2,73 Kelvin. Increasing the precision in the measurement of the cosmic background radiation, its fluctuations were discovered, which can be attributed to the density perturbations of the baby Universe. Increasing the precision of these measurements we can obtain information about earlier and earlier periods of the Big Bang.

The acceptance of a large discovery depends on the interaction of the new results and the picture provided by the dominant world view. If there is a controversy between the new ideas and the mainstream world view, then a strong emotional opposition will hindered the acceptance of the discovery, independent of its intellectual beauty and simplicity.

---

Considering the large discoveries in mathematics, the acceptance of these was not influenced by the contemporary world view, since only a very few persons were able to understand the meaning of the progress. It was easy to accept the absolute space of Newton since space, infinite in three dimensions, independent of anything, corresponds to the common view about space. Further it is easy to imagine the universe as a world machine which is suggested by the Newtonian mechanics, since the work of a machine is well known to everyone.

Biological fields are closer to the average person and the idea about the origin of life and human existence are basic constituents of the world view. It is easier to grasp the results of biology and anthropology and a new discovery may be in contradiction with the prevailing world view. The reception of the Darwinian evolution is a good example for the resistance against a revolutionary scientific theory. Although the discovery was born in the second half of the 19th century, since then it has induced strong emotional waves. **Hans Schwarz** discusses the reception of the evolution theory in England and in the USA in the decades after its publications.

The openness of the human brain was discussed by **György Székely**. Our brain seems to be the most complex system of the Universe. It is a really hard

question whether our brain is complex enough to grasp its own complexity. Our human brain enables us to talk about abstract matters, but to be able to do that we need a brain which can create abstract ideas, thoughts and theories. It is generally assumed that the human brain could not have evolved without language; language must have evolved parallel with the brain. The cortex is able to be rewired by the continuing learning processes, therefore the brain can be open for new ideas, concepts, ideas, and theories; all are communicated by language.

**Botond Gaál** has also discussed the opening of Christian theology by the revival of theology in the 20th century. Before the 20th century many theologians believed that once a basic theorem was chosen as a fundamental point, an entire system could be built upon it. This was in direct contrast with the basis of Christian belief which considers the Bible, as a source of revelation, to be open. From this follows that the teaching of the Bible can not be comprehended as a consistent system of axioms.

The following essays present many details of these difficult scientific issues.

# A VILÁG NYITOTT!<sup>1</sup>

**Gaál Botond**

## *Bevezető gondolatok*

Arany János tényleg a magányában fogalmazta meg szép gondolatait.<sup>2</sup> 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 összefü-

---

<sup>1</sup> Elhangzott bevezető előadásként a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából 2005. november 17-én Debrecenben a hetedik országos Tudomány és Teológia Konferencián. A Konferencia főtémája *A zárt világ fölnyitása* volt. Azt vizsgálták, hogyan keletkeztek és keletkeznek a tudományos forradalmak.

<sup>2</sup> A bevezető előadás előtt Arany János: *Magányban* című versét mondta el Erdei József, a Debreceni Református Kollégium diákja.

gést, találnak valami fogózót, amelynek segítségével gondolatban kilépnek e világból, pontosabban túlhaladják ezt a világot, s meglátják a biztató megoldást. Kiszabadulva ennek a világnak a kötöttségei közül, valószínűleg 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 beleérttem 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 matemati-

---

ka a természetleírás leghatékonyabb formanyelve, mégis e megállapításon túl kell lépnünk, mert ennek a nyitottságnak 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 mimódon 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”.<sup>3</sup> *Fölfedezték* az elvi, logikai igazságokat, mert azt hitték, hogy ezek

---

<sup>3</sup> V.ö. John D. Barrow: *A fizika világképe*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1994. 64.

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 összefüggéseire kapcsolódniuk. Végül is ők létrehoztak egy olyan tudományt, amelynek axiómarendszere – David Hilbert 20. századi kifejezéseit használva – *teljes, független és ellentmondásmentes* volt. Ezért dicsérenünk 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.

### *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 Lobachevszky 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.<sup>4</sup> Ha ezt mégis meg akarjuk tenni, akkor azt ki kell cserélni úgy, hogy a korábbi igazságok ne sérüljenek. Nem ijedt meg Kanttól

---

<sup>4</sup> V.ö. 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.”

sem.<sup>5</sup> 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 megdöbbenő, 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 vonatkoztatási rendszerben állandó. Mégis ezekből a föl-foghatatlannak 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 is 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 határáként értelmezendő. Cantor fölhívta a teológusok figyelmét arra, hogy a

---

<sup>5</sup> 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 Gábor Zoltán: Mit adott a fizikának Bolyai János?, i.m. 274.

---

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 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.”<sup>6</sup> 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

---

<sup>6</sup> ELTE, Filozófiai Figyelő, Budapest, 1988/4. 82-83.

nyitott struktúrájára, hanem elindultak új utakon 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.<sup>7</sup> Ez is fölfelé nyitásnak tekinthető. Ké-

---

<sup>7</sup> Nagyon érdekes, miként is jött létre Riemann-geometria. Ő 1853-ban habilitációra jelentkezett a Göttingeni Egyetemen. Az volt a szokás, hogy három ún. próbaelőadásra kellett benyújtani javaslatot. Az első kettőt ki is dolgozta, mert a szokás szerint mindig az első 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 csávéban vagyok, ...” Végül is kidolgozta és ebből a habilitációs előadásból lett egy világhírű fölfedezés, amely programot adott az utána jövő geometereknek. V.ö. Szenthe János: A hi-

---

sőbb 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.<sup>8</sup> 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 természetleírást segítette, hanem más tudományokat is, – egy különös példát említve – a politika tudományát is.<sup>9</sup> Ugyanakkor maradt

---

perbolikus geometria és a Riemann-geometria kapcsolata. In: Bolyai emlékkönyv, i.m. 308-309., 312.

<sup>8</sup> V.ö. Prékopa András: Gondolatok a matematikáról. Confessio, XXII. Évf. 1998/1. 9.

<sup>9</sup> 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.

sok-sok megoldandó feladat a tiszta matematika számára, hiszen a természettudományok is gyorsan fejlődtek.

Mivel a folytonos matematikával nem lehet leírni a „kvantum-világ” 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<sup>10</sup> 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.

---

Ugyanakkor ez megkönnyítette a tárgyalásokra való fölkészülést is. Ezek a híres esetek a 20. század utolsó harmadában történtek.

<sup>10</sup> Híres művének címe: *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*.

---

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.<sup>11</sup> 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* újraledésének 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 gondolkodás nézőpontjából. Látszik egyértelműen, hogy ha a keresztyén teológia tényleg teológia akar

---

<sup>11</sup> Ez leginkább Karl Barth teológiájában jött napvilágra.

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 természetnek 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 az 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 elszárguldottak 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 vizs-

gálódás 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 visszahat a magasabb 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.

## THE WORLD IS OPEN!

**Botond Gaál**

### *Introductory ideas*

It was in veritable solitude that János Arany transformed his sublime ideas into words.<sup>1</sup> Thus can it be said that a wise man is only a tool in making others perceive some ‘higher level of harmony’. Attila József, another renowned Hungarian poet, also sat alone by the Danube River, and in this deepest solitude he formulated words to embody the past, present and future. These outstanding poets, who were also steeped in wisdom, would take note of something which pointed to a general relationship, and then by finding a “handle” to latch onto, they would step beyond the limits of this world and point to a promising solution. By having released the fetters of this world they were able to open

---

<sup>1</sup> Preceding this introductory lecture, József Erdei, a student of the Reformed Church College of Debrecen, gave a rendition of the poem entitled “In Solitude” by János Arany.

---

it up; by identifying a certain harmony in it, they blazed a path to a world-view which seeks an over-arching and comprehensive interpretation of the universe. In 1996, Edward Teller sat at this table and categorically declared, "You must understand: modern science means nothing less than that the world is open!" Having completed university-level studies in mathematics and physics and working as a theologian, I also claim that the structure of the world is of an open nature. Appealing to the premise of inclusiveness in extending this postulate, it follows that the human intellect has the same character of openness. Moreover, the congruence of the laws of the universe and of the structure of human thinking I regard as a melding into a particular harmony. This is what makes it possible for man to take ever-bolder steps forward in the pursuit of scientific knowledge. This, in fact, is the pattern repeated in all fields of science. Staying within the bounds of my own field, that of mathematics, some very telling examples which follow this pattern immediately surface. A mathematician must also recede to the deepest depths of solitude in order to notice relationships which subsequently can be equated with universal knowledge or generally accepted truths. The lessons gleaned from the historic development of mathematics have clearly justified the above. Along these lines, one may also wish to ponder the following dilemma: how does modern mathematics, through its open structure, serve the acquisition of knowledge pertaining to nature and,

simultaneously, the evolution of man's ability to think? It has been emphasized thus far that mathematics has proven to be the most effective formal language in formulating descriptions of nature. From this position it is time to take a step forward with the hypothesis that this openness may prove to be beneficial not only in scientific discourse but also in other domains, such as the humanities and the practicalities of everyday life. Leaning on my schooling in theology and considering it to be a type of scientific approach to Christian thinking, I keep wondering if there is any chance of moving a step forward. If so, how should this step be taken? More exactly, the question is whether Christian thinking is open enough or not. This issue, I believe, is topical because theologians seem to have let fall into disuse the open approach provided by mathematics, despite having their attention directed towards this possibility by mathematicians. The application of this open approach could have a positive effect on the development of theology – as it is outlined later in this presentation.

### *The closed mathematical world of the ancients*

In about 300 BC, Euclid collected and gave an overview of all accumulated mathematical knowledge in his work entitled “Elements”. The Greeks seem to have

---

“discovered”, “created” and “formalised” mathematics.<sup>2</sup> They discovered conceptual logical truths because they believed that those truths already existed in a ready state somewhere within the world of ideas. On the other hand, it is also true that the Greeks *created* mathematics because they were able to acquire new knowledge by using evidence based on the axiomatic system. In the same breath, they formalised mathematics because they believed axioms and conclusions derived from them did not necessarily have to be associated with the correlations of the natural world. Eventually they created a field of science whose axiomatic system – according to David Hilbert’s twentieth century terms – was *complete, independent and free of contradictions*. This is reason enough to praise them, for the truths identified then were as true then as they are now and will continue to be so in the future. Moreover, these mathematical truths can be regarded as scientific truths which are independent of all cultures. Yet it remains a mystery why these people were unable to harmonise these truths with their knowledge of nature. There may have been something amiss with their approach. Being entirely content with their mathematical method, it would seem that they elevated it to the level of an absolute truth; being unable to imagine anything more

---

<sup>2</sup> Compare: John D. Barrow: A fizika világképe [*The world-view of physics*]. [Physics World] Akadémiai Publishing, Budapest, 1994. 64. (in Hungarian)

perfect, they regarded their method as the most general and unchangeable rule in the cultivation of scientific thought. The term '*more geometrico*' (i.e. all things are to be established on the basis of the geometric model) has its origins here. Thus Euclidean geometry fixed a pattern in almost every field of scientific thought for the next two thousand years. None of Spinoza, Newton and Kant was aware that they were thinking in a closed system.

***The problem of the modern age and the opening of the closed world***

More than two thousand years later, modern mathematics discovered how to take a step forward. First, in the 1820s-1830s, the Hungarian János Bolyai and then the Russian Nikolai Lobatschewsky, both mathematicians, concluded that the Greek axiomatic system led to a closed system of ideas which could and should be changed in the interests of progress. János Bolyai very aptly pointed out that the renown axiom of parallels had been such an inherent part of Euclid's thinking that it and its influence had precluded the thought of stepping out of this closed world.<sup>3</sup> Should

---

<sup>3</sup> Compare: Mit adott a fizikának Bolyai János? [*How did János Bolyai enrich physics?*] In: Bolyai emlékkönyv [*Bolyai commemorative volume*]. Vince

---

one have chosen to step out of this system, it was highly desirable that the ensuing change did not engender the loss of the established truths. In this respect not even Kant's ideas<sup>4</sup> caused Bolyai to backtrack. From a history of science perspective this might be best described as a "Promethean idea" whereby, from the "world of the gods" and its "heavenly fire", Bolyai was able to bring down to earth a small spark which forever changed the world. The idea which he formulated – which even today is revelatory– states that an *infinite* number of lines can be drawn through a point which is parallel to any given line. This is at least as "Einsteinishly" bewildering as claiming that the velocity of light is constant in any frame of reference. Yet it was

---

Publishing, Budapest 2002 (in Hungarian). 269. "An axiom has a specific and separate role in Euclid's system, since the statement it consists of emphasizes and fixes its Euclidean nature. At the same time, it represented a stable element which precluded stepping out of the Euclidean system. Removing the "barrier" opened up a path to a new, logically viable geometry and, at the same time, a new model of space."

<sup>4</sup> Bolyai thought the following about Kant's ideas of space: "The otherwise honourable and clever Kant insisted on his groundless and twisted theorem that space ... was not self-consistent but only an idea or a frame for our visions (!)" as it was quoted by Zoltán Gábos in "Mit adott a fizikának Bolyai?" op.cit. 274.

from these seemingly ungraspable and extra-visual concepts that a wondrous, breathtakingly, new world came into existence. In the successive years, many capable mathematicians followed Bolyai's and Lobatschewsky's lead and the art of doing mathematics began to flourish once again. The new openness further yielded the establishment of Boole algebra and this helped attract a slew of mathematicians to this field. Then came the German mathematician, Georg Cantor, who surprised the world with the claim that the human mind was capable of distinguishing between transfinite and absolute infinities. Up until then, it was held that concepts referred to as 'absolute' were to be interpreted in terms of the ideal limit of the finite. Cantor pointed out to theologians that, although the human intellect was able to grasp the transfinite infinite, it was not able to define God Himself as Absolute. Mathematical thinking, moreover, cannot fix God in His ontological nature but can refer to His existence by exceeding its own limits. As Cantor put it, "to a certain degree the latter is beyond the comprehension of the human intellect inasmuch as it is no longer within the sphere of being mathematically determined. Transfinite infinity, on the other hand, not only utilises a wide range of possibilities in recognising God, but also offers a wealthy and ever-growing space for ideal research. ... But general recognition is oft times long in coming even if such a revelation could prove to be of extreme value to theologians, it becoming an aid in arguing their case

---

(religion).”<sup>5</sup> Cantor himself inspired more and more mathematicians to examine newer and newer fields. It was somewhat later that the basics of the calculation of probability were introduced, thus opening up new prospects for even more mathematicians. These mathematicians all opened up closed (or supposedly closed) fields and established a new approach for scientific thinking. The same can be said about Kurt Gödel, the twentieth century Austrian mathematician, according to whose results in logical theory the process of human thinking is open “upwards”. The work of Alonzo Church and Ala Turing indicated a similar result. Mathematicians of the twentieth century not only proved the existence of the open nature of mathematical thinking, thus providing evidence of the open structure of human thinking, but also set their sights on new directions in the spirit of this openness.

***The discrete and continuous mathematics of our open world***

When the process of resolving dilemmas emerging from axiomatisation had ground to a halt, new fields of mathematics offering challenges in research appeared on the horizon. Having already mentioned János Bolyai as the one who had “*created a new and different world*”

---

<sup>5</sup> ELTE, Filozófiai Figyelő, Budapest, 1988/4. 82-83.

out of nothing” as far as *Scientia spatii* (i.e. the science of space) was concerned, it is now sufficient to refer to the name Riemann when investigating the subsequent period. At the age of 27, this mathematician had developed a solution for the generalization of Gaussian surface geometry in a higher dimension.<sup>6</sup> This achievement can also be regarded as an opening upward. Later, the application of physics was able to a significant degree generate a space-related, new mathematics. But it appears that over the past few

---

<sup>6</sup> It is quite interesting to discover how the geometry developed by Riemann came into being. Riemann submitted an application for habilitation examination at Gottingen University in 1853. Traditionally, proposals for three lectures had to be submitted. Riemann had prepared only the first two because the habilitation committee generally always asked to hear the first one. But for once it happened differently. Gauss, who was also a member of the committee, wanted to hear the third lecture. This is why Riemann wrote to his younger brother that he was in difficulty. Eventually he managed to prepare the lecture and this habilitation lecture gave rise to a world-famous discovery, something which gave a lot of work for geometers following Riemann in time. Compare: János Szenthe: Relationship between hyperbolic geometry and Riemann’s geometry. In: Bolyai Emlékkönyv, op.cit. 308-309., 312 (in Hungarian).

---

decades the number of geometry-related problems in search of resolution has decreased.

Today, mathematical activity is traditionally divided into four categories: creating theories, proving theories, constructing algorithms and computing.<sup>7</sup> The last of these is more commonly referred to as computer-related science and informatics. Both pure and applied mathematics appear in each of these fields but it is not always possible to clearly separate the two. In many fields applied mathematics has come to the forefront and has proved useful in supplying better descriptions of nature, natural phenomena and other sciences –even political science, strangely enough.<sup>8</sup> At the same time, pure mathematics has a host of accumulated tasks

---

<sup>7</sup> Compare: András Prékopa: Gondolatok a matematikáról. (Ideas of mathematics). Confessio, Vol. XXII 1998/1.9. (in Hungarian)

<sup>8</sup> It was to a large part the mathematical development of the game theory that enabled the Americans to foretell – with quite high accuracy – how the Soviet politicians would react to certain issues. As yet only very few of the details are known but it became possible that one of the parties at the negotiating table could predict the answer to his question which would be forthcoming. It also made it easier to prepare for such negotiations. These interesting events took place in the second half of the twentieth century.

waiting upon it in that the natural sciences have evolved in most rapid fashion also.

Because continuous mathematics cannot describe the events of the „quantum world”, it was necessary to develop discrete mathematics which in itself further broadened the imagination of mathematicians. This gave rise to the advent of graph, network and game theories which represent a certain type of infinity for human cognition. The harmonization of quantum theory with the theory of relativity induced scientists to think in a new mathematical way, in this case resulting in the inception of the string and brane models. John von Neumann, a renown Hungarian mathematician, played a preeminent role in the development of twentieth century mathematics. In describing the mathematical bases of quantum physics<sup>9</sup> he came to the conclusion that there were no hidden parameters in nature. In principle, there is no limit to cognition, something which mathematicians explain to theologians in the following way: God did not resort to using hidden parameters when he created the world. In discovering all of the above, man could come to admire the openness of the intellect and of the natural world. It was this which gave renewed hope to man in the late twentieth century and it now serves up new tasks for scientists of the

---

<sup>9</sup> His famous work is entitled “*Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*.”

---

twenty-first century. More and more closed fields have been opened up and worlds unimaginable earlier have been made accessible for scientific research.

### *Opening up the closed system of theology*

It came to light in the twentieth century that Christian theology could not be built on some sort of system of axioms.<sup>10</sup> Previous to this, many had believed that once a basic theorem was chosen as a foundational point, an entire theological system could be built upon it. This was a result of the influence exacted by *more geometrico* on the theological sciences. Kant expressed similar philosophical views and had consequently gained many followers among theologians. This was the period of the revival and spread of *theologia naturalis* which, for the most part, ran its course in the nineteenth century. Theology bore the characteristics of a closed ideological system much rather than that of intellectualism which communicated open thinking. This was in direct contrast with the basis of Christian belief which considers the Bible, as the source of the revelation of God, to be open. From this it follows that the teachings of the Bible cannot be applied as a system of axioms. Therefore, those who travel in theology

---

<sup>10</sup> The theology of Karl Barth provides the best evidence of this.

should examine such teachings in terms of a scientific and mathematical perspective. It seems evident that if Christian theology truly wants to retain its theological character it must seek to apply an open way of thinking relevant to its own field in order to comprehend, explain and interpret dogmas. This is what the fathers of the church emphasized when introducing the term '*kata physin*' (i.e. everything was to be examined according to its own nature). Mathematics shows that the human intellect is infinitely open to the cognition of the created universe. At the same time, faith and religious practice can be enriched by man's effort to understand the revelations of God via the human intellect and by applying these on a daily basis. Already there have been some benevolent warnings emanating from mathematics. It is my conviction that theology must learn a lot from the open approach employed by the exact sciences. In neglecting to do this, theology will not be able to yield any tangible results. Moreover, ecumenical efforts may also produce nothing other than a hollow ring. Therefore it is recommended that all denominations apply open theological thinking in identifying those clauses which cap or close their system of beliefs and also those clauses which uphold an ideology or inflexible dogma in the name of "scientificity". As long as theology remains mired in this way, all the other sciences will have long left it in their wake. This requisite can no doubt be regarded as

---

the ‘*conditio sine qua non*’ of all ecumenical efforts in the twenty-first century.

### *Universities as open systems*

In examining the disciplines of mathematics and theology –in themselves theoretical disciplines– the question of practical application has to be raised. In seeking the purpose of such an investigation we can formulate the question: when does an educational system or institution become open? This issue, still to be resolved, falls into the domain of higher education research. Within this domain the degree of openness at university levels may be of special interest. This can perhaps best be examined in the interrelationship between autonomy and sovereignty. Being autonomous institutions, bearing capacities for self-organization and wielding freedom, universities must ensure openness to the whole world, to science, to the arts, to philosophies and to religions within either a sovereign state or social system. As a system, in itself it also poses a mathematical problem. But it is not only a matter of mathematics, for it is also a matter of conceptual nature. Should one wish to talk about universal values and the formation of a healthy global attitude in our own surroundings, the type of approach practised at a university can be one of the most important measures, tools and trademarks in the attainment of such values. If the universities of a given country practise the open

approach, it will be this same approach which will be practised at lower level institutions of education, this being due to the specificity of the system which in turn determines the development of the whole of that given society. The foremost task of universities, therefore, is to always open up systems which might be closed. The purpose of the present conference is to make known this approach and to facilitate scientific and social development through the application of this approach.

### *Abstract*

It can be seen in the history of mathematics that creative thinking has always laid the path which leads from closed systems to open ones. In addition to others, renown Hungarian mathematicians, János Bolyai and John von Neumann, are model figures in this respect. Mathematics today is also characterized by attempts to achieve openness, therefore it has become the most important formal language of scientific description. In return, the openness of nature urges mathematicians to discover newer and newer fields and find the adequate mathematical formulae for natural phenomena. Since the axiomatic approach in mathematics has had its impact on Christian thinking for almost two thousand years, which resulted in a certain closed approach in theology, it has become necessary to open up this field, too. It was not in the interests of mathematics in the first place, but it was due to the inherently open Biblical

approach. Therefore, theology can learn much from mathematics as far as the issue of spirituality is concerned. This methodology is also the one it should adapt in its approach in university education.



## AZ ÓKORI VILÁG FÖLNYITÁSA ÉS A MODERN TUDOMÁNY SZÜLETÉSE

**Kvasz László**

A világ, ahogyan azt az ókori tudomány bemutatta, egy zárt világ volt. Zárt volt legalább két vonatkozásban. Először is zárt volt geometriai értelemben, mert a csillagok szféráján belül helyezkedett el és ezért csak véges kiterjedéssel rendelkezett. Az ókori görög csillagászok megbecsülték a világ átmérőjét, így Arkhimédész ki tudta számolni, hány homokszemet tartalmazhat az univerzum. Az eredmény, amit kapott kb.  $10^{63}$  szem volt. (Arkhimédész, 1952., 526. o.) Másodszor, az ókori világ dinamikus értelemben is zárt volt. A testek pályája vagy egy egyenes szakasz volt, amely mentén a testek mozogtak a valódi helyükre, vagy egy kör, amely mentén az égitestek a világ közepe körül keringtek.

*A zárt világtól a végtelen világegyetemig* című művében Koyré rekonstruálta, hogy a tudományos forradalom alatt hogyan is nyitották föl ezt a zárt világot. Munkájában a XV. századi Nicolaus Cusanusszal kezdődően lépésről lépésre követhetjük a kozmosz fokozatos megistenítésének folyamatát, amely tetőpontját Newtonnál a

végtelen világegyetemmel érte el a XVII. században. A XVIII. században, amikor az istenítést szekularizáció váltotta fel, a világ számos isteni tulajdonságát megtartotta. Ahogy Koyré írja: „*A newtoni kozmológia végtelen világegyeteme, amely idejét és kiterjedését tekintve is végtelen és amelyben az örök anyag az örök és szükséges törvényeknek megfelelően vég nélkül és céltalanul mozog az örökös térben megörökölte isteni mivoltának minden lételméleti tulajdonságát. De csak azokat. A többi az eltávozott Isten magával vitte.*” (Koyré, 1957., 276. o.

Ezért nem meglepő, hogy a zárt kozmoszból a nyitott univerzumba való átmenet egyik jellegzetes vonása a teológia és a teológiai érvek fontos szerepe volt. Ugyanúgy találhatunk teológiai érvelést mind Galileinél, Descartes-nál és Newtonnál. Például így ír **Galilei** a gyakran idézett *Il Saggiatore* című művében: „*A filozófia abban a nagy könyvben van írva, amely nyitva áll mindenkor szemeink előtt: az univerzumra gondolok; de nem olvashatjuk mindaddig, míg meg nem tanultuk a nyelvét, és nem barátoktunk meg a jelekkel, amelyekkel írva van. A matematika nyelvén van írva, és a betűi háromszögek, körök és más geometriai alakzatok, amelyek ismerete nélkül lehetetlen egyetlen szót is megérteni.*” (Galilei: *Il Saggiatore*, 1623., fordítás: Simonyi Károly: *A fizika kultúrtörténete*, 211. o.) Azzal, hogy a természet könyvének hívja, Galilei célzást tesz egy másik könyvre, a *Bibliára*. Összhangban ezzel a metafo-

rával, a természet az emberi értelem számára fölfogható és a matematika segítségével megérthető, mivel racionális módon írták le, azaz alkották meg.

Hasonlóan, *Descartes* munkáiban is találhatunk sok érdekes teológiai érvelést. Descartes megfogalmazott egy fontos törvényt, amely értelmében a világegyetemben a mozgásmennyiség összege állandó. A *Principia Philosophiae* című munkájában ennek teológiai indoklást is adott: „Mármost ami az első okot illeti, számomra világos, hogy az nem lehet más, mint Isten, aki mindenható erejével megteremtette az anyagot, egyes részeit nyugalomban, más részeit pedig mozgásukban, és aki működésével fenntartja és megőrzi mindazt a mozgást és nyugalmat, amit a teremtés aktusában az anyaggal közölt. Mert igaz ugyan, hogy a mozgás a mozgatott anyagnak csak viselkedési formája, mindazonáltal egy mennyiség is tartozik hozzá, amely a maga egészében sohasem nő vagy csökken, ámbár néha több és néha kevesebb van belőle az egyes részekben; és éppen ezért van az, hogyha az anyag egyik része kétszer olyan gyorsan mozog, mint a másik, viszont ez a másik rész kétszer olyan nagy, mint az első, jogunk van úgy vélekedni, hogy a kisebb testben éppen annyi mozgás van, mint a nagyobbban, és hogy minden időben, amikor az egyik rész mozgása lecsökken, egy másik rész mozgása ugyanolyan arányban megnő.” (Descartes, 1644., Pars II., Sectio 36., fordítás: Simonyi Károly: *A fizika kultúrtörténete*, 221. o.) 1649-ben Morus Tamásnak írt levelé-

ben Descartes ezt írja: „*A mozgató erő maga az Isten ereje, fenntartva pontosan annyi mozgást az anyagban, amennyit a teremtés első pillanatában neki adott. És a teremtett anyagban az erő annak létformája. De ez valamelyest felül áll hétköznapi gondolkodásunkon. Nem akartam ezzel foglalkozni írásaimban, nehogy úgy tűnjön, azokkal értek egyet, akik szerint az Isten egy az anyaggal.*” (Gueroult, 1980., 199. o.) Tehát látjuk, hogy Descartes a mozgásmennyiség-megmaradás törvényét egy teológiai indokkal, az Isten állandóságával támasztja alá.

És végül nézzük *Newtont*. A *Scholium Generaléban*, amelyet Newton a *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* második kiadásához csatolt, kifejezi az Istenről alkotott véleményét: „*Ő örök és végtelen, mindenható és mindentudó; azaz tartama öröktől örökig él,.... Minden dolgok őbenne vannak és őbenne mozognak; de egyik nem zavarja a másikat: Isten nem szenved a testek mozgásától; a testek pedig nem éreznek ellenállást Isten mindenütt jelenvalóságától. ... Éppen ezért ő csupa szem, csupa fül, csupa agy, csupa kar, csupa erő, hogy érzékeljen, hogy megértsen, hogy cselekedjen; mindez a legkevésbé sem emberi módon....*” (fordítás: Simonyi Károly: *A fizika kultúrtörténete*, XIX. színes tábla) Természetesen a newtoni fizika legfontosabb újítása a *távolbahatás* volt az üres téren keresztül. Elmélete ezen vonásának indoklásához Newton teológiai

érveket hoz fel. Az üres tér nem képtelenség, ahogy a kartézianusok gondolták, hanem azonos Istennel.

Amikor korábbi tudósok írásaiban szembe találjuk magunkat a teológiai részekkel, kétféleképpen értelmezhetjük azokat. Az első lehetőség az, hogy *életrajzi érdekességnek* tekintjük őket. Galilei és Descartes ugyanúgy, mint Newton, hívők voltak. Hittek Istenben, így természetes volt számukra, hogy a tudományos munkáikban is kifejezzék a hitüket. Ugyanúgy, mint manapság, amikor sok tudós ateista. Természetes számukra, hogy írásaikban időről időre megfogalmazzák ateista nézeteiket. Azonban ez nem magyarázat arra, hogy a teológiai alapelvek miért játszottak fontos szerepet Galilei, Descartes és Newton tudományos elméleteinek igazolásában. Ha a teológiai kitételek életrajzi különlegességek lennének, akkor természetesebb volna, ha csupán csekély jelentőségű részekként tűnnének fel és nem bírnának központi jelentőséggel a világ megérthetőségének (Galilei), a megmaradási törvények (Descartes) és az üres tér létezésének (Newton) bizonyításában. Ha egymástól elkülönítve vizsgálánk a három dolgot, akkor talán meg tudnánk magyarázni életrajzi indokokkal. De az a tény, hogy mindhárom alkotónál megjelennek, ráadásul ugyanabban a szerepben, mégpedig nézeteik igazolásának szerepében, kétségeket ébreszt afelől, hogy ezek pusztán életrajzi érdekességek lennének.

A második lehetőség az, hogy a fent említett teológiai eszmefuttatásokat valamilyen *kulturális hatásnak* téte-

lezzük fel. E nézet szerint a tudományos forradalom nem vákuumban történt. Olyan kulturális környezetben zajlott, amelynek egyik meghatározója a kereszténység volt. Tehát ezen szempont szerint Galilei, Descartes és Newton munkáiban a teológiai gondolatmenet nem csak személyes meggyőződés, hanem a kulturális háttér része, amely hatott a szóban forgó tudósokra. Ezek alapján a kereszténységet elhelyezhetjük a platonizmus, a hermészi hagyomány és több más olyan kulturális áramlat mellé, amely hatással volt a tudomány megszületésére. (Lásd még Jammernak az egyik 1954-ben írott munkáját, amelyben az üres tér fogalmának kialakulására gyakorolt kabalisztikus hatás érdekes tárgyalását találhatjuk.) Ez a második megközelítés nem tekinti jelentéktelennek a kereszténység szerepét és nem száműzi azt kizárólag a privát szférába. A kereszténység fontos szerepének elismerésével a tudomány és a teológia párbeszédének szempontjából ez a megközelítés már sokkal érdekesebb.

Mindezek mellett meggyőződésem, hogy létezik egy harmadik lehetőség is a teológia tudományos forradalomban betöltött szerepének értelmezésében. Azt javaslom, hogy Galilei, Descartes és Newton munkáiban a teológiai vonatkozású részeket a tudományos eredményekben levő *transzcendencia formáinak* kifejezéséként értelmezzük. Ilyenformán, ahelyett, hogy egyszerű életrajzi anekdotákként vagy a kulturális környezet kifejeződéseként képzelnénk el, az a javaslatom, hogy nézeteik tudományos tartalmának alkotóelemeiként

értelmezzük őket. A részletek kedvéért nézzünk egy kis történelmet.

## ***1. A transzcendencia szerepe a tudományban***

A Galilei-féle szabadesésre, Descartes mozgásmennyiség-megmaradás törvényére és a Newton-féle gravitációra úgy szoktunk gondolni, mint a tudományos örökségünk elfogadott részeire. De voltak idők, amikor Galilei, Descartes vagy Newton még csak a megalkotásuknál tartottak. Ehhez radikális módon túl kellett lépni a határait annak, amit akkor tudományként ismertek (el). A *Philosophia Naturalis* című folyóiratban megjelent sorozatban rekonstruáltam a Galilei-féle, a kartézianus és a newtoni fizika keletkezését. Kérem, engedjék meg, hogy megemlítssem a fontos pontokat.

### ***1.1 A természet matematikai formába öntése Galilei elképzelései***

Arisztotelész filozófiájában az égitestek világa elkülönült a szublunáris világtól. Arisztotelész az égitesteknek nem tulajdonított sem változást, sem állandóságot, ezért ez a világ a matematikai értelmezés tárgya volt. A ptolemaioszi csillagászat jól példázza ezt a felfogást. Másrészt viszont a szublunáris világ a jellegzetes szabálytalanságával és állandó változásával nem tűr meg matematikai leírást. Arisztotelész szerint csupán megközelí-

tőleg írható le. Galilei a természet matematikai formába öntésére kitalált elméletét *az arisztotelészi világlátás ellen emelte*. Galilei elképzelése szerint minden természeti jelenség alapvetően matematikai. Az olyan jelenségek, mint például a hosszúság, a forma vagy a szám matematikai jellege nyilvánvaló. De a nyomás, hő vagy mozgás esetében már nem tudunk egyből matematikai mennyiségeket látni. Ez azonban nem lényeges. Galilei szerint azoknak a természeti jelenségeknek is van matematikai tulajdonsága, amelyeket Arisztotelész soha nem tartott alkalmasnak arra, hogy matematikailag leírja őket. Az egyetlen különbség az, hogy ezek a tulajdonságok valahol a felszín alatt maradnak, előlünk elrejtve. Ez azt jelenti, hogy a matematikai leírásnak Galilei egyetemes érvényességet tulajdonított, így változtatva a világot egy matematikai világgá. Minden jelenségnek van egy képzeletbeli lényege. A természet könyvét a matematika nyelvén írták. (Kvasz, 2002.)

Tehát azt látjuk, hogy az összes természeti jelenség matematikai megfogalmazásának ötlete Galilei elképzelésének a magja. Ez az a sarkalatos pont, ahol Galilei alapvető módon különbözik Arisztotelésztől, azaz túlhaladja az arisztotelészi fizikát. És pontosan ez volt az a mag, amit Galilei teológiai metaforával, a természet könyvével támasztott alá.

## 1.2 A kartézianus elképzelés

Descartes tisztában volt Galilei téziseinek korlátozott érvényességével. 1638. október 11-én egy Mersenne-nek írt levelében ezt írja: „*Anélkül, hogy figyelembe vette volna a természetben az alapvető okokat, Galilei csak néhány egyedi jelenség magyarázatát kereste. Így nem tett mást, mint alapok nélkül építkezett.*” (Clarke, 1992., 271. o.) Ahhoz, hogy egy természeti jelenséget kísérleti megfigyeléshez megfigyelhetővé, hozzáférhetővé tegyen, Galileinek ki kellett azt emelnie a többi jelenséggel összekapcsoló hálózatból. Tehát a Galilei által alkotott törvények olyanok, amelyek csak elkülönített testekre vonatkoznak. Ilyen például a szabadesés, az ingák azonos lengésidejének törvénye vagy a hajítás parabolikus röppályájának törvénye. Noha Galilei sikert ért el abban, hogy ezeket a mozgásokat fizikai jelenségek közötti matematikai összefüggésekként leírta, amit elért az az, hogy mindegyik mozgásra külön törvényt határozott meg. Galilei eljárása alapján tehát a természet szétesne egymástól független folyamatokká. Galileivel ellentétben Descartes megkövetelte azt, hogy a tudománynak túl kell mutatnia a jelenségeken és meg kell ragadnia a *természet mélyebb értelemben vett egységét*.

Ezek mellett a Galilei-féle fizikának van egy különös vonása. Megkülönböztet különböző jellegű mozgásokat. Ezt értelmezhetjük úgy is, mint Arisztotelész azon ideá-

jának fennmaradását, amely szerint minden mozgásnak megvan a sajátos jellege és ebből következően léteznek különböző jellegű mozgások. Így a szabadesés, a tehetetlenség vagy mozgás egy ferde síkon. Galilei hitte, hogy ha kiküszöböljük a környező közeg hatását mind-egyik mozgás megőrzi az egyedi sajátosságát. Vákuumban pedig világosan megmutatja jellegzetességét. Descartes azzal az ötlettel állt elő, hogy *csak egy fajta mozgás létezik*: az egyenes vonalú egyenletes mozgás. Minden más kölcsönhatás következménye. Ilyenformán Descartes szerint Galilei elmélete a szabadesérről alapvetően hibás volt. Galilei azt állította, hogy törvénye a szabadesérről a vákuumban eső testre vonatkozik. De a szabadesés egy gyorsuló mozgás, a vákuumban pedig nincs közvetítő közeg, ami gyorsítani tudná a testet. Eszerint a vákuumban szabadon eső test egyenletes sebességgel mozogna. Önmagát nem tudja gyorsítani. A gyorsulás pedig kölcsönhatás következménye. Ahhoz, hogy a test gyorsuljon, valaminek hatni kell rá. Például egy másik testnek, amely a gyorsulást okozza. Ezért utasította el Descartes Galilei vákuumban szabadon eső testre vonatkozó teóriáját.

Amikor Galilei elvonatkoztatott a közegtől, gondolataiban el tudta képzelni, ahogy a leeső test saját magát gyorsítja. Ám Descartes szerint ez az elképzelés képtelenség, egy okozati alapot nélkülöző „jelenség”. Képesek vagyunk rá, hogy elképzeljük, de nem létezik. Végeredményben *az egész Galilei-féle elképzelés hibás*.

Descartes rájött, hogy egy egyedi jelenség tudományos leírásának számításba kell vennie azt a lételméleti alapot, amely meghatározza magát a jelenséget. A tudományt nem lehet leszűkíteni csupán jelenségekre, ahogy azt Galilei próbálta. Már értjük, hogy Galilei kritizálásakor Descartes mit értett az alatt, hogy „alapok nélkül építkezett”. Galilei tévedése következetes. Megpróbált elvonatkoztatni a mozgást zavaró hatásoktól és végig feltételezte, hogy a tehetetlenség körkörös mozgása és a szabadesés gyorsulása megmarad. Azonban mindkettő kölcsönhatás eredménye. Amint a kölcsönhatást megszüntetjük, a tehetetlenség körkörös mozgása és a szabadesés gyorsulása megszűnik. Nem marad más, mint az egyenes vonalú egyenletes mozgás.

Tehát Descartes látta, hogy a mozgás leírásához általános törvényekre van szüksége. Olyanokra, amelyek a testek közötti kölcsönhatást írják le. Galilei módszere, hogy egyedi törvényt keresünk elkülönített testek mozgására, egyszerűen félrevezető. Descartes megalkotta a mozgásmennyiség-megmaradás törvényét, amely a tudománytörténet első megmaradási törvénye volt és egyben előfutára a többi hasonló megmaradási törvénynek. De ennél is fontosabb az a tény, hogy ez volt *az első általános érvényű törvény*. Ez nem egy egyedi jelenségre vonatkozó szabály, mint Galilei törvényei. Descartes törvényei nem osztják szét a természetet végtelen sok egymástól független szabályosságra. Ellenkezőleg, ez a törvény megragadja a természet egységessé-

gét és egy olyan megvilágítást adja a világnak, amelyben az egy teljes egészé egyesül. Egy konstans mozgásmennyiséggel rendelkező egészé. (Kvasz, 2003.)

Tehát az általános törvények ötlete a kartézianus gondolkodás magja. Ez az a pont, ahol Descartes alapjaiban eltér Galileitől. Túlhaladja Galilei fizikáját. Ez az a mag, amit Descartes teológiai érveléssel, az Isten állandóságával erősített meg.

### ***1.3 A newtoni gondolatmenet***

Newton *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* című munkája sok szempontból a Descartes-féle *Principia Philosophiae* kritikája. Már a címe is mutatja, hogy vitába száll Descartes-tal. Mintha Newton azt mondaná Descartes-nak, hogy igen, alapelvek, de matematikai és nem feltételezéseken alapuló alapelvek. Newton már korábban, az 1673-as *De Gravitatione*-ben szigorú kritika alá vette Descartes kiterjedéssel bíró anyagról alkotott meghatározását és a mozgás definícióját. *Rámutatott a kartézianus rendszer ellentmondásosságára.* Meglehet, Newton legfontosabb érvelése pont az volt, amelyik Descartes mozgás-definíciója ellen irányult. Descartes így definiálta a mozgást: „*Az anyag vagy egy test egy részének átvitele a közvetlenül mellette levő, nyugalomban levőnek tekintett testek mellől mások mellé.*” (Descartes, 1644., Pars II., Sec. 25.) Newton rájött, ha elfogadjuk ezt a definíciót, lehetetlenné válik

az egyenes vonalú mozgás definiálása. Ha egy kiválasztott test közvetlen szomszédságában mindegyik másik test különböző irányba mozog, akkor van amelyik nézőpontjából a kiválasztott test egyenes vonalú mozgást végez, van amelyikéből nem. Tehát nem világos, hogy Descartes második természeti törvénye miről is szól: „*Az anyag semelyik magára hagyott része sem fogja soha görbe vonal mentén folytatni útját, csakis egyenes vonalak mentén.*” (Descartes, 1644., Pars II., Sec. 39.)

A mozgás fogalma körüli problémák Descartes kiterjedéssel rendelkező anyag meghatározásából erednek és végigkísérik az egész kartézianus rendszert. Ennek az az oka, hogy Descartes a kiterjedt testet a térrel azonosította, így elvesztette azt a vonatkoztatási rendszert, amelyhez képest a mozgás definiálható lenne. A kiterjedt anyag egyszerre tölti be a mozgó test szerepét és amire vonatkozóan a mozgást definiáljuk. Ezért ha Newton a mozgásról egy következetes leírást akart adni, akkor ketté kellett választania a kartézianus kiterjedt testet térre és anyagra. Így a tér lett az a keret, amiben Newton definiálni tudta az egyenes vonalú mozgást és meg tudta alkotni a tehetetlenség törvényét. A *De Gravitatione* című kézirat még egy okból figyelemre méltó. Ebben használta először Newton az *abszolút mozgás* kifejezést. Tehát Newton elmélete az abszolút térről a Descartes-tal való ellentmondásban gyökerezik. Newton elutasította a mozgás kartézianus definícióját és bemutatta új koncepcióját, amelyet az abszolút térre alapozott. (ld. Jammer, 1954., 93-124. o.)

Az abszolút tér ötlete tehát a newtoni fizika magja. Ez az a pont, ahol Newton alapjaiban különbözik Descartes-tól és *túlhaladja* (transzcendálja) a kartézianus fizikát. Ezt a magot támasztja alá Newton a mindenütt jelenlevő Isten fogalmával.

## ***2. A transzcendencia mintáinak beillesztése a tudomány keretébe***

Fontos megértenünk, hogy a transzcendencia példái, amelyeket az előbbieken tárgyaltunk, nem voltak valamiféle irracionális lépések. Ellenkezőleg, beolvadtak a tudományba és generációról generációra öröklődtek. Manapság minden gyerek tanulja az iskolában a szabadesést, a lendületmegmaradást vagy az általános tömegvonzást. Így azok a törvények, amelyekkel Galilei, Descartes vagy Newton meghaladták koruk tudását, ismereteit, a gondolkodás zsinórmértékeivé váltak. Olyan mintákká, amelyeket a gyerekeinknek tanítunk az iskolában. Az a javaslatom, hívjuk őket a *transzcendencia mintáinak*. Ezek egyrészt megfigyeléseken alapuló minták arra, hogy az újdonságokat szisztematikus módon bevezessék a tudományba. Másrészt pedig újítások, amelyek meghaladják az eddigieket.

A transzcendencia mintái Galileinél abból álltak, hogy a természeti jelenségek birodalmában meghonosították a matematikai összefüggéseket. Napjaink fizikája

ezt *rendszeresen* megteszi különféle mérőműszerek használatával. Azonban fontos észrevennünk, hogy Galilei idejében a jelenségeknek matematikai mennyiségeket tulajdonítani radikálisan új ötlet volt, amely *túlhaladta az arisztotelészi fizika kereteit*. Hasonlóképpen, a transzcendencia kartéziánus mintája abból állt, hogy bevezette az első általános törvényt, a mozgásmennyiség megmaradásának törvényét. Amint látjuk, manapság a fizika *rendszeresen* alkalmazza a megmaradási törvényeket különböző mennyiségekre, például energia, tömeg, lendület, elektromos töltés. De itt is fontos tudatosítanunk, hogy Descartes idejében egy általános megmaradási törvény túlhaladta a Galilei-féle tudomány kereteit, amely elkülönített jelenségek egyedi törvényeiből állt. És végül a transzcendencia newtoni mintája az üres téren keresztüli távolbahatás bemutatása volt. Látjuk, napjaink fizikája ezt *rendszeresen* alkalmazza a lagrange-i és a hamiltoni értelmezés és matematikai formák használatával. És ebben az esetben is fontos megjegyeznünk, hogy Newton idejében a kölcsönhatás az üres téren keresztül radikálisan meghaladta a kölcsönhatást csak közvetlen érintkezésként elképzelő kartéziánus tudomány addigi kereteit.

Nézve ezt a három példát észrevehetünk bennük egy érdekes szabályszerűséget. A Galilei-féle, kartéziánus és a newtoni fizikának az az aspektusa, hogy a maguk korában radikálisan újat alkottak és meghaladták a tudomány korábbi kereteit, a fizika rendszeres jellemvo-

násává vált. A modern fizika felépítette azokat a szisztematikus módszereket, hogyan lehet a jelenségekhez matematikai mennyiségeket társítani, hogyan lehet meghatározni a megmaradási törvényeket és hogyan lehet a kölcsönhatást leírni. Ezért azt javaslom, hívjuk ezeket az aspektusokat a transzcendencia mintáinak. Mintáknak a rendszeres tulajdonságaik miatt, a transzcendencia mintáinak, mivel a tudományos világképünk számára újdonságot mutatnak be.

Miután tisztáztuk a transzcendencia mintáit a Galilei-féle, a kartézianus és a newtoni fizikában, már értjük, hogy a fent idézett teológiai kitételek megfeleltek különleges szerepüknek a szóban forgó alkotók munkáiban. Megerősítették a transzcendencia mintáit. Természetesen a transzcendencia mintáinak ilyen teológiai alátámasztása nem működhet örökké. A teológia egy másik tudomány, a teológiai érvelések a tudomány számára kívülállónak tűnnek. Ezért az ehhez hasonló megerősítések, indoklások csak időlegesek lehetnek, a transzcendencia mintáit be kell olvasztani a tudományba.

A transzcendencia mintái tudományba olvasztásának egyik útja a formalizálás. Tehát a transzcendencia mintáit, azaz az előző paradigma feltörésére szolgáló eljárásokat átváltoztatjuk a *transzcendencia formáivá*, azaz az új paradigma formai szabályaivá. Példa erre a távolbhatás newtoni fogalma, amely abban az időben ellent-

mondott a fizika alapelveinek, átalakult egy szabállyá, amely szerint az erők függvényei a kölcsönhatásban részt vevő testek sebességének és helyének. Ebben a formában ez egy ártalmatlan szabályként jelenik meg és senki sem veszi észre, hogy ez az újítás volt az egyik fő oka a newtoni rendszerrel való szembenállásnak.

Ez a példa semmi esetre sem egy kivétel. Ellenkezőleg, a transzcendencia mintáinak formalizálása egy rendszeres mód, ahogyan a tudomány fejlődik. Amikor a tudósok megmérnek egy új fizikai mennyiséget (pl. a spint a kvantummechanikában), amikor bevezetnek egy új megmaradási törvényt (pl. a paritásmegmaradás törvényét), vagy amikor felfedeznek egy új kölcsönhatást (pl. egy új Lagrange-függvényt), azt előírásoknak megfelelően teszik és nincsenek tudatában ezen lépések radikális természetének. Nem látják a transzcendencia formái mögött az eredeti mintákat, nem is beszélve ezek teológiai háttéréről. Tehát felmerül a kérdés: a teológiának mi köze a transzcendencia mintáihoz? Az pusztán véletlen egybeesés lenne, hogy a modern tudományban a transzcendencia mintáit Galilei, Descartes és Newton is teológiai érveléssel a háttérben mutatta be? Ahhoz, hogy ezt megértsük meg kell vizsgálnunk a vallás és a transzcendencia közötti viszonyt.

### 3. A vallás és a transzcendencia formái

A valóság tudományos leírása fogalmak széles skáláját használja, például számok, függvények, terek, szimmetriák, erők. Azonban ezek a dolgok túlhaladják a mi mindennapi tapasztalatainkat. Ezért a tudománynak különleges módszerek segítségével kell ezeket bemutatnia. Az a javaslatom, hívjuk a fogalmak bemutatásának szabályait a *transzcendencia formáinak*. Fent már elemeztük a modern fizika transzcendenciájának formáit, de egyszerűen tudnánk elemezni a matematika transzcendenciájának mintáit is. Fontos észrevennünk, hogy a tudománytörténet minden szakaszában megvoltak a transzcendencia jellemző formái. Az ókori tudósok bevezettek speciális geometriai formákat (mint például deferensek és epiciklusok) azért, hogy ugyanazokra az adatokra találjanak magyarázatot, amiket mi manapság erőkkkel és tömegekkel magyarázunk. Így az empirikusan adottat (bolygók helyzetét az égen) az ókoriaktól alapjaiban különböző módon haladjuk túl: mi a transzcendencia egy másik formáját használjuk. A kritikus pont annak felismerése, hogy *a transzcendencia minden új formáját a transzcendencia megfelelő mintáinak formalizálásával kaptuk meg*.

Hiszem, hogy *a vallás a kultúra olyan része, ahol a transzcendencia mintái rögzítve vannak*. Amikor a tudósoknak meg kell változtatniuk a tudományáguk szerkezetét, a transzcendencia mintáit használják, amelyeket

eredendően a vallásos hagyomány alkotott meg. Ezért Galilei, Descartes és Newton esetében a transzcendencia mintáinak teológiai megerősítése nem volt véletlen. Ugyanúgy, mint az ókori matematikában a pitagoreusoknál vagy Platónnál, a transzcendencia mintái a modern tudományban is a vallással szoros kapcsolatban születtek. Azonban a formalizációjuk következtében ezek a minták később láthatatlanná váltak. Pont ez az a láthatatlanság, amely miatt a tudomány és a vallás közötti kapcsolat véletlennek látszik. Azért tűnik véletlennek, mert az igazi kapcsolat a tudomány és a vallás között, azaz a transzcendencia mintái láthatatlanná váltak.

A fenti elemzés megnyitja a lehetőséget a tudomány és a vallás viszonyának új megközelítésű tanulmányozására. Ez a megközelítés először a *Matematika és a teológia közötti láthatatlan párbeszéd* (Kvasz, 2004.) című dolgozatban körvonalazódott és talán kibontakozhat belőle egy szélesebb körű kutatási program. Ezt három szinten kellene kivitelezni. Az első szint ismeretelméleti lenne. A tudományban a transzcendencia formáinak meghatározásából állna. Célunk az lenne, hogy felismerjük azokat a momentumokat, amikor a tudósok bevezették a formai fogalmakat (zérus, transzfinit számok, erők) és rekonstruáljuk a transzcendencia megfelelő formáit. A második szinten elemezni kellene a transzcendencia mintáit, amelyek összefüggésben vannak a transzcendencia első szinten már meghatározott

formáival. Ebben az esetben az a célunk, hogy rekonstruáljuk azokat a történelmi körülményeket, amelyekben a transzcendencia mintái megjelentek. A program harmadik szintje a teológiával és a vallás történetével lenne kapcsolatos. A transzcendencia egyes mintáinak részletes teológiai vagy vallásos alátámasztásának tanulmányozásából állna. Megtörténhet, hogy ez a kutatás fel tudja tární a tudomány vallásos háttérét és megváltoztatja a nézőpontot, amelyből ma látjuk a tudomány és a vallás kapcsolatát.

### ***Köszönetnyilvánítás***

Ez az írás a *Tudomány és vallás transzcendenciájának közös mintái* című pályadíj részeként született az *Interdisciplinary University of Paris* és a *John Templeton alapítvány* támogatásával. Szeretném megköszönni Gaál Botond professzornak, hogy meghívott Debrecenbe, erre a konferenciára.

### ***Irodalom***

Archimedes (1952): *The Sand-Reckoner*. In: *Great Books of the Western World; Euclid, Archimedes, Apollonius of Perga, and Nicomachus*.

- Encyclopaedia Britannica, Inc., Chicago.
- Clarke, D. M. (1992): Descartes' philosophy of science and the scientific revolution, in: Cottingham, J. (Ed.): *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge University Press, New York, 1992, pp. 258 - 285.
- Descartes, R. (1644): *Principles of Philosophy*. Trans. By V. R. Miller and R. P. Miller, Reidel, Dordrecht 1983.
- Galilei, G. (1610): *The Starry Messenger*. In: Drake, S. (ed. 1957): *Discoveries and opinions of Galileo*, Doubleday Company, New York 1957, pp. 21-58.
- Galilei, G. (1623): *The Assayer*. In: Drake, S. (ed. 1957): *Discoveries and opinions of Galileo*, Doubleday Company, New York 1957, pp. 229-280.
- Gueroult, M. (1980): „The Metaphysics and Physics of Force in Descartes“, in: Gaukroger, S. (ed.): *Descartes, Philosophy, Mathematics and Physics*, The Harvester Press, Sussex, pp. 196-230.
- Jammer, M. (1954): *Concepts of space*. Harvard University Press, Cambridge.
- Koyré, A. (1957): *From the Closed World to the Infinite Universe*, The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Kvasz (1999): On classification of scientific revolutions. *Journal for General Philosophy of Science*, Vol. 30, No. 2, pp. 201-232.

- Kvasz (2002): Galilean physics in light of Husserlian phenomenology. *Philosophia Naturalis*, Vol. 39, pp. 209-233.
- Kvasz (2003): The Mathematisation of Nature and Cartesian Physics. *Philosophia Naturalis*, Vol. 40, pp. 157-182.
- Kvasz (2004): The Invisible Dialog Between Mathematics and Theology. In: *Perspectives on Science and Christian Faith*, Vol. 56, s. 111-116.
- Kvasz (2006): The Mathematization of Nature and Newtonian Physics. To appear in *Philosophia Naturalis*.
- Newton, I. (1673): De gravitatione, In: *Unpublished scientific papers of Isaac Newton*, ed. A. R. Hall and M. B. Hall, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 89-121.
- Newton, I. (1687): *The Principia*, A new translation by I. B. Cohen and A. Whitman, preceded by *A guide to Newton's Principia*, University of California Press, Berkeley 1999.

**A fordításhoz:**

- Simonyi Károly: *A fizika kultúrtörténete – a kezdetektől 1990-ig*, Negyedik, átdolgozott kiadás, 1998., Akadémiai Kiadó, 211., 221. o., XIX. színes tábla

*Fordította: Gaál Gerzson Miklós*

*Lektorálta: Gaál Botond*

## THE OPENING UP OF THE ANCIENT WORLD AND THE BIRTH OF MODERN SCIENCE

Ladislav Kvasz

The world, as it was represented by the Ancient science was a closed world. It was closed in at least two respects. First of all it was closed in a geometric sense, because it was enclosed in the sphere of the stars and so had only a finite volume. The Ancient Greek astronomers estimated the diameter of the sphere of the stars so that Archimedes in *The Sand-reckoner* was able to calculate, how many grains of sand could the universe contain. The result he obtained was about  $10^{63}$  grains (Archimedes 1952, p. 526). Secondly, the Ancient world was a closed in a dynamic sense. The trajectories of all its bodies were either closed segments of straight lines (along which bodies moved to their proper places) or circles (along which the heavenly bodies orbited the centre of the universe).

The opening up of this closed world during the scientific revolution was reconstructed by Alexandre Koyré in his *From the Closed World to the Infinite Universe*. In this reconstruction we can follow step by step the process of gradual divinisation of the cosmos of

the Ancients, starting with Nicholas of Cusa in the 15th century and culminating in the Newtonian infinite universe in the 17th century. In the 18th century, when the process of divinisation was replaced by secularisation, the universe retained many of its divine features. As Koyré writes: „*The infinite Universe of the New [i.e. Newtonian] Cosmology, infinite in Duration as well as in Extension, in which eternal matter in accordance with eternal and necessary laws moves endlessly and aimlessly in eternal space, inherited all the ontological attributes of Divinity. Yet only those—all the others the departed God took away with Him* (Koyré 1957, p. 276).

Therefore it is not surprising, that one of the characteristic features of the transition from the closed cosmos to the open universe during the scientific revolution was the important role of theology and theological arguments. We can find theological arguments in Galileo, Descartes as well as Newton. Thus for instance in an often-cited passage from his famous book *The Assayer* **Galileo** has written: “*Philosophy is written in this grand book, the universe, which stands continually open to our gaze. But the book cannot be understood unless one first learns to comprehend the language and read the letters in which it is composed. It is written in the language of mathematics, and its characters are triangles, circles, and other geometric figures without which it is humanly*

*impossible to understand a single word of it*" (Galileo 1623, pp. 237- 238). By referring to nature as a book he makes an allusion to another book, the Bible. According to this metaphor nature is comprehensible to human mind, and it can be understood using mathematics, because it was written (i.e. created) in a rational manner.

Similarly in the works of *Descartes* we can find several interesting theological arguments. Descartes formulated an important law, according to which the total quantity of motion in the universe is constant. In his *Principia philosophiae* he gave a theological justification of this principle: "*it is most in harmony with the reason for us to think that merely from the fact that God moved the parts of matter in different ways when he first created them, and now conserves the totality of that matter in the same way and with the same laws with which he created them earlier, he always conserves the same amount of motion in it. Although motion is nothing in moving matter but its mode, yet it has a certain and determinate quantity, which we can easily understand to be able to remain always the same in the whole universe of things, though it changes in its individual parts. And so, indeed, we might, for example, think that when one part of matter moves twice as fast as another, and the other is twice as large as the first, there is the same amount of motion in the smaller as in the larger*" (Descartes 1644, part II sec. 36). In a letter to More from August 1649 Descartes wrote: "*Moving force is the force*

*of God Himself conserving as much displacement in matter as He put in it at the first moment of creation ... And this force in created substance is its mode, but it is not a mode in God; but this being somewhat above the understanding of the common run of mind, I have not wanted to deal with the question in my writings so as not to seem to support the opinion of those who consider God as a world-soul united to matter.”* (Gueroult 1980, p. 199). Thus we see, that Descartes underpins his law of conservation of the quantity of motion by theological argument of the immutability of God.

And finally if we turn to *Newton*, in his *Scholium Generale* added to the second edition of the *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, he expresses his view about God: „*He is omnipresent not only virtually but also substantially... In him all things are contained and move, but he does not act on them nor they on him. God experiences nothing from the motions of bodies; the bodies feel no resistance from God’s omnipresence.... he is all eye, all ear, all brain, all arm, all force of seeing, of understanding, and of acting, but ... in a way utterly unknown to us.*“ Of course, the most important innovation of Newtonian physics was the action at distance in an empty space, and we see, that Newton uses theological arguments to justify this specific aspect of his theory. Empty space is not an absurdity, as the Cartesians thought, but it is identical with God.

When confronted with theological passages in the writings of scientists of the past, there are at least three possibilities, how to interpret them. The first possibility is to interpret them as *biographical curiosities*. Galileo, Descartes as well as Newton were of course believers. They believed in God, and so it seemed natural to them to include some passages, expressing their faith, into their scientific work. Just like in present times, when many scientists are atheists, it seems natural that from time to time they insert into their scientific works passages expressing their atheistic views. Nevertheless, this interpretation cannot explain the important role, the theological principles played in the justification of the scientific theories of Galileo, Descartes and Newton. If the theological passages were just biographical curiosities, it would be more natural for them to appear in marginal sections of their works, and not to have a central role in the justification of *the comprehensibility of the universe* (Galileo), *the conservation laws* (Descartes) or *the existence of empty space* (in Newton). If we would take each of the three passages separately, so perhaps we could try to explain it by using biographical arguments. But the fact, that they occur in all three authors, and that they occur in the same role, namely to justify their theories, sheds some doubt on their interpretation as mere biographical curiosities.

A second possibility is to try to explain the above-mentioned theological passages as a kind of *cultural*

*influence*. According to this view the scientific revolution did not happen in a vacuum. It took place in a cultural surrounding, and one aspect of the culture, in which the scientific revolution occurred, was of course Christianity. Thus according to this view the theological passages contained in the works of Galileo, Descartes, and Newton are not just private, personal convictions. They are part of the cultural background that influenced the scientific work of the mentioned authors. According to this view we can place Christianity alongside Platonism, the Hermetic tradition and many other cultural currents, that influenced the process of the birth of science. (See for instance Jammer 1954, where we can find an interesting discussion of the cabalistic influence on the formation of the notion of empty space.) This second approach does not marginalise the role of Christianity, it does not relegate it solely to the private sphere. By acknowledging the important positive role Christianity played in the scientific revolution, this second approach is much more interesting from the point of view of the dialogue between science and religion.

Nevertheless, I am convinced, that there is a third possibility of how to view the role of theology in the scientific revolution. My suggestion is to interpret the theological passages in the scientific works of Galileo, Descartes, and Newton as expressions of the *form of transcendence* of their scientific contributions. Thus instead of viewing them as mere *biographical*

---

*anecdotes*, or as expressions of the *cultural background*, I suggest to interpret them as constitutive components of the scientific content of their theories. In order to explain this view in more detail, let us turn to history.

### *1 The role of transcendence in science*

We use to think of Galileo's theory of free fall, Descartes' law of conservation of the quantity of motion, or Newton's theory of gravitation as established parts of our scientific heritage. But there were times, when Galileo, Descartes, or Newton was just creating them. And in doing so they had to *transcend* in a radical way everything that was accepted as science in their times. I have reconstructed the creation of the Galilean, Cartesian and Newtonian physics in a series of papers, published in the journal *Philosophia Naturalis* (Kvasz 2002, 2003 and 2006). Therefore let me mention here only the central points.

#### *1.1 Galilean mathematization of nature*

In Aristotle's philosophy the world of celestial bodies was separated from the sublunar world. Aristotle attributed no change and permanent self-identity to the world of celestial bodies and therefore this world was

the subject of mathematical representation. An example of such representation is Ptolemaic astronomy. On the other hand the sublunar world with its characteristic irregularity and permanent change admits no mathematical description, and can be described, according to Aristotle, only approximately. Galileo raised his concept of mathematization of nature *against the Aristotelian world-view*. In Galileo's concept every natural phenomenon is substantially mathematical. The mathematical essence of some phenomena such as number, length, or shape, is immediately evident. In the case of such phenomena as pressure, heat, or motion, however, we can perceive no mathematical quantity immediately. But this is not significant. According to Galileo these phenomena, which Aristotle would never have considered as suitable for mathematical description, also have a mathematical essence. The only difference is that this essence remains hidden from our senses somewhere below the surface of phenomena. This means that Galileo attributed universal validity to mathematical description thus turning the world into a mathematical universe. Every phenomenon has an ideal essence, the book of nature is written in the language of mathematics (see Kvasz 2002).

So we see, that the idea of mathematical description of all natural phenomena is the core of the Galilean program. It is the point, in which Galileo differs in a fundamental way from Aristotle, i.e. where he *transcends* Aristotelian physics. And it was precisely

---

this core, that Galileo underpinned using theological metaphor of the book of nature.

### ***1.2 Cartesian mathematization of nature***

Descartes realized the limited scope of the Galilean project of mathematization of the phenomena. In a letter to Mersenne of October 11, 1638 Descartes wrote: “*without having considered the first causes of nature, he [Galileo] has merely looked for the explanations of a few particular effects, and he has thereby built without foundations*” (Clarke 1992, p. 271). In order to make a phenomenon accessible for experimental investigation, Galileo had to isolate it from the network of its relations with other phenomena. Therefore the laws discovered by Galileo, for instance the law of the free fall, the law of the isochrony of the pendulum, the law of the parabolic trajectory of projectile motion, are all laws describing isolated bodies. Although Galileo succeeded in reducing these motions to mathematical relations between physical quantities, what he achieved was that for each motion there was a specific law. Therefore by Galileo’s method nature would disintegrate into a set of unrelated processes. In opposition to Galileo, Descartes required that science must go beyond the phenomena and grasp the deeper *unity of nature*.

Beside this, Galilean physics has a strange feature, namely, it distinguishes different kinds of motion. In a sense it is a survival of the Aristotelian idea that each

motion has its specific character and there consequently exist different kinds of motion (free fall, inertial motion, motion on an inclined plane, etc.). Galileo believed that if we eliminate the influence of the surrounding medium each motion will preserve its particular character, and in a vacuum the motion will manifest its character all the more clearly. Descartes came with the idea that *there is only one kind of motion*, uniform motion in a straight line, and that everything else is the consequence of interaction. Thus according to Descartes Galileo's theory of free fall was erroneous in a fundamental way. Galileo claimed that his law of free fall described the falling of a body in a vacuum. But free fall is an accelerated motion, and in the vacuum there is no agent to accelerate the motion, so a body falling in the vacuum would move with a constant velocity. It cannot accelerate itself. Acceleration is a consequence of interaction. In order to accelerate the motion of the body there must be something acting on the body, some other body which causes the acceleration. For this reason Descartes rejected Galileo's theory of the free fall in a vacuum.

When Galileo abstracted from the medium, in his imagination he could envision a falling body accelerating its motion. But according to Descartes such an image is absurd, it is a "phenomenon" without any causal substratum. We are able to imagine it, but it cannot exist. As a result, *the whole Galilean project is mistaken*. Descartes realized that the scientific

description of a particular phenomenon must take into account the ontological basis that determines that phenomenon. It is insufficient to restrict science to the phenomena, as Galileo was trying to do. Thus we understand what Descartes meant when he criticised Galileo by saying that "*he has thereby built without foundations*". Galileo's mistake is systematic. He tried to abstract from the influences that disturb the motion, while still supposing that the circular shape of the inertial motion or the acceleration of the free fall would remain. But both these effects are consequences of interaction. As soon as we eliminate interaction, the circular character of the inertial motion as well as the accelerated character of the free fall vanish. What remains is uniform motion in a straight line.

Thus Descartes realized, that in order to describe motion, he needs universal laws, which would describe interactions among bodies. The Galilean program to search for particular laws, describing the motion of isolated bodies is simply misleading. Descartes formulated the principle of conservation of quantity of motion, which became the first conservation law in the history of science. This principle was the precursor of a series of similar laws of conservation. But even more important is the fact that it was the first example of a ***universal law***. It is not a law describing a particular phenomenon, as were the Galilean laws. Descartes' law does not split the universe into an infinite number of isolated regularities. On the contrary, this law grasps the

unity of the world, describing an aspect of the world, which unites the world into a whole—the whole having an invariant quantity of motion (see Kvasz 2003). Thus the idea of a universal law is the core of the Cartesian program. It is the point, in which Descartes differs in a fundamental way from Galileo, i.e. where he *transcends* Galilean physics. And it was this core, that Descartes underpinned using theological arguments of the immutability of God.

### *1.3 Newtonian mathematization of nature*

*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Newton 1687) is in many respects a result of critical coming to terms with Descartes' *Principia philosophiae* (Descartes (1644)). Already the title of Newton's work indicates a polemic with Descartes. It seems as if Newton were saying to Descartes, that principles yes, but mathematical and not speculative. Already in his earlier manuscript *De gravitatione* from 1673 Newton subjected to severe criticism Descartes' identification of matter with extension, his definition of motion and ***showed the inconsistency of the whole Cartesian system***. Perhaps the most important argument of Newton was directed against Descartes' definition of motion. Descartes defined motion as „*the transference of one part of matter or of one body from the neighbourhood of those bodies that immediately touch it and are regarded as being at rest, and into the neighbourhood of others*“

(Desecrates 1644, part II, sec. 25). Newton realized, that when we accept this definition, it becomes impossible to define rectilinear motion. If all bodies in the neighbourhood of a given body move in different directions, then with respect to some of them the motion of the given body may be rectilinear, while with respect to others not. So it is not clear what is Descartes' second law of nature speaking about, when it says, that „*Each and every part of matter, regarded by itself, never tends to continue moving in any curved lines, but only in accordance with straight lines*“ (Desecrates 1644, part II, sec. 39).

These problems with the notion of motion are a systematic feature of the whole Cartesian system and are connected with Descartes' identification of matter with extension. It is because Descartes identified the extended body with space, that he lost any reference system, with respect to which he could define motion. The extended substance is at the same time that what is moving as well as that with respect to which motion is defined. Therefore if Newton wanted to create a coherent description of motion, he had to divide the Cartesian extension again into space and matter. In this way space became a framework on the background of which Newton could define rectilinear motion and formulate his law of inertia. The manuscript *De gravitatione* is remarkable also for another reason. It was there that Newton used for the first time the term

*absolute motion*. Thus Newton's idea of the absolute space has its roots in a confrontation with Descartes. Newton rejected the Cartesian definition of motion and introduced his new concept based on the idea of absolute space (see Jammer 1954, p. 93-124).

Thus the idea of the absolute space is the core of the Newtonian physics. It is the point, in which Newton differs in a fundamental way from Descartes, i.e. where he *transcends* Cartesian physics. And it was this core, that Newton underpinned using his notion of omnipresent God.

## ***2 The incorporation of patterns of transcendence into the framework of science***

It is important to realize that the moments of transcendence, described above were not some irrational moves. On the contrary, they became incorporated into science and are transmitted from generation to generation. Today every child is thought the law of free fall, the law of conservation of momentum or the law of universal attraction. Thus the acts, by which Galileo, Descartes or Newton transcended the knowledge of their times, became standard patterns of thought, patterns that we teach our kids in schools. I suggest calling them ***patterns of transcendence***. These are cognitive patterns used in order to introduce in a systematic manner innovations into the system of

---

knowledge; innovations which transcend the structure of the previous level of the system.

Thus the *Galilean pattern of transcendence* consists in introducing mathematical relations into the realm of natural phenomena. As we know, contemporary physics does this in a *systematic manner*, using different measurement instruments. It is, nevertheless, important to realize, that in the time of Galileo the idea of ascribing mathematical quantities to phenomena was a radically new idea, which *transcended the framework* of the Aristotelian physics. Similarly the *Cartesian pattern of transcendence* consisted in the introduction of the first universal law, the law of conservation of the quantity of motion. As we know, contemporary physics introduces conservation laws for different quantities (energy, momentum, mass, electric charge, etc.) in a *systematic manner*. It is, nevertheless, important to realize, that in the time of Descartes the very idea of a universal conservation law transcended the framework of the Galilean science that used only particular laws, describing isolated phenomena. And finally the *Newtonian pattern of transcendence* consisted in the introduction of the action at a distance through an empty space. As we know, contemporary physics does this in a *systematic manner*, using the framework of the Lagrangian or Hamiltonian formalism. It is, nevertheless, important to realize, that in the time of Newton the idea of interaction through the empty space

*transcended* in a radical way the framework of the Cartesian science that described interaction only as contact.

Looking at these three examples we can recognise an interesting regularity. The very aspect of the Galilean, Cartesian, or Newtonian physics, which was in their times radically new and which *transcended* the framework of the previous science, became a systematic feature of physics. Modern physics developed *systematic means*, how to associate mathematical quantities to phenomena, how to identify conservation laws and how to describe interaction. Therefore I suggest to call these aspects patterns of transcendence. Patterns due to their systematic character and patterns of transcendence, because they introduce into our scientific world-picture something that was not there.

After clarifying the patterns of transcendence of the Galilean, Cartesian and Newtonian physics, we understand, that the theological passages quoted above fulfilled a very specific role in the works of the mentioned scientists. They underpinned their patterns of transcendence. Of course, such a theological underpinning of the patterns of transcendence cannot be used in science forever. Theology is a different discipline, and therefore theological arguments are seen as external to science. Therefore such underpinnings can

---

be only temporary, and the patterns of transcendence must be integrated into science.

One of the ways of how the patterns of transcendence can be integrated into the scientific culture is their formalization. Thus patterns of transcendence (i.e. cognitive techniques of breaking the rules of the previous paradigm) are turned into *forms of transcendence* (i.e. a set of formal rules of the new paradigm). For instance, Newton's notion of action at a distance, which contradicted the principles of physics of his times, was turned into the formal rule, according to which forces are functions of coordinates and velocities of the interacting bodies. In this form it appears as a harmless rule and nobody realizes, that this innovation was one of the main reasons of the opposition to the Newtonian system. This example is by no means an exception. On the contrary, the formalization of the patterns of transcendence is a systematic manner, of how science develops. When scientists measure some new physical quantity (say spin in quantum mechanics), when they introduce a new conservation law (say the conservation of parity) or when they introduce a new interaction (say by a new Lagrangian), they are doing it formally, and are unaware of the radical nature of these moves. They do not see behind the forms of transcendence the original patterns, not to mention their theological background. Thus the question arises, what has theology to do with these patterns of transcendence?

Was it a mere coincidence, that the patterns of transcendence of modern science were originally introduced by Galileo, Descartes, and Newton on the background of theological arguments? In order to understand this, we have to analyze the relation between religion and transcendence.

### *3 The forms of transcendence and religion*

The scientific description of reality uses a whole range of formal objects like numbers, functions, spaces, symmetries, or forces. But these objects transcend our ordinary experience. Therefore science has to introduce them using specific methods. I suggest calling the rules of introduction of formal objects that transcend our experience, *forms of transcendence*. Above we have analyzed the forms of transcendence of modern physics, but in a similar way we could analyze the patterns of transcendence of mathematics. It is important to realize, that each period in the history of science has its specific forms of transcendence. Ancient scientists used to introduce specific geometric forms (like deferents and epicycles) in order to explain the same data, which we now explain by introducing masses and forces. Thus we transcend the empirically given (positions of planets in the sky) in a fundamentally different way than the ancients did; we use a different form of transcendence. The crucial point is to realize, that *each new form of*

---

*transcendence was introduced by the formalization of the corresponding pattern of transcendence.*

I believe, that *religion is that area of culture, where the patterns of transcendence are fixed.* Therefore when scientists need to change the structure of their science, they use patterns of transcendence, which were originally constituted in the religious tradition. Therefore the theological underpinnings of the patterns of transcendence in Galileo, Descartes, and Newton were not accidental. Like by the Pythagoreans or Plato in ancient mathematics, also in modern science, the patterns of transcendence were born in close connection with religion. Nevertheless, due to their formalization these patterns of transcendence become later „invisible“ and because of this invisibility the relation between science and religion appears to be only occasional. It appears so, because the area of the real contact between science and religion, namely the patterns of transcendence, became invisible.

The above analysis opens the possibility of a new approach to the study of the relations between science and religion. This approach was outlined for the first time in the paper *The Invisible Dialog Between Mathematics and Theology* (Kvasz 2004) and it could be perhaps developed into a comprehensive research program. It had to be carried out on three levels. The first level of the program would be epistemological. It would consist in the identification of the forms of

transcendence in science. Our goal would be to identify the moments when scientists introduce formal objects (such as the number zero, transfinite cardinals or forces) and try to reconstruct the respective form of transcendence. The second level would consist in the analysis of the patterns of transcendence, which are related to the forms of transcendence, described on the first level. Our goal would be to reconstruct the historical circumstances, in which the patterns of transcendence occurred. The third level of the program would be related to theology and the history of religion. It would consist in the study of the particular theological or religious underpinnings of the particular patterns of transcendence. It may happen, that this research program could disclose the religious background of science and in this way change the whole perspective, in which the relation between science and religion is presently viewed.

### *Acknowledgement*

This paper was written as part of the grant 10019 entitled *Science and Religion – their Common Patterns of Transcendence*, granted by the Interdisciplinary University of Paris in cooperation with the John Templeton Foundation. I would like to thank to Professor Botond Gaál for the invitation to the conference in Debrecen.

---

**References**

- Archimedes (1952): The Sand-Reckoner. In: *Great Books of the Western World; Euclid, Archimedes, Apollonius of Perga, and Nicomachus*. Encyclopaedia Britannica, Inc., Chicago.
- Clarke, D. M. (1992): Descartes' philosophy of science and the scientific revolution, in: Cottingham, J. (Ed.): *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge University Press, New York, 1992, pp. 258 - 285.
- Descartes, R. (1644): *Principles of Philosophy*. Trans. By V. R. Miller and R. P. Miller, Reidel, Dordrecht 1983.
- Galilei, G. (1610): The Starry Messenger. In: Drake, S. (ed. 1957): *Discoveries and opinions of Galileo*, Doubleday Company, New York 1957, pp. 21-58.
- Galilei, G. (1623): The Assayer. In: Drake, S. (ed. 1957): *Discoveries and opinions of Galileo*, Doubleday Company, New York 1957, pp. 229-280.
- Gueroult, M. (1980): „The Metaphysics and Physics of Force in Descartes“, in: Gaukroger, S. (ed.): *Descartes, Philosophy, Mathematics and Physics*, The Harvester Press, Sussex, pp. 196-230.
- Jammer, M. (1954): *Concepts of space*. Harvard University Press, Cambridge.
- Koyré, A. (1957): From the Cosed World to the Infinite

Universe, The John Hopkins University Press, Baltimore.

- Kvasz (1999): On classification of scientific revolutions. *Journal for General Philosophy of Science*, Vol. **30**, No. 2, pp. 201-232.
- Kvasz (2002): Galilean physics in light of Husserlian phenomenology. *Philosophia Naturalis*, Vol. **39**, pp. 209-233.
- Kvasz (2003): The Mathematisation of Nature and Cartesian Physics. *Philosophia Naturalis*, Vol. **40**, pp. 157-182.
- Kvasz (2004): The Invisible Dialog Between Mathematics and Theology. In: *Perspectives on Science and Christian Faith*, Vol. **56**, s. 111-116.
- Kvasz (2006): The Mathematization of Nature and Newtonian Physics. To appear in *Philosophia Naturalis*.
- Newton, I. (1673): De gravitatione, In: *Unpublished scientific papers of Isaac Newton*, ed. A. R. Hall and M. B. Hall, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 89-121.
- Newton, I. (1687): *The Principia*, A new translation by I. B. Cohen and A. Whitman, preceded by *A guide to Newton's Principia*, University of California Press, Berkeley 1999.

## AZ EVOLÚCIÓ HATÁSA A TEOLÓGIÁRA NAGY-BRITANNIÁBAN ÉS ÉSZAK-AMERIKÁBAN

**Hans Schwarz**

A keresztyén hit tudományos forradalmakra adott válaszával foglalkozva, ebben az Einsteinre emlékező ünnepi évben különösen is a relativitáselmélet jut eszünkbe, s hogy az milyen hatással volt a térről, az időről és az anyagról alkotott gondolkodásunkra. A ptolemaioszi világnézettől, amely a Földet és az embert helyezte a világ középpontjába, a Nap központú kopernikuszi világszemléleten keresztül Albert Einstein (1879-1955) gondolatához érkeztünk el, hogy tudniillik az a pont, amelyből a világot szemléljük, nem más, mint a mi vágyakkal teli gondolkodásunk. Minden mozgásban van. A távolságok és a tárgyak sebessége csak más tárgyakkal összevetve érthető meg.

Még az anyag sem pusztítható el, hanem átalakítható energiává és tömeggé. A tömeg nőhet, vagy csökkenhet a tárgy gyorsaságától függően. Kevésbé csodálkozhatunk azon, hogy egy olyan jól felkészült és tájékozott teológus, mint *Karl Heim* (1874-1958) szinte azonnal reagált a relativitáselméletre, és arra a következtetésre jutott, hogy „A természettudomány alapvető elképzelé-

seinek relativizálása az abszolút szférájának, az Istentől való abszolút függésnek és a lelkiismeretünk teljes valóságának új megértését rejti magában”.<sup>1</sup> Ennek ellenére nem minden teológus van tudatában annak, hogy a 19. század ok-okozati és mechanisztikus világképe a múltté. A természeti törvények kapcsán az anyag örökkévalóságát hirdető világnézetre válaszként *Rudolf Bultmann* (1884-1976) azt javasolta, hogy a Biblia mitológikus világszemléletét hagyjuk magunk mögött. Erről a nézetéről így vall: „Lehetetlen helyzet az, hogy használjuk az elektromos áramot, a vezeték nélküli készülékeket, s igénybe vesszük az orvosi és sebészeti felfedezések eredményét, ugyanakkor pedig az Újtestamentum világában levő szellemekben és csodákban még mindig hiszünk”.<sup>2</sup>

Amíg Bultmann tudatában volt annak, hogy korának tudománya nem ugyanaz, mint amilyen az a 19. században volt, ez az újszövetséges teológus arra mutat rá, hogy létezik egy bizonyos gondolkozási mód, amely a tudományok által informált világnézetünkéből fakad.

---

<sup>1</sup> Karl Heim, "Gedanken eines Theologen zu Einsteins Relativitätslehre" (1921), in: Heim, *Glaube und Leben. Gesammelte Aufsätze und Vorträge* (Berlin: Furche, 1926), 137.

<sup>2</sup> Rudolf Bultmann, "New Testament and Mythology," in *Kerygma and Myth. A Theological Debate*, szerk. Hans Werner Bartsch, ford.. Reginald F. Fuller, 2 kiad. (London: SPCK, 1964), 1:1.

Akár Jézus feltámadásáról, a bűn miatti haláláról, Krisztus ítéletre való visszatéréséről, vagy a szellemek és démonok világáról beszélünk, a felsorolt jelenségek értelmezhetetlenek az emberiség számára. Következésképpen az Újtestamentum mitikus világát nem fogadhatjuk el. Bultmann azonban észrevette, hogy ez az idejétmúlt világnézet nem igazán törekedett egy objektív kép bemutatására. Az említett szemlélet arra mutat rá, ahogy magunkat értelmezzük abban a világban, amelyben élünk. Különösen igaz ez Pálra és Jánosra. Példájukon keresztül azt látjuk, hogy a mítosz világát valójában nem objektív, realista kifejezőeszközökkel próbálják bemutatni, hanem egzisztenciális példákkal. Egy alapvető, a világban meglévő dualizmust mutatnak be. A zsidó és gnosztikus megváltásról szóló mítoszokhoz hasonlóan azt az elképzelést hangsúlyozzák, hogy a világot démoni és sátáni erők uralják, és annak szüksége van megváltásra. Az alapvető meggyőződésük szerint „az ember nem képes megváltani magát saját erőfeszítése által, annak isteni beavatkozásnak köszönhető ajándéknak kell lennie”.<sup>3</sup>

Jézus és az Újszövetség kérügmája szembesít bennünket azzal a kérdéssel, vajon a világ erőivel vállalunk közösséget, vagy „nyitottak vagyunk az Isten által felkínált jövőre, amely immanens mindannyiánk számára”.<sup>4</sup> Az

---

<sup>3</sup> Rudolf Bultmann, "New Testament and Mythology," 15.

<sup>4</sup> Rudolf Bultmann, "New Testament and Mythology," 31.

Újszövetség üzenetének ilyen egzisztenciális magyarázatával Bultmann kiutat keres maga számára abból a tudományos gondolkodás hozta helyzetből, amely megkérdőjelezi az Újszövetség üzenetének hitelességét.

Fel kell tennünk azt a kérdést, vajon tényleg létezik-e a legtöbb ember gondolkodásában egy exkluzív vagy-vagy, ahol az egyik oldalon a tudomány, a másik oldalon keresztyén hit jelenik meg. A híres német Allensback Intézet egyik felmérése szerint például öt német ember közül egy úgy hiszi, hogy a Biblia első fejezetében olvasható teremtéstörténetet szó szerint kell értenünk. „Eszerint Isten a világot hat nap alatt teremtette és a hetedik napon megpihent. Ha valaki a Biblia szavait így követi, akkor azt mondhatja, hogy az univerzum 6000 évvel ezelőtt jött létre”.<sup>5</sup>

Lehetetlen azt állítanunk, hogy a német lakosság húsz százaléka 20 %-a teológiai értelemben véve olyan fundamentalista, aki a tudományos bizonyítékokat elveti. Azt is nehéz elhinni, hogy ez a 20 % semmit sem tud Darwin evolúciós elméletéről. Legvalószínűbb az, hogy a fent említett emberek többsége ismeri Darwin teóriáját, s ugyanakkor szószerint elfogadja a Genézis 1-ben

---

<sup>5</sup> Lásd Frank véleményét. Helmut Frank, "Wie ist die Welt geworden? Evolution und biblische Schöpfungsgeschichte: Ist Gott der 'intelligente Designer'," in *Sonntagsblatt. Evangelische Wochenzeitung für Bayern* (August 7, 2005), 32:1.

leírt történetet. Számukra nem létezik kizárólagos „vagy-vagy” kérdés.

Emiatt Andrew White könyvének a címe, „A tudomány és teológia harcának története a keresztyénség életében” félrevezető, mint ahogy az a kijelentés is, hogy „a protestánsok és katolikusok számtalan alkalommal támadták meg a darwini elméletet.”<sup>6</sup> White sokkal közelebb járt volna az igazsághoz, ha azt állítja, hogy Darwin elméletét protestáns és katolikus teológusok és tudósok támadták. A teológusok egyáltalán nem zárkóznak be a templomokba vagy az akadémia világának elefántcsonttornyába, s a tudósok munkája sem csak a laboratóriumokban végzett kísérletekből áll. Mind a két területen valójában olyan emberek vannak, akik számára a társadalmi kontextus meghatározó, amely ugyanannyira formálja őket, mint az intellektuális vagy teológiai tevékenységeiket.

Ha az evolúció paradigmáját tágabb értelemben vesszük, akkor elmondhatjuk, hogy az a 19. század tipikus terméke volt. A század elején működő *Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831)* nagyon sok ember gondolkodását befolyásolta a haladásról alkotott elméletével, mely szerint a tézistől az antitézisen keresztül a szintézisig jut el az ember. Nem véletlen, hogy eleinte mind *Friedrich Engels (1820-1895)*, mind *Karl Marx*

---

<sup>6</sup> Andres D. White, *A History of Warfare of Science with Theology in Christendom* (New York: D. Appleton & Co., 1896), 1:78.

(1818-1883) hegelianusok voltak. A tübingeni iskola vezéralakja, *Ferdinand Christian Baur* (1792-1860) az említett elképzeléshez hasonlóan a vallástörténetet és a keresztyénség történetét olyan nagyívű fejlődésként értelmezte, amelyben az isteni lélek kifejezte önmagát. Emiatt Baur a dogmatörténet változásait olyan ábrázolható „lelki fejlődésként” értelmezte, „amelyben a lélek lényege kijelenti magát, mivel a dogma esszenciálisan lelki természetű”<sup>7</sup>. A haladás és fejlődés gondolata a 19. század divatos népbetegsége volt.

Hegel mellett *Auguste Comte* (1798-1857) is a *Cours de Philosophie Positive* (1830-1842) című művében a fejlődést három szintből állónak mutatja be. Ezek a következők: teológiai, metafizikai és pozitív. Ez a fejlődés számára nyilvánvaló és megfordíthatatlan volt. Amíg a teológiai látásmód szerint az emberi természet mindenre úgy tekint, mint amelyet az akarat éltet, és magához hasonlóan önálló élete van, metafizikai szinten a személyes akaratot az okok és erők elvontabb módja helyettesíti, míg végül pozitív szinten a végső akarat ismeretét vagy az első okot elveti. Végeredményben csak az egymásutániség és hasonlóság kapcsolatainak törvénye marad meg. Amíg Hegel a haladást theisztikusan interpretálta, Comte egy nem theisztikus magyarázatra tett kísérletet.

---

<sup>7</sup> Ferdinand Christian Baur, *Lehrbuch der christlichen Dogmengeschichte* (Stuttgart: Becker, 1847), 8.

Ha közelebbről megvizsgáljuk Darwin evolúciós elméletét, akkor saját korszakának kontextusában kell őt és munkáját szemlélnünk. Ő nem használta az „evolúció” fogalmát, s nem is ő volt az első, aki evolúciós elképzeléseket hangoztatott. A legtöbb elképzelést, amelyet neki tulajdonítanak, mint például „a túlélésért folytatott harc”, „a nemek szerinti kiválasztódás” és „a legerősebb túlélése” másoktól származik. Nagyapja, *Erasmus Darwin (1731-1802)*, ismert költő és orvos már előtte így vélekedett.

Talán évmilliókkal az emberiség történetének kezdete előtt [...] minden melegvérű állat egy élő rostból származott, amelyet az Első Ok felruházott állati étellel, új részek elsajátításának képességével, ellátott új hajlandósággal, s irányította azt ingerrel, érzésekkel, akarattal és asszociációval, ezért olyan képesség birtokába került, amely révén folyamatosan javítja saját inherens tevékenységét, és ezeket a fejleményeket generációkon keresztül továbbadja az utódok számára.<sup>8</sup>

A francia zoológus, *Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829)* 1809-ben jelentette meg a „Zoológiai filozófia” című művét. Ebben ő is evolúcióként mutatta be az életet. Azonban Lamarck úgy próbálta magyarázni az

---

<sup>8</sup> Erasmus Darwin, *Zoonomia or the Laws of Organic Life* (39.4.8), 3. kiad. (London: J. Johnson, 1801), 240. Meglepő, hogy Darwin soha sem említette meg nagyapját, bár az több állítását is sokkal precízebben posztulálta, mint híressé vált unokája.

evolúciót, hogy a környezeti befolyások által létrehozott módosulások felhalmozódott örökségére mutatott rá. Ezek a módosulások tartósakká válhattak, és a régi szervek megváltoztatásához, illetve új szervek szükségességéhez vezethettek. Lamarck szempontját legjobban kifejező, elsődleges példa a zsiráf esete. Lamarck azt állította, hogy a zsiráf olyan helyeken él, ahol a talaj szinte mindig sivár és puszta.

A zsiráf arra van kényszerítve, hogy a fák leveleit legelje, ezért állandó erőfeszítéseket kell tennie, hogy elérje azokat. A faj egészére hatással volt e hosszú ideje fennmaradó szokásnak köszönhetően az, hogy a zsiráf első lábai hoszabbá váltak, mint a hátsó lábak és a nyak annyira megnyúlt, hogy a zsiráf a hátsó lábaira való állás nélkül is képes hat méter magasságba elérni.<sup>9</sup>

Marx és Engels ezt a környezeti befolyásról kialakított elképzelést, amely jelentős hatással van az evolúciós folyamatra, felhasználta. Mindketten hittek abban, hogy az öröklés efféle tipizálása felhasználható az emberi faj jövőbeli fejlődésében.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Jean-Baptiste de Lamarck, *Zoological Philosophy: An Exposition with Regard to the Natural History of Animals*, ford. Hugh Elliot (Chicago: University of Chicago, 1984), 122.

<sup>10</sup> A részleteket illetően lásd: Friedrich Engels, *Dialektik der Natur: Notizen und Fragmente*, in Marx-Engels, *Werke*, 20:564. Itt azt állítja, hogy Darwin két, egymástól teljesen elhatárol-

---

Egy másik fontos előremutató iránytű Darwin gondolkodásához a brit közgazdász, *Thomas Robert Malthus* (1766-1834) volt. A híres *Essay on Population* című, 1798-ban megjelent művének első kiadásában azt a nézetet képviselte, hogy az emberi faj mindig hajlamos volt a létfenntartáshoz szükséges dolgok kimerítésére, s ezért a kordában tartáshoz szüksége van éhségekre, járványokra, vagy háborúkra, illetve megfontolt lépésekre, mint például a házasságkötés idejének halasz-

---

lódó gondolatot vesz egy kalap alá: a túlnépesedés miatt kialakuló kiválasztódást és a körülményekhez jobb alkalmazkodó képességgel rendelkezők kiválasztódását. A környezeti hatás túlzott hangsúlyozására bizarr és szerencsétlen példa volt a Szovjetunióban Lyssenko szabálya. Trofim Denissowitsch Lyssenko (1898-1976) az elsajátított vonások öröklődésének elméletét hirdette, amely később tévesnek bizonyult. Lyssenko szerint a genetikai hajlam a környezeti adottságok koncentrációja révén alakul ki, amely a növényi szervezetekben több korábbi generáció során jön létre. Eszerint a környezet változása a fajok változását idézné elő. Ha ezt az elméletet érvényesnek tekintjük az emberiségre is, akkor az ember, ahogy Marx hirdette, nagyjából a saját társadalmi viszonyainak terméke.

tása.<sup>11</sup> Charles Darwin elismeri, hogy Malthus komoly hatással volt gondolkodására és erről így ír:

1838 októberében kikapcsolódásként éppen Malthus a „Populációk”-ról szóló művét olvastam, s ekkora már megfogalmazódott bennem a létért való küzdelem nagyra becsülése, amely mindenhol megjelenik, amikor az állatok és növények szokásait hosszú ideje megfigyeljük. Egyszer csak megfogott engem az a felismerés, hogy e körülmények alatt a kedvezőbb sajátosságok (tulajdonságok) jobban fennmaradnak, és a kevésbé kedvezők elpusztulnak. Ennek eredményeként jönnek létre az új fajok. Itt és most egy elméletet kaptam, amellyel tudok mit kezdeni.<sup>12</sup>

Darwin mégsem plagizált. Meg akart bizonyosodni arról, hogy a Malthustól átvett elképzelések bizonyíthatóak megfigyelhető adatokkal. Kísérleteket végzett, olvasott és utazott. Végül 1844-re „Darwin arra a meggyőződésre jutott, hogy a fajok nem változtathatatlanok, és eredetük fő oka a természetes kiválasztódás. Azonban

---

<sup>11</sup> Cf. Thomas Robert Malthus, *Population: The First Essay*, intro. Kenneth E. Boulding (Ann Arbor: University of Michigan, 1959), 21kk.

<sup>12</sup> Charles Darwin, *Autobiography*, szerk. Nora Barlow (New York: Harcourt, Brace, 1959), 120.

---

még éveken keresztül dolgozott azon, hogy biztosabb bizonyítékokat nyerjen”.<sup>13</sup>

Lehetséges, hogy híres könyve „A fajok eredete a természetes kiválasztás útján, vagy a létért való küzdelemben előnyhöz jutott fajták fennmaradása” sohasem jelent volna meg nyomtatásban, ha nem nehezedik rá külső nyomás. Az angol naturalista *Alfred Russel Wallace* (1823-1913) Darwinhoz hasonlóan olvasta Malthus populációkról szóló esszéjét, és ez a könyv arra ösztönözte, hogy megfogalmazza a „legerősebb túléléséről” szóló elméletét. Malthus hatása alatt Wallace küldött egy tanulmányt Darwinnak, aki felismerte, hogy abban az övéhez igen hasonló gondolatokat talált. Darwin korrekt volt, mert nem tartott a felfedezés elsőbbségére igényt Wallace-szal szemben, aki teljesen ismeretlen volt számára. Barátai tanácsára Wallace tanulmányát elküldte a *Linnean Society*-nak (*Karl von Linné* (1707-1778)- svéd orvosról és tudósról nevezték el a társaságot), s ehhez csatolt egy magyarázó levelet a titkár számára, továbbá a saját elméletét is mellékelte, amelyet 1844-ben írt. 1858-ban mindkét tanulmányt felolvasták a Linné Társaságban, és annak folyóiratában publikálták is. Ekkor érezte Darwin érettnek az időt, hogy saját gondolatait közzé tegye és 20 éves munkájának ered-

---

<sup>13</sup>

Sir William C. Dampier, *A History of Science and Its Relations to Philosophy and Religion*, postscript I. Bernard Cohen, 4th kiad. (Cambridge: University Press, 1966), 277.

ményét bemutassa a „Fajok eredetéről” szóló könyvében 1859-ben.

Darwin teóriájának fogadtatása vegyes volt. Egyik barátja, a brit geológus *Charles Lyell (1797-1887)* patetikusán arra kérte Darwint, hogy a természetes kiválasztódás rendszerébe adjon egy kis helyet az isteni beavatkozásnak.<sup>14</sup> *Thomas H. Huxley (1825-1905)* azonban ekkorra már lelkes védelmezője volt Darwinnak, és nem igazán érdeklődött egy Istenről beszélő teleológia iránt. Mindezek ellenére a közhangulat messze nem volt vallásellenes Nagy-Britanniában. Például a népszerű író és lelkész, a baptista *Andrew Fuller (1754-1815)* a következőt állította a Szentírásról: „Bár az írások nem adnak az asztronómiáról egyfajta rendszert, mégis arra ösztönöznék bennünket, hogy Isten munkáit tanulmányozzuk, és arra tanítanak bennünket, hogy Őt magasztaljuk minden felfedezéskor”.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Lásd: William Irvine, *Apes, Angles, and Victorians: The Story of Darwin, Huxley, and Evolution* (New York: Time, 1963), 130.

<sup>15</sup> Andrew Fuller, *The Gospel Its Own Witness or The Holy Nature and Divine Harmony of the Christian Religion Contrasted with the Immorality and Absurdity of Deism* in Andrew G. Fuller, szerk., *The Complete Works of the Rev. Andrew Fuller* (London: Henry G. Bohn, 1848), 41.

A természetet keresztül felfedezhetjük, hogyan munkálkodik Isten. Néhányan megpróbálták összebékíteni a fejlődést Isten kreatív tevékenységével, mint például a skót evangelikál geológus *Hugh Miller (1802-1856)*, aki a (Skót) Szabad Egyház folyóiratát szerkesztette és ezt írta: „Isten hatalma bizonyára létrehozott fajokat, mivel ő tartja fenn azt a fejlődés törvénye által. Az Első Nagy Ok létezése teljesen összeegyeztethető mind az első, mind a második sémával”.<sup>16</sup> A természet által felfedezhetjük Isten munkáit. Ez azt jelentette, hogy a kortársak különböző eszközöket használtak fel a fejlődéstudományok elfogadottá tételére, amelyek egyre népszerűbbek lettek a 19. században.<sup>17</sup>

Azonban volt egy másik oldal is, amely a teológia és a tudomány közötti közeledést nagyon nehézre tette. Nagy-Britanniában a biblikus tudományokban nagyon hiányzott a diskurzus, különösen a szembenálló teremtés-evolúció témában, ellentétben Németországgal, ahol

---

<sup>16</sup> Hugh Miller, *Foot-prints of the Creator: or, The Asterolepsis of Stromness*, with Memoir by Louis Agassiz (Edinburgh: Adam & Charles Black, 1861), 12.

<sup>17</sup> Cf. David N. Livingstone, D.G. Hart, and Mark A. Noll, szerk., *Evangelicals and Science in Historical Perspective* (New York: Oxford University, 1999) aki bemutatja, milyen különböző módszerekkel adtak válaszokat az evangelikálok, hogy az evolúciót elfogadottá tudják tenni.

már korlátozott formában létezett a tudományos szabadság. Az utóbbira példa, amikor az „*Essays and Reviews*” 1860-ban megjelent olyan teológusok tollából, akik a szabadelvű Biblia-kritika elvét vallották, kitört a vihar. Azt hangsúlyozták, hogy „a Szentírást ugyanúgy kell magyarázni, mint bármely más könyvet”.<sup>18</sup> Ez azt is jelentette a szerzők számára, hogyha valaki meg akarta tartani a Biblia mint könyv mértékadó szerepét a vallásos nevelésben, akkor annak arra kellett törekednie, hogy minden lehetőséget megragadjon „annak pontos tudományos bizonyítására az írásmagyarázat valamenyny helyes elvének megtartása árán, továbbá, hogy az a józan észsel nem áll szemben. Ehelyett – érveltek – a természet hibás szemléletének benne lévő felismerését őszintén ki kell mutatni.”<sup>19</sup> A Biblia továbbra is Isten igéje, azonban emberi formába van öntve és ez az emberi forma nem kifogástalan.

Nem meglepő, hogy *Samuel Wilberforce* (1805-1873) oxfordi püspök, aki óvatosságra intette a papságát az *Essay and Reviews*-t illetően, teológiai offenzívát indított Darwinnal szemben egyik cikkében, és kárhoztatta a darwinizmust a Bibliát ellentétekkel teli könyvként való

---

<sup>18</sup> Benjamin Jowett, "On the Interpretation of Scripture," in *Essays and Reviews*, szerk.

Frederic H. Hedge (Boston: Walker, Wise, and Co., 1862), 416.

<sup>19</sup> Charles W. Goodwin, "The Mosaic Cosmology," in *Essays and Reviews*, 238.

bemutatásáért.<sup>20</sup> 1860. június 30-án a *British Association for the Advancement of Science* oxfordi összejövetelén azt a túlzó állítást fogalmazta meg, hogy Darwin szerint: „Az ember a majomtól leszármazik”. Ezt Darwin sohasem állította.<sup>21</sup>

Erre a vádra a zoológus Thomas H. Huxley, aki nagyon otthonosan mozgott a kontinentális bibliai tudományok ismeretében, azzal vágott vissza, hogy ő inkább egy alázatos majom leszármazottja lenne, mint olyan emberé, aki félremagyarázza azokat, akik az igazságot keresik. Míg a vita egyre jobban széleskörűvé vált az idők folyamán, ez a fenti példa csak a legalapvetőbb különböző felfogásokat mutatta be. Ha volt is evolúció és ha volt valaha egy közös összetartozás minden élőlény között, akkor a teremtés többé nem lehet igaz. Ez az, amit a püspök helytelenített, és sokan mások is egyetértettek vele.

Amikor 1871-ben Darwin az evolúciós teóriájába (*The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*) belevitte az emberi nemet – és megpróbálta bemutatni, hogy

---

<sup>20</sup> Cf. for the following David C. Lindberg and Ronald L. Numbers, "Beyond War and Peace. A Reappraisal Between Christianity and Science," in Henry Warner Bowden and P.C. Kemeny, eds., *American Church History. A Reader* (Nashville: Abingdon, 1998), 224.

<sup>21</sup> Cf. William Irvine, *Apes, Angels, and Victorians*, 6.

minden emberi tulajdonság magyarázható az emberhez hasonló ősök fokozatos, természetes kiválasztódásának folyamatában létrejövő módosulásaival –, a támadások alábbhagytak és annak fogadtatása kevésbé volt ellenséges. Egy fontos indoklást láthatuk erre *Frederic W. Farrar (1831-1903) "Bampton előadásaiban"*, amelyek a történelem interpretációjáról szólnak. Farrar Indiában született és neves íróvá vált, majd pedig 1895-ben Canterbury érsekének nevezték ki. Előadásában az exegézis történetét mutatta be a rabbinikus időktől kezdve a 19. századdal bezárólag, rámutatva a stagnálás veszélyére, „amely megmérgezi a Teológia atmoszféráját, amikor a Fejlődést erőszakkal háttérbe szorítják és a Szabadságot önkényesen elnyomják”.<sup>22</sup> A teológia nem állhat a haladás útjába, és nem igényelhet tekintélyt magának olyan területek felett, amelyekre különben igazán nincs is igénye. Farrar *három évvel Darwin halála* után adta elő gondolatait, s a következőket különösen is hangsúlyozta Darwinnal kapcsolatban: „tudományos kutató, Newton óta talán a legjelentősebb tudós. Egész életében a vallás ellenségeként tartották számon, mégis három évvel ezelőtt, nagy kegyelettel temették el sírhelyére a Westminster Abbey-ben. Elméletei, amelyeket számtalanszor kárhoztattak éppen erről a szószekről, ma már elfogadottá váltak világszerte nemcsak a tudomány emberei számára, hanem sok vezető teológus számára

---

<sup>22</sup>

Frederic W. Farrar, *History of Interpretation. Eight Lectures Preached before the University of Oxford in the Year MDCCCLXXXV (New York: E.-P. Dutton, 1886), xv.*

is. Ők elismerték, hogy azok semmilyen értelemben sem összehétközhetetlenek a szent igazságokkal”.<sup>23</sup> Kevesebb, mint egy generációval „A Fajok eredete” megjelenése után Darwint már nem tartották a hit ellenségének. A vallás sem érezte azt, hogy éppen az fenyegeti, akit egyszer a főellenségnek tekintett.

Ha az USA-ra tekintünk, azt látjuk, hogy a darwinizmust relatíve elég nyugodtan fogadták, és az theisztikus köntösben jelent meg. Valójában nem is Darwin és a természetes kiválasztásról szóló elmélete vált általánosan elfogadottá, hanem a brit író *Herbert Spencer (1820-1903)* filozófiája, az ő mindent felölelő evolúciós folyamatról szóló kozmikus teóriája és a legerősebb túlélését hangsúlyozó tézise.<sup>24</sup> Spencer azt hirdette, hogy egy ismeretlen és megismerhetetlen abszolút hatalom állandóan működésben van az anyagi világban, s az diverzitást, koherenciát, integrációt, specializálódást és individualizációt teremt. A fiatal és terjeszkedő államok számára, mint például az Egyesült Államok, csak idő kérdése volt, hogy Darwin biológiára vonatkozó elmélete a Spencer által hirdetett társadalmi, gazdasági és filozófiai fejlődésemélet függeléke legyen.

---

<sup>23</sup> Farrar, *History of Interpretation*, 426.

<sup>24</sup> Cf. Herbert Spencer, *First Principles of a New System of Philosophy* (New York: De Witt Revolving Fund, 1958 [1864]). Ebben a könyvben meggyőzően hangsúlyozza az evolúcióról szóló elképzelését. .

Volt annak egy másik oka is, hogy az evolúciós elméletet relatív könnyedséggel fogadták az Államokban. 1860 márciusában Asa Gray (1810-1888), aki 1842-ben kezdte el a Harvard egyetemen a természetrajz professzoraként a karrierjét, hosszú és alapos referátumot írt a „Fajok eredetéről” az Amerikai Természettudomány és Bölcsészeti Folyóiratban.<sup>25</sup> Gray, aki a cambridge-i Kongregacionalista Első Egyház tagja volt, nyilvánosan elismerte, hogy nem mindenki fogadná el Darwin gondolatait. Példaként említette meg *James Dwight Dana-t* (1813-1895), az Amerikai Természettudományi Folyóirat szerkesztőjét, aki a természetrajz professzora volt a Yale egyetemen. Gray biztos volt affelől, hogy Dwight Dana nem fogadná el Darwin doktrínáit.<sup>26</sup>

Tanulmányában Gray hivatkozott a kiváló, svájci származású amerikai természettudósra, *Louis Agassizra* (1807-1873), aki 1848 óta a Harvard egyetem zoológus professzora volt. Agassiz a fajok eredetének jelenségét és azok osztályokra való tagolását egy közvetlen isteni akaratnak tulajdonította, s emiatt nem tudta elfogadni Darwin állítását, hogy a fajok eredete és osztályozódása „természetes” módon történik. Gray Agassiz véleményét „túlzottan theisztikusnak” tartotta, mégis azt állította, hogy „nem kell különböző alapokra helyezni Darwin

---

<sup>25</sup> Reprinted in Asa Gray, *Darwiniana: Essays and Reviews Pertaining to Darwinism* (New York: D. Appleton, 1878), 9-61.

<sup>26</sup> Gray, *Darwiniana*, 11.

és Agassiz véleményét.<sup>27</sup> Gray rámutatott arra, hogy az olyan teleogusok, mint Agassiz igencsak szelektív módszereket használtak. Mindig a partikuláris tényekre hivatkozva beszéltek az egyedi szándékról, s ugyanakkor rengeteg tényt magyarázat nélkül hagytak. Ez azt jelentette, hogy ha a természet egész képét figyelembe vesszük, az ember azt mondja, hogy ez azért van így, mert a Teremtő minden egyes állatot és növényt külön alkotott meg. Eszerint Darwin olyan elmélettel állt elő, amely megmutatta, hogy minden egyes növény és állat meg lett teremtve és bízhatunk abban, hogy „minden bölcsen és tágabb értelemben véve terv szerint lett megalkotva az intelligens első ok által”.<sup>28</sup>

Ebben az alapos áttekintésben két fő mondanivaló vált különösen hangsúlyossá: 1. Darwin evolúciós elmélete nem a vallás tagadásáról szól, hanem tudományos alapon álló tudományos elméletről van szó, s emiatt csak erről az alapról szabad cáfolni. 2. Darwin elmélete nem akarta Isten kreatív tevékenységét csökkenteni. Ha theisztikusan magyarázzuk, akkor azt is elmondhatjuk, hogy az isteni teremtés nagyságának megértését még jobban aláhúzta.

Mégis hogyan válaszolt a vallásos közösség Spencer és Darwin új evolúciós elméleteire? Ha az 1860-as és 1870-es évek teológiai folyóiratait vizsgáljuk, azt látjuk,

---

<sup>27</sup> Gray, *Darwiniana*, 14.

<sup>28</sup> Gray, *Darwiniana*, 53.

hogy az evolúciós gondolatot nem sokan utasították el teljes egészében.

A legtöbben implicite arra utaltak, hogy a darwini kiválasztásról szóló elmélet elég bizonytalan alapokon nyugszik. A fő érvet nem a teológia szolgáltatta. A teológusok nem folytattak harcot a bibliai igazság és a természettudomány ismerete között. Ehelyett az ő véleményüket elismert korabeli természettudósok és saját tudományos ismereteik formálták. Gyakran elismerték hogyha a darwini elmélet igaznak bizonyulna, az semmilyen veszélyt sem jelentene a keresztyén hitre, mert azt theisztikusan lehet magyarázni.

Az evolúciós gondolattal szemben a legjelentősebb és legnagyobb hatással bíró támadás két évtizeddel később jött. *Charles Hodge*, aki nem sokkal előtte publikálta a három kötetes „Szisztematika teológiáját” (1871), 1874-ben adta ki „Mi a darwinizmus?” című munkáját. E munkának a célja a tévtanításnak tartott darwini elmélet félreállítása volt.

Hodge szerint Darwin “nagy ívű konklúziója az, hogy „az ember (test, lélek és szellem) egy, a régi világban élő, kiálló fülű, szőrös, farkkal bíró négy lábú lakos leszármazottja, akinek valószínű, hogy a fán lakó állatokhoz hasonlítanak a szokásai”. Darwin azonban semmit sem mondott az emberi lélekről, szemben azzal,

amit Hodge implicite az ő szájába adott.<sup>29</sup> Darwin elutasította volna Hodge következő állítását is: „a természetes kiválasztás kifejezésével Darwin úr ki akarja zárni a tervszerűséget, vagy a végső okot”.<sup>30</sup>

Bár érvelésében egy kicsit túllőtt a célon Hodge mégsem szándékozott méltánytalanul bánni Darwinnal. Elismerte, hogy Darwin határozottan és rendszeresen hangoztatta a teremtő létét. De mindezek után szemrehányást tett, hogy semmit sem mond a teremtő természetéről, vagy annak a világhoz való kapcsolatáról.<sup>31</sup> Az összetettebb szervekkel rendelkező növényekre és állatokra utalva Hodge feltette a kérdést: Miért nem mondja, Darwin, hogy azok az isteni értelem termékei? Ha Isten alkotta őket, akkor lényegtelen az a kérdés, hogy hogyan alkotta őket – egyszerre vagy az evolúció folyamata által. Darwin ahelyett, hogy Isten céljára utalna fáradtságos munkával a szándéknélküliség vagy a célnélküliség bizonyítására törekszik.<sup>32</sup>

Agassizhoz hasonlóan Hodge is elismerte, hogy Isten egyszerre is és egyúttal fokozatosan is alkothatta meg az élőlényeket az evolúció folyamata által. Nem úgy, mint Agassiz, Hodge nem hibáztatta Darwint az evolú-

---

<sup>29</sup> Charles Hodge, *What Is Darwinism?* (New York: Scribner, Armstrong & Co., 1874), 39-40.

<sup>30</sup> Hodge, *What Is Darwinism?*, 41.

<sup>31</sup> Hodge, *What Is Darwinism?*, 27.

<sup>32</sup> Hodge, *What Is Darwinism?*, 58.

ció terjesztéséért. Ő azt az elképzelést utasította el, amely az evolúciót természetből vett terminusokkal magyarázta természetfeletti helyett. Az evolúciós folyamatot a természetből vett terminusokkal és a természeti okokkal magyarázva Hodge implicite azt állítja, hogy Darwin valójában nagyon is száműzte Istent a világból. Fontos felfigyelnünk Hodge különbségtételére, amely a „darwinizmus”, azaz az Istenre nem utaló világfejlődéséről szóló magyarázat, és az „evolúció”, vagyis a világ Isten szándéka szerint való kialakulása között áll fenn.<sup>33</sup> Felismerte azt, hogy lehetséges az evolúciót jóváhagyni anélkül, hogy a darwinizmust elfogadjánk.

Ha tényleg bebizonyosodik, amit Darwin kijelentett, hogy a variánsok esetlegesen alakulnak ki az evolúciós változás miatt, akkor annak semmi köze a tervezéshez. Legjobb esetben is Isten a teremtéskor csak játszadozott, s a teremtett lények esetlegesen jöttek létre. Fontos emlékeztetni magunkat arra, hogy még Albert Einstein is, aki biztos, hogy nem volt teológiailag olyan konzervatív, mint Hodge, elutasította a spontaneitást a természetben, emiatt komoly fenntartási voltak a koppenhágai kvantummechanika magyarázatával szemben. Kell, hogy legyen egy észrevehető terv a természetben azok számára is, akik nem hisznek Istenben. Ha csak véletlenszerű variánsok léteznek, akkor aligha beszélhetünk a Teremtőről, aki teremtette a világot és mindent, ami

---

<sup>33</sup>Hodge, *What Is Darwinism*, 104.

abban található.<sup>34</sup> Itt *Archibald Alexander Hodge* (1823-1886) Charles Hodge fia és utóda bölcsebb volt édesapjánál. A fiatalabb Hodge nem a véletlenszerű variánsokra figyelt elsődlegesen, hanem inkább az evolúció általános folyamatát hangsúlyozta. Észrevett ott egy „gondviselészerűen kibontakozó általános tervet”.<sup>35</sup> Ez számára azt jelentette, hogy még a darwini elméletet is lehet theisztikusan értelmezni, ha valaki helyesen szemléli az elmélet egészét.

Igazán nem az isteni szándék jelenlenségének védelme volt Charles Hodge számára olyan fontos, hogy vehemensen elutasította a darwinizmust. Ha megnézzük azokat a szerzőket, akikre „Mi a darwinizmus?” című művében hivatkozott, akkor közelebb jutunk a megoldáshoz. Megemlíti a brit természettudóst *Russel Wallace-t* (1823-1913), aki Darwinnal együtt propagálta a fajok eredetében szerepet játszó természetes kiválasztás

---

<sup>34</sup> Cf. David N. Livingstone, *Darwin's Forgotten Defenders. The Encounter between Evangelical Theology and Evolutionary Thought* (Grand Rapids MI: Wm. B. Eerdmans, 1987), 102, Itt azt állítja, hogy amíg Hodge “a skót tradíciót követve a teologia naturalis-t nagyon is korlátozva fogadta el, mégis meggyőződése maradt hogy a teleológikus érvelés - ami igazán önként kínálta magát - elégséges Isten léte igazolásához.”

<sup>35</sup> So Livingstone, *Darwin's Forgotten Defenders*, 114.

elméletét. Ezután foglalkozik a következő személyekkel: *Thomas H. Huxley*, *Ludwig Büchner*, *Carl Vogt*, *Ernst Haeckel* és *David Friedrich Strauss*. Példának okáért Haeckelre hivatkozva mondta, hogy Darwin evolúciós elmélete nyilvánvalóan ateizmushoz és materialismushoz vezet.<sup>36</sup> Mivel Hodge nagyon jól ismerte az európai kontinensen Darwinról folyó vitát és az olyan emberek vallásellenes propagandáját, mint Vogt, Büchner, Haeckel és Strauss, attól tartott, hogy hasonló dolgok történnek az USA-ban.

Félelmei azonban alaptalanok voltak két okból is. 1. Az Egyesült Államokba érkező evolúciós gondolatok nem annyira Darwintól, mint inkább Spencertől származtak. Darwin sohasem látogatott az Egyesült Államokba, míg Spencer igen. 2. Az 1882-es útján Spencert nagyon ünnepelték és szinte fejedelemként bántak vele. Darwin és Spencer filozófiájával is, amely *John Fiske (1842-1901)* írásai-ban jelenik meg. Az Egyesült Államokat olyan emberek alkották, akik vallásos szemlélettel rendelkeztek és a materialistáknak, ateistának nem igen volt lehetőségük, hogy az evolúciós elméletet olyan eszközzé formálják át, amely az ő ügyüket szolgálja.

Még van egy másik oka is annak, hogy a theisztikus evolúciós gondolatok váltak elfogadottá az Egyesült Államokban. A legtöbb felsőoktatási intézményt, ame-

---

<sup>36</sup> Hodge, *What is Darwinism?*. 95 .

<sup>37</sup> Hodge, *What is Darwinism?*, 174-75.

lyek lehetőséget biztosítottak az evolúcióról szóló intelligens vitára, az egyházak tartották fenn, vagy legalábbis az intézmények kapcsolódtak az egyházhoz. Angliában és különösen a kontinensen, azonban a legtöbb intézményt az állam tartotta fenn, s következésképpen lehetőség volt egy egyházi vezetés által nem korlátozott, liberális intellektuális környezet kialakulására.

A félelmek lassan elcsendesedtek. *James McCosh (1811-1894)* teológus és filozófus, a Princetoni College elnöke, az ott tanító Hodge véleményétől függetlenül, elfogadta az evolúciós gondolkodást. McCosh Darwin elméletét kritikusan szemlélte, különösen azt a részét, ahol az egész evolúciós folyamatot a természetes kiválasztásnak tulajdonítja. Azt is kétségbe vonta, hogy az emberek olyan szoros kapcsolatban álltak az állatok világával, mint ahogy azt Darwin állította. Azt mégis beismerte, hogy „világos jelzőtáblákat látunk a geológiai korszakokban, az étellelentől az élőig vezető haladásban, az alacsonyabb rendű élőlényektől a magasabb rendű élőlényekig. Az emberi elme, amelyet mindig ösztökélt az okok feltárása, megkérdézi, hogyan is történt mindez. A választ, ha egyáltalán lehetséges, a természettudomány tudja megadni és nem a vallás, amely egyszerűen ahhoz ragaszkodik, hogy minden dolog Istenhez vezet, akár közvetlenül, akár közvetetten valami által”.<sup>38</sup>

38

James McCosh, *Christianity and Positivism: A Series of Lectures to the Times on Natural*

Itt az történik, hogy az amerikai presbiterianizmus egyik vezéralakja nyíltan elfogadja a darwini elméletet. Azonban McCosh mégsem a korszellem miatt beszélt így. Méltányolta azt, ami a következőképpen vált ismerté: „Darwin rendkívül alapos megfigyeléseket tett és elméletének komoly igazságtartalma van. Nincs abban semmi ateizmus, ha azt helyesen értjük.”<sup>39</sup> McCosh-nál észrevehetjük a lelkeszi álláspont markáns megjelenését:

Hosszú ideje az a kényelmetlen előérzetem van, hogy az evolúció kritika nélküli bírálata, lekezelése, amely a szószékekről, folyóiratokból és szemináriumokból jön, hitetlenségbe juttathat néhány gondolkodó fiatalembert, akik a természetben mindenhol világosan látják a fejlődést, és ugyanakkor ‘tanácsadók’ azt mondják nekik, nem hihetnek az evolúciónak, és nem lehetnek egyidejűleg keresztyének is. Kimondhatatlanul vigasztal az a tény, hogy diákjaim köszönettel fordulnak felém, akik közül többen is a legjelesebb természettudósok lettek, mert Isten munkáiban bemutatva az evolúciót, megmutattam nekik, hogy ez nem összeegyezhethetetlen a vallással, és így képesek voltak a természettudománnyal foglalkozni, s eközben megtartani a Bibliába vetett hitüket.<sup>40</sup>

---

*Theology and Apologetics* (New York: Robert Carter, 1871), 63.

<sup>39</sup> James McCosh, *The Religious Aspect of Evolution* (New York: Charles Scribner, 1890), vii.

<sup>40</sup> McCosh, *The Religious Aspect*, ix-x.

Amikor Wright egyik szemlélő cikkében (*"Recent Works Bearing on the Relation of Science to Religion. No. V: Some Analogies between Calvinism and Darwinism"*) amellet érvelt, hogy a darwinizmus valójában a természet kálvini értelmezése, mivel az nem érzelmekre épülő, hanem realista és bizonyos értelemben véve fatalisztikus, ezzel azt jelezte, hogy az evolúciós gondolkodás elfogadottá vált.<sup>41</sup>

De ez még nem a teljes történet, ami az Egyesült Államokat illeti. Ne feledjük, hogy Darwin evolúciós elméletét Amerikába határozottan theisztikus keretben vezették be. Ez már az elején enyhítette a keresztyén hit teremtésről és gondviselésről vallott dogmáival való összeütközést. Az amerikai protestáns teológusok legtöbbször kezdetben Darwin elméletét nem tartotta a keresztyén hittel összeegyeztethetetlennek, feltételezve, hogy az elmélet tudományosan elfogadott volt, és szilárdan bele volt építve abba a theisztikus keretbe, amely fenntartotta a személyes teremtő és a világot megtartó Isten képét. Az új amerikai kontinens terjeszkedésének hajnalán Darwin elméletét Spencer átfogó evolúciós elmélete részének tartották, amely magába foglalt társadalmi és gazdasági szempontokat. A kezdeti elsöprő siker után ez az idealista és spekulatív rendszer szembekerült a történelemben és társadalomban látható radikális gonoszság és igazságtalanság valóságával. Spencer és Darwin közötti különbséget nem igazán véve észre, egyre több

41

*Bibliotheca Sacra* 37 (1880): 76.

konzervatív teológus elme kezdett szembehelyezkedni az evolúciós elmélettel. Néhányan annyira elutasították, hogy teljesen el akarták törölni a föld színéről.

Ma is hasonló a helyzet. Létezik egy erőteljes „intelligens tervezést” hangsúlyozó mozgalom, amely Isten kezét szeretné látni a teremtésben, és ott van az a tudományos *kétértelműség* is, amelyre Darwin hívta fel a figyelmet 1870-ben, amikor ezt írta: „Nem tekinthetek úgy a világra, mint a vakvéletlen eredményére, mégsem látok bizonyítékot a jóindulatú tervezésre, sőt egyáltalán bármilyen tervezésre a részleteket illetően”.<sup>42</sup> E két álláspont között nem csak a természettudósok tudományos forradalmakról kialakított konklúziója áll, hanem ott találjuk a keresztyének által adott válaszok színskáláját is. Néhányan a természetben Isten munkáját kívánják látni, sőt azt bebizonyítani igyekeznek – ilyenek a „természeti teológiákat” támogató tudósok –, míg mások, dialektikus józansággal elutasítják, hogy bármilyen teológiai vagy vallásos konklúzióra is el lehet jutni a tudomány eredményei által. Legtöbben a középúton állnak. Jogosan esnek bámulatba a tudomány fejlődése láttán, legyen az az evolúciós elmélet, a relativitáselmélet, a kvantumelmélet vagy a neurológia. Mivel azonban a tudomány nem képes maradéktalanul betölteni az emberi természet legbensőbb vágyát a dolgot jelentésé-

---

<sup>42</sup>

Charles Darwin level J.D. Hooker-hez, idézve: in *The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882*, szerk. Nora Barlow (London: Collins, 1958), 162.

---

re, bizonyosságára vonatkozóan, így erősen ragaszkodnak ahhoz a másik területhez, amelyet Immanuel Kant (1724-1804) numenonnak nevezett. A németek 20 százalékához hasonlóan, akik még ma is szószerint értelmezik a Genézis 1-ben olvasható teremtéstörténetet, nem mindig tiszta számukra, hogyan kapcsolódik össze a fenomén a numenonnal. Emiatt a kettő közötti kapcsolat tisztázása ismét új feladattá válik.

*Fordította: Kovács Ábrahám*

*Lektorálta: Gaál Botond*

## **THE IMPACT OF EVOLUTION ON THEOLOGY IN GREAT BRITAIN AND NORTH AMERICA**

**Hans Schwarz**

Addressing the issue how the Christian faith responded to scientific revolutions, we think in this Einstein anniversary year especially about the theory of relativity and how it impacted our understanding of space, time, and matter. From the Ptolemaic world view which placed earth and humanity in the center of the world, we progressed to the Copernican world view which emphasized the sun as the center of our world, and finally we were told by Albert Einstein (1879-1955) that a fixed point from which we can view our world is wishful thinking. Everything is in motion. Distances and velocities of objects can only be calculated with regard to other objects.

Even matter is no longer indestructible, but can be transformed into energy and mass. Its mass can increase or decrease depending on the velocity of the object. Small wonder that alert theologians such as Karl Heim (1874-1958) immediately responded to the theory of relativity and concluded: "That the relativisation of the foundational concepts in the natural sciences implies a new understanding of the sphere of the absolute, of the abso-

---

lute dependence on God of the whole reality of our consciousness."<sup>1</sup> Yet not every theologian was aware that the causal-mechanistic world view of the 19<sup>th</sup> century had passed. In response to that world view which proclaimed the ironclad laws of nature and the eternity of matter, Rudolf Bultmann (1884-1976) proposed that we let go of the mythological world view of the Bible. He confessed: "It is impossible to use electric light and the wireless and to avail ourselves of modern medical and surgical discoveries, and at the same time to believe in the New Testament world of spirits and miracles."<sup>2</sup>

While Bultmann was aware that the sciences of his days were no longer the same as they were in the 19<sup>th</sup> century, his main point is that there is a certain method of thinking which follows from our scientifically informed world view. Whether it is the resurrection of Jesus, his death as the consequence of sin, the return of Christ to judgment, or the world of spirits and demons, all these phenomena are unintelligible for humanity. Consequently we can no longer accept the mythical world view of the New Testament. But he discerned that this outdated

---

<sup>1</sup> Karl Heim, "Gedanken eines Theologen zu Einsteins Relativitätslehre" (1921), in: Heim, *Glaube und Leben. Gesammelte Aufsätze und Vorträge* (Berlin: Furche, 1926), 137.

<sup>2</sup> Rudolf Bultmann, "New Testament and Mythology," in *Kerygma and Myth. A Theological Debate*, ed. Hans Werner Bartsch, trans. Reginald F. Fuller, 2<sup>nd</sup> ed. (London: SPCK, 1964), 1:1.

world view does not really want to present and objective picture of the world. It expresses our understanding of ourselves in the world in which we live. Especially Paul and John show that the mythological world view does not want to be presented in objectively realist terms, but in existential ones. Both Paul and John express a basic dualism with regard to the world. Similar to Jewish apocalyptic, and to the Gnostic redemption myth, the idea is advanced there that the world is controlled by demonic and satanic powers and stands in need of redemption. Underlying is the conviction that "man cannot achieve this redemption by his own efforts; it must come as a gift through a divine intervention."<sup>3</sup> Jesus and the New Testament kerygma confront us with the issue whether we want to be tied to the forces of this world, or are "open to God's future which is really imminent for every one of us."<sup>4</sup> With this existential interpretation of the New Testament message, Bultmann wants to extricate himself from the problems of a scientific mindset which challenges the credibility of the New Testament message.

The question must be posed, however, whether there is really an exclusive either-or in the minds of most people, either science on the one side or the Christian faith on the other side. According to a survey of the re-

---

<sup>3</sup> Rudolf Bultmann, "New Testament and Mythology," 15.

<sup>4</sup> Rudolf Bultmann, "New Testament and Mythology," 31.

nowned German Allensbach Institute, for instance, one out of five Germans believes that the creation account in the first chapter of the Bible must be taken literally. "According to this [opinion], God has created the world in six days and completed it on the seventh. If one follows the words of the Bible, the universe originated approximately six thousand years ago."<sup>5</sup> It is hardly possible that these 20 percent of the German population are, theologically speaking, fundamentalists who discard any scientific evidence. It is also hard to believe that these 20 percent know nothing of Darwin's theory of evolution. Most likely many of these people know of Darwin's theory and also accept literally Genesis 1. For them there is no exclusive "either-or." Therefore the title of Andrew White's book, *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom* (1896) is misleading and also his claim of "the myriad attacks on the Darwinian theory by Protestants and Catholics."<sup>6</sup> Andrew White would have been much closer to the truth if he stated that there were numerous attacks on the Darwinian theory by both Protestant and Catholic theologi-

---

<sup>5</sup> According to Helmut Frank, "Wie ist die Welt geworden? Evolution und biblische Schöpfungsgeschichte: Ist Gott der 'intelligente Designer'," in *Sonntagsblatt. Evangelische Wochenzeitung für Bayern* (August 7, 2005), 32:1.

<sup>6</sup> Andres D. White, *A History of Warfare of Science with Theology in Christendom* (New York: D. Appleton & Co., 1896), 1:78.

ans and scientists. Theologians do not just spend their lives in churches or academic ivory towers, and scientists do not just conduct experiments in their labs. Both of them are real people who live in a societal context which shapes them as much as do their intellectual or religious pursuits.

When we look at the paradigm of evolution in its broadest sense, then we could say that this was a typically 19<sup>th</sup> century product. At the beginning of that century, we have the philosopher Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) who shaped the mindset of many with his theory of a progression from thesis to antithesis and synthesis. It was not just accidental that both Friedrich Engels (1820-1895) and Karl Marx (1818-1883) started out as Hegelians. Similarly, Ferdinand Christian Baur (1792-1860) of the Protestant Tübingen school understood the history of religions as well as the history of Christianity as one grand process in which the divine spirit expressed itself. Therefore Baur understood the changes which the history of dogma was to be portrayed as a "spiritual process" ... "in which the essence of the spirit reveals itself since the dogma is essentially of spiritual nature."<sup>7</sup> Progress and development were endemic in the 19<sup>th</sup> century.

Next to Hegel there was also Auguste Comte (1798-1857) who in his six-volume work *Cours de Philoso-*

---

<sup>7</sup> Ferdinand Christian Baur, *Lehrbuch der christlichen Dogmengeschichte* (Stuttgart: Becker, 1847), 8.

---

*phie Positive* (1830-1842) suggested a progress in three stages, the theological, the metaphysical, and the positive. This progress was for him inevitable and irreversible. On the theological stage humanity views everything as animated by a will and a life similar to its own. On the metaphysical stage the personal will is substituted in a more abstract way by causes and forces and on the positive stage the knowledge of a final will or a first cause is abandoned. Only left are the laws of relations of successions and resemblance. While Hegel interpreted progress theistically, Comte suggested a non-theistic interpretation. When we come more closely to Darwin's theory of evolution, again we must see Darwin and his work in the context of his time. He neither used the term "evolution", nor was he the first to propound evolutionary ideas. Most of the ideas which are associated with him, such as "the struggle for survival," "selection according to sex," and "the survival of the fittest," he took over from other scholars. His grandfather, Erasmus Darwin (1731-1802), a renowned poet and physician, had already suggested that perhaps millions of ages before the commencement of the history of mankind [...] all warm-blooded animals have arisen from one living filament, which *the great First Cause* endued with animality, with the power of acquiring new parts, attended with new propensities, directed by irritations, sensations, volitions, and associations; and thus possessing the faculty of continuing to improve by its

own inherent activity, and of delivering down these improvements by generations to its posterity.<sup>8</sup>

In 1809, the French zoologist Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) published his *Zoological Philosophy*. In it, he also provided a clearly evolutionistic view of life. However, he attempted to explain evolution by pointing to the cumulative inheritance of modifications induced by environmental influence. These modifications can become lasting and may lead to the modification of old organs or to the need for new ones. The primary and best known example for Lamarck's point is the giraffe. Lamarck claimed that since the giraffe lives in places where the soil is nearly always arid and barren it is obliged to browse on the leaves of trees and to make constant efforts to reach them. From this habit long maintained in all its race, it has resulted that the animal's forelegs have become longer than its hind legs, and that its neck is lengthened to such a degree that the giraffe, without standing up on its hind legs, attains a height of six meters.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Erasmus Darwin, *Zoonomia or the Laws of Organic Life* (39.4.8), 3rd ed. (London: J. Johnson, 1801), 240. It is astounding that Charles Darwin never mentioned his grandfather though the latter postulated many theses more precisely than his famous descendant.

<sup>9</sup> Jean-Baptiste de Lamarck, *Zoological Philosophy: An Exposition with Regard to the Natural*

This idea that environmental influences significantly affect the evolutionary process was later picked up by Karl Marx and Friedrich Engels who believed that this type of inheritance could be used to facilitate future improvements of the human race.<sup>10</sup>

---

*History of Animals*, trans. Hugh Elliot (Chicago: University of Chicago, 1984), 122.

<sup>10</sup> For details see Friedrich Engels, *Dialektik der Natur: Notizen und Fragmente*, in Marx-Engels, *Werke*, 20:564, where he claims that Darwin lumped together two completely separate ideas, selection under the pressure of overpopulation and selection through the greater capacity to adapt to altered circumstances. A bizarre and unfortunated example of the exclusive emphasis on environmental influence was the rule of Lyssenkoism in the former Soviet Union. Trofim Denissowitsch Lyssenko (1898-1976) advanced a theory concerning the inheritance of acquired traits which later proved to be wrong. According to Lyssenko genetic dispositions are a concentration of environmental conditions which in plant organisms have been acquired in a series of preceding generations. This would mean that a change of the environment would also bring with it a change in the species. If this theory is then extended to humanity, humanity would be indeed, as Marxism

Another important precursor of Darwin is the British economist Thomas Robert Malthus (1766-1834). In his famous *Essay on Population*, the first edition of which appeared in 1798, he suggested that the human race always tends to outrun its means of subsistence and thus can only be kept in bounds by famine, pestilence, or war, or through prudential checks, such as postponement of marriage.<sup>11</sup> Charles Darwin confesses the strong impact Malthus had on his thinking when he writes: In October 1838 ... I happened to read for amusement Malthus on *Population*, and being well prepared to appreciate the struggle for existence which everywhere goes on from long-continued observation of the habits of animals and plants, it at once struck me that under these circumstances favorable variations would tend to be preserved, and unfavorable ones to be destroyed. The result of this would be the formation of new species. Here, then, I had at last got a theory by which to work.<sup>12</sup>

Yet Darwin was not a plagiarist. He wanted to make sure that the ideas he received from Malthus could be

---

had claimed, largely a product of its societal conditions.

<sup>11</sup> Cf. Thomas Robert Malthus, *Population: The First Essay*, intro. Kenneth E. Boulding (Ann Arbor: University of Michigan, 1959), 21ff.

<sup>12</sup> Charles Darwin, *Autobiography*, ed. Nora Barlow (New York: Harcourt, Brace, 1959), 120.

---

substantiated by observable data. He conducted experiments, read, and traveled. Finally by 1844 "Darwin had convinced himself that species are not immutable and that the main cause of their origin was natural selection, but he continued to work on year after year to gain yet surer evidence."<sup>13</sup> His famous book *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life* may well have never been published if there had not been outside pressure.

The English naturalist Alfred Russel Wallace (1823-1913) had also come across Malthus' *Essay on Population* and this book triggered in him the idea of the "survival of the fittest." Inspired by Malthus, Wallace sent a paper to Darwin who recognized that it had striking similarity with his own ideas. Yet Darwin was fair enough not to claim priority over the ideas of Wallace who was as yet completely unknown to Darwin. Upon the advice of his friends, he sent Wallace's paper to the Linnean Society [named after the Swedish physician and scientist Karl von Linné (1707-1778)] together with an explanatory letter to the secretary and an abstract of his own theory written in 1844. Both papers were read in 1858 at the Linnean Society and published in its journal. Now Darwin saw the time ripe for his own

---

<sup>13</sup>

Sir William C. Dampier, *A History of Science and Its Relations to Philosophy and Religion*, postscript I. Bernard Cohen, 4th ed. (Cambridge: University Press, 1966), 277.

ideas and as the result of more than twenty years of work he published *The Origin of Species* in 1859.

The reception of Darwin's theory was mixed. For instance, the British geologist Charles Lyell (1797-1887), a friend of his, pleaded pathetically with Darwin to introduce just a little divine direction into his system of natural selection.<sup>14</sup> But then there was the ardent defender of Darwin, Thomas H. Huxley (1825-1905) who had little interest in a divine teleology. Nevertheless, the situation in Great Britain was far from being anti-religious. For instance, the Baptist Andrew Fuller (1754-1815), a popular author and pastor, claimed about the Scriptures: "Though they give us no system of astronomy, yet they urge us to study the works of God, and to teach us to adore him upon every discovery."<sup>15</sup> Through nature he thought we can discover how God works. Some even attempted to reconcile development with God's creative activity, such as the Scottish Evangelical amateur geologist Hugh Miller (1802-56), who

---

<sup>14</sup> According to William Irvine, *Apes, Angles, and Victorians: The Story of Darwin, Huxley, and Evolution* (New York: Time, 1963), 130.

<sup>15</sup> Andrew Fuller, *The Gospel Its Own Witness or The Holy Nature and Divine Harmony of the Christian Religion Contrasted with the Immorality and Absurdity of Deism* in Andrew G. Fuller, ed., *The Complete Works of the Rev. Andrew Fuller* (London: Henry G. Bohn, 1848), 41.

edited a journal of the Free Church and who wrote: "God might as certainly have *originated* the species by a law of development, as he *maintains* it by a law of development; the existence of a First Great Cause is as perfectly compatible with the one scheme as with the other."<sup>16</sup> This means, various means were employed to come to terms with developmental theories as they became more and more popular in the 19<sup>th</sup> century.<sup>17</sup>

There was another facet, however, that made a rapprochement between theology and science very difficult. Biblical scholarship, especially as it pertained to the discussion of creation versus evolution was badly missing in Great Britain, since, in contrast to Germany, there existed limited freedom of scholarship. For instance, when in 1860 *Essays and Reviews* was published by theologians who employed higher criticism and claimed to "*interpret the Scripture like any other*

---

<sup>16</sup> Hugh Miller, *Foot-prints of the Creator: or, The Asterolepsis of Stromness*, with Memoir by Louis Agassiz (Edinburgh: Adam & Charles Black, 1861), 12.

<sup>17</sup> Cf. David N. Livingstone, D.G. Hart, and Mark A. Noll, eds., *Evangelicals and Science in Historical Perspective* (New York: Oxford University, 1999) who show the various strategies employed by the evangelicals to come to terms with evolution.

*book*", a storm broke loose.<sup>18</sup> This also meant for the authors that if one wanted to maintain the value of the Bible as a book of religious instruction, one should not try every possibility "to prove it scientifically exact at the expense of every sound principle of interpretation, and in defiance of common sense, but by the frank recognition of the erroneous views of nature which it contains."<sup>19</sup> While the Bible was still held to be God's word, it was thought to be that in human form. That human form was not beyond reproach.

It comes as no surprise that Samuel Wilberforce (1805-1873), bishop of Oxford, who warned his clergy against the *Essays and Reviews*, also launched a theological offensive against Darwin by writing an article in which he condemned Darwinism for contradicting the Bible.<sup>20</sup> On June 30, 1860 in an address at Oxford before the British Association for the Advancement of Science he

---

<sup>18</sup> Benjymin Jowett, "On the Interpretation of Scripture," in *Essays and Reviews*, ed. with an intro. Frederic H. Hedge (Boston: Walker, Wise, and Co., 1862), 416.

<sup>19</sup> Charles W. Goodwin, "The Mosaic Cosmology," in *Essays and Reviews*, 238.

<sup>20</sup> Cf. for the following David C. Lindberg and Ronald L. Numbers, "Beyond War and Peace. A Reappraisal Between Christianity and Science," in Henry Warner Bowden and P.C. Kemeny, eds., *American Church History. A Reader* (Nashville: Abingdon, 1998), 224.

postulated the exaggerated claim that Darwin allegedly said: "Humanity is descended from monkeys," a claim, however, that Darwin never made.<sup>21</sup> To this charge the zoologist Thomas H. Huxley, who was also well-versed in continental biblical scholarship, retorted that he would rather be a descendent of a humble monkey than of a man who is misrepresenting those who search for truth. While this debate was played up more and more as time went on, this meeting only showed the basic difference in perception. If there was evolution and if there was a basic cohesion among all living beings, the creation account could no longer be true. This is what the good bishop found reprehensible, and many others agreed with him.

When in 1871 Darwin also included humanity in his theory of evolution (*The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*) and attempted to show that all human characteristics can be explained through gradual modifications of human-like ancestors through a process of natural selection, the tide had changed and the reception was much less hostile. One important reason for this can be seen in Frederic W. Farrar's Bampton Lectures of 1886 on the history of interpretation. Born in India, Frederic W. Farrar (1831-1903) became a distinguished author and was made dean of Canterbury in 1895. In going through the history of exegesis from the rabbinic times to the 19<sup>th</sup> century, Farrar shows the danger of

---

<sup>21</sup> Cf. William Irvine, *Apes, Angels, and Victorians*, 6.

stagnation "which poisons the atmosphere of Theology when Progress is violently arrested, and Freedom authoritatively suppressed."<sup>22</sup> Theology cannot stand in the way of progress and it can also not impose an authority on fields over which it has no claim. Presenting these lectures three years after Darwin's death, he said with specific reference to Darwin: "A scientific observer, second perhaps to none since the days of Newton, after having been treated all his life long as an enemy to religion, was laid, but three years ago, in his honored grave in Westminster Abbey. His theories, which have been scores of times denounced from this very pulpit, are now not only accepted by the great majority of scientific men throughout the world, but have been admitted by many leading theologians to be in no sense irreconcilable with sacred truths."<sup>23</sup> Less than a generation after *The Origin of Species*, Darwin was no longer seen as the enemy of faith and religion felt no longer threatened by someone it once considered its archenemy.

When we take a quick look at the USA, we notice that Darwinism was received there with relative ease and in a theistic gown. It was actually not Darwin and his theory of natural selection which found common acceptance, but rather the philosophy of the British writer Herbert

---

<sup>22</sup> Frederic W. Farrar, *History of Interpretation. Eight Lectures Preached before the University of Oxford in the Year MDCCCLXXXV (New York: E.-P. Dutton, 1886)*, xv.

<sup>23</sup> Farrar, *History of Interpretation*, 426.

Spencer (1820-1903) and his cosmic theory of an all-embracing evolutionary process and his thesis of the survival of the fittest.<sup>24</sup> Spencer claimed that an unknown and unknowable absolute power is continuously at work in the material world and brings forth diversity, coherence, integration, specialization, and individuization. For young and expanding countries, such as the United States, it was a matter of course that the biological theory of Darwin became an appendix to the social, economic and philosophical theory of progress as advanced by Spencer.

There was another reason for the relative ease with which the theory of evolution was received. In March 1860, Asa Gray (1810-1888), who began his tenure as professor of natural history at Harvard in 1842, published a long and careful review of *The Origin of Species* in the *American Journal of Science and Arts*.<sup>25</sup> Gray, who was a member of the First Church, in Cambridge (Congregational), freely admitted that not everyone would agree with Darwin's ideas. He mentioned, for instance, James Dwight Dana (1813-1895), the editor of the *American Journal of Science*, and professor of natu-

---

<sup>24</sup> Cf. Herbert Spencer, *First Principles of a New System of Philosophy* (New York: De Witt Revolving Fund, 1958 [1864]), where he forcefully sets forth his notion of evolution.

<sup>25</sup> Reprinted in Asa Gray, *Darwiniana: Essays and Reviews Pertaining to Darwinism* (New York: D. Appleton, 1878), 9-61.

ral history at Yale, who he was sure would not accept Darwin's doctrines.<sup>26</sup> He also cited the outstanding Swiss-born American naturalist, Louis Agassiz (1807-1873), professor of zoology at Harvard beginning in 1848, who connected the phenomenon of origin and distribution of the species directly to the divine will and therefore was not able to accept Darwin's proposal of a "natural" origin and distribution of the species. Although Gray judged Agassiz "to be theistic to excess," he suggested that there "need be no ground of difference here between Darwin and Agassiz."<sup>27</sup> Gray showed that teleologists such as Agassiz were quite selective. They only referred particular facts to special design but left an overwhelming array of the widest facts inexplicable. This meant that, taking into consideration the picture of nature as a whole, one could only say that it was so because it had so pleased the creator to construct each plant and animal. Now Darwin proposed a theory which showed how each plant and animal was created, and therefore we could trust that "all was done wisely, in the largest sense designedly, and by an intelligent first cause."<sup>28</sup>

In this perceptive review two points gained special emphasis: (1) Darwin's theory of evolution was not a denial of religion but a scientific theory substantiated on scientific grounds and therefore to be refuted only on these

---

<sup>26</sup> Gray, *Darwiniana*, 11.

<sup>27</sup> Gray, *Darwiniana*, 14.

<sup>28</sup> Gray, *Darwiniana*, 53.

grounds. (2) Darwin's theory did not diminish God's creative activity. If interpreted theistically it even enhanced our understanding of the magnitude of divine creation.

But how did the religious community respond to the new evolutionary theories of Spencer and Darwin? When we take a quick look at theological periodical literature of the 1860s and 1870s there were not many outright rejections of evolutionary thought. Yet many implied that the Darwinian theory of natural selection was founded on a shaky basis. The main argument did not come from theology. Theologians did not conduct a battle between the biblical truth and the knowledge of science. But they developed their opinions by listening to respectable scientists of their time and from their own scientific knowledge. They quite often conceded that if the Darwinian theory should be proven to be correct it would not pose any threat to the Christian faith since this theory could be interpreted theistically.

The most significant and influential attack on evolutionary thought came more than two decades later. Charles Hodge who had just published his three-volume *Systematic Theology* (1871), issued in 1874 *What Is Darwinism?* With this publication he sought to demolish the Darwinian heresy. According to Hodge, Darwin's "grand conclusion is 'man (body, soul and spirit) is descended from a hairy quadruped, furnished with a tail and pointed ears, probably arboreal in its habits, and an

inhabitant of the Old World."<sup>29</sup> Yet Darwin did not say anything about the human soul, contrary to what Hodge implied. Darwin also would have rejected Hodge's suggestion: "In using the expression Natural Selection, Mr. Darwin intends to exclude design, or final causes."<sup>30</sup>

Though enjoying a certain degree of overkill in his argument, Hodge did not want to be unfair to Darwin. He conceded that Darwin explicitly and repeatedly admitted the existence of a creator. But he chided him for not saying anything about the nature of the creator or of his relation to the world.<sup>31</sup> With reference to complicated organs of plants and animals Hodge asked: "Why doesn't he say, they are the product of the divine intelligence? If God made them, it makes no difference, so far as the question of design is concerned, how He made them: whether at once or by a process of evolution. But instead of referring to the purpose of God, he laboriously endeavors to prove that they may be accounted for without any design or purpose whatever."<sup>32</sup>

Like Agassiz, Hodge admitted that God could have made the living beings at once or gradually through the process of evolution. But unlike Agassiz, he did not

---

<sup>29</sup> Charles Hodge, *What Is Darwinism?* (New York: Scribner, Armstrong & Co., 1874), 39-40.

<sup>30</sup> Hodge, *What Is Darwinism?*, 41.

<sup>31</sup> Hodge, *What Is Darwinism?*, 27.

<sup>32</sup> Hodge, *What Is Darwinism?*, 58.

fault Darwin for advocating evolution. What he rejected was the notion that evolution was explained in natural terms instead of supernatural ones. By explaining the evolutionary process in natural terms and by natural causes, Hodge implied that Darwin had effectively banished God from the world. It is important to note that Hodge distinguished here between "Darwinism," meaning the explanation of the development of the world without reference to God, and "evolution," referring to the evolution of the world through God's design.<sup>33</sup> He realized that one could affirm evolution without admitting Darwinism.

If it really proved true, as Darwin had declared, that random variations were the cause of evolutionary change, then, Hodge concluded, this had nothing to do with design. At the most God played dice with his creation. We should remember that even Albert Einstein who certainly was not theologically as conservative as was Hodge, rejected spontaneity in nature and therefore had grave reservations against the Copenhagen interpretation of quantum mechanics. There must be a plan discernible in nature even for those who are not theists. If there were only random variations, we could hardly speak of a creator who had designed the universe and everything that was within it.<sup>34</sup> Here Archibald Alexan-

---

<sup>33</sup> Hodge, *What Is Darwinism*, 104.

<sup>34</sup> Cf. David N. Livingstone, *Darwin's Forgotten Defenders. The Encounter between Evangelical Theology and Evolutionary Thought* (Grand

der Hodge (1823-86), Charles Hodge's son and successor, was wiser than his father. He no longer looked primarily at the random variations, but put more emphasis on the general course that evolution took. He discerned there "a providential unfolding of a general plan."<sup>35</sup> This meant for him that even the Darwinian theory could be understood in theistic terms, if one considered the overall concept.

Yet it was not simply as defense of the argument of design that made Charles Hodge react so vehemently against Darwinism. When we look at the authors he referred to in *What is Darwinism?* we get a further clue. He mentioned the British naturalist Russel Wallace (1823-1913), who together with Darwin proposed the theory of the origin of species by natural selection. Then Hodge refers to Thomas H. Huxley, Ludwig Büchner, Carl Vogt, Ernst Haeckel, and David Friedrich Strauss. For instance, he quoted Haeckel as saying that Darwin's theory of evolution led inevitably to atheism and mate-

---

Rapids MI: Wm. B. Eerdmans, 1987), 102, who states that while Hodge followed "the Scottish tradition in placing very definite limits on his adoption of natural theology, he remained convinced that the teleological argument was sufficient to establish the existence of God as an intelligent voluntary agent."

<sup>35</sup>

So Livingstone, *Darwin's Forgotten Defenders*, 114.

rialism.<sup>36</sup> Since Hodge was familiar with the continental discussion about Darwin and the anti-religious propaganda by people such as Vogt, Büchner, Haeckel, and Strauss, he was afraid that the same might happen in the United States.

But his fears were unfounded for two reasons: (1) The evolutionary ideas that came to America were not so much those of Darwin as those of Spencer. Darwin never visited the United States as Spencer had done. — On his 1882 visit to the United States, Spencer was celebrated and treated like a royalty. (2) Neither Darwin's nor Spencer's theories were simply received in the United States without adaptation. As Charles Hodge perceptively noted, Darwin's most fervent advocate in America, Asa Gray, though an avowed evolutionist, was not a Darwinian. He interpreted Darwin's theory theistically.<sup>37</sup> The same happened with Spencer's philosophy through the writings of John Fiske (1842-1901). The United States were founded by people who had a religious vision. The materialists and atheists there had no chance of turning evolutionary theory into an instrument that would advance their cause.

There was still another reason for the theistic reception of evolutionary thought in the United States. Most institutions of higher learning which would provide the platform for an intellectual exchange concerning evolution were church operated or at least in some

---

<sup>36</sup> Hodge, *What is Darwinism?*, 95.

<sup>37</sup> Hodge, *What is Darwinism?*, 174-75.

way affiliated with the church. In England and especially on the continent, however, they were mostly state owned and thus provided a more liberal intellectual environment unrestrained by ecclesiastical guidance.

Yet gradually the fears subsided. James McCosh (1811-1894), a philosopher-theologian and president of Princeton College, had accepted evolutionary thought in Hodge's own backyard. McCosh was critical of Darwin's theory, especially of his attempt to attribute the whole evolutionary process to natural selection. He also doubted that humanity should be as closely associated with the animal kingdom as Darwin had claimed. But then he confessed: "There are clear indications, in the geological ages, of the progression from the inanimate up to the animate and from the lower animate to the higher. The mind, ever impelled to seek for causes, asks how all this is produced. The answer, if an answer can be had, is to be given by science, and not by religion; which simply insists that we trace all things up to God, whether acting by immediate or by mediate agency."<sup>38</sup>

Here a leading figure of American Presbyterianism declared his acceptance of the Darwinian theory. Yet he was not simply going with the times. As McCosh acknowledged, it had become known "that Darwin was a most careful observer, that there was great truth in the

---

<sup>38</sup>

James McCosh, *Christianity and Positivism: A Series of Lectures to the Times on Natural Theology and Apologetics* (New York: Robert Carter, 1871), 63.

theory, and that there was nothing atheistic in it if properly understood."<sup>39</sup> But McCosh was also compelled by an evident pastoral concern: I have all along had a sensitive apprehension that the indiscriminating denunciation of evolution from so many pulpits, periodicals, and seminaries might drive some of our thoughtful young men to infidelity, as they clearly saw development everywhere in nature, and were at the same time told by their advisers that they could not believe in evolution and yet be Christians. I am gratified beyond measure to find that I am thanked by my pupils, some of whom have reached the highest position as naturalists, because in showing them evolution in the works of God, I showed them that this was not inconsistent with religion, and thus enabled them to follow science and yet retain their faith in the Bible.<sup>40</sup>

When Wright's review article ("Recent Works Bearing on the Relation of Science to Religion. No. V: Some Analogies between Calvinism and Darwinism") argued that Darwinism was the Calvinistic interpretation of nature since it was antisentimental, realistic, and to some extent fatalistic, the article was a sign that evolutionary thought had become respectable.<sup>41</sup>

---

<sup>39</sup> James McCosh, *The Religious Aspect of Evolution* (New York: Charles Scribner, 1890), vii.

<sup>40</sup> McCosh, *The Religious Aspect*, ix-x.

<sup>41</sup> *Bibliotheca Sacra* 37 (1880): 76.

But this is not the whole story as far as the United States are concerned. We remember that Darwin's evolutionary theory was introduced in America in a decidedly theistic framework. This initially mitigated against the possible clash with the tenets of the Christian faith concerning creation and providence. The vast majority of American Protestant theologians initially saw nothing in Darwin's theory that was irreconcilable with the Christian faith, provided the theory was scientifically acceptable and was clad in a theistic framework that maintained a personal God who created and sustained the world. In the wake of the expansion of the new American continent, Darwin's theory was seen as part of Spencer's comprehensive evolutionary theory, which also included socio-economic aspects. After its initial overwhelming success, this idealistic and speculative evolutionary system clashed with the reality of radical evil and injustice exhibited in history and society. Failing to distinguish between Spencer and Darwin, more conservative theological minds began to react against evolutionary theory in general; and some wanted to ban it from the earth altogether.

This is still the situation today. There is a strong "intelligent design" movement in the U.S. which endeavors to discern God's hands in creation and there is still the scientific ambiguity to which Charles Darwin pointed when he wrote in 1870: "I cannot look at the universe as the result of blind chance, yet I can see no evidence of beneficent design, or indeed of design of any kind, in

---

the details."<sup>42</sup> Between these two poles not only the conclusions proceed which scientists draw from their scientific revolutions, but this is also the spectrum covered by Christian responses. Some want to see and even demonstrate God's involvement in nature, such as the proponents of a natural theology, whereas others, in dialectic restraint, refuse to draw any theological or religious conclusions from the findings of science. The middle ground is, however, where most people move. They are rightly astounded by the progress of science, be it the evolutionary theory, the theory of relativity, quantum theory, or neural science. Since science, however, cannot fill humanity's innermost needs of meaning, assurance, and guidance, they also hold fast to another area, which Immanuel Kant (1724-1804) called the noumenal. Yet similar to the 20 percent of Germans who still take literally the creation account in Genesis 1, they are not always clear on how to correlate the phenomenal with the noumenal. Therefore the proper relation between the two becomes an ever new task.

---

42

Charles Darwin in a letter to J.D. Hooker, as quoted in *The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882*, ed. Nora Barlow (London: Collins, 1958), 162..



## KOZMOLÓGIAI FORDULÓPONTOK: HOGYAN LÁTJUK MA A VILÁGOT?

**Trócsányi Zoltán**

A legősibb tudomány a csillagászat. Fejlődését áttekintve szépen kirajzolódik előttünk, hogy a természet megismerésének legfontosabb eleme a természeti jelenségekre vonatkozó megfigyeléseink, méréseink pontosságának javulása. Forradalmi változást a csillagászatban mindig a mérési adatok pontosságában, valamint az adatok elemzésének pontosságában bekövetkező ugrászerű változás hozott. Mérés pontosság javulást általában az észlelőberendezés feloldóképességének javítása eredményez. Tételünk alátámasztása érdekében kíséreljük meg röviden áttekinteni a csillagászat történetét.

### *Kopernikusz forradalma*

A modern tudomány születését sokan *Nikolausz Kopernikusz* (1473–1543) napközpontú világképének megalkotásához kötik. Bár valóban forradalmi gondolat volt a világ középpontjából kivenni a Földet és helyébe a Napot helyezni, tudományos szempontból a napközpontú világkép semmivel nem előremutatóbb Ptolemaiosz rendszerénél. Kopernikusz ugyanúgy gondolati úton

jutott eredményeire. Feltételezte, hogy a bolygók körpályán keringenek a Nap körül, rendszerét nem pontos mérésekre alapozta. Így rendszerének elsősorban világnézeti jelentősége van.

### ***Kepler forradalma***

Az első igazán jelentős előrelépést *Johannes Kepler* (1571–1630) tette. Kepler *Tycho Brahe* (1546–1601) skandináv csillagász segédje, majd utódja volt Rudolf császár udvarában, Prágában. Kepler maga nem végzett jelentős csillagászati megfigyeléseket, azonban felhasználta Brahe adatait. Tycho Brahe közel húsz éven át figyelte és jegyezte fel a bolygók mozgását. Az adatokat nemcsak gyűjtötte, hanem vizsgálatokat végzett a rendelkezésére álló eszközökkel elérhető legnagyobb mérési pontosságra vonatkozóan is. Közvetlenül a távcső megjelenése előtt ő érte el a legnagyobb pontosságot: 2 szögperc pontossággal dolgozott az égitestek pályáira vonatkozó szögméréseknél.

Kepler igen nagyra értékelte Brahe pontos méréseit: „Nekünk kiknek az isteni jószág Tycho Brahe személyében egy mindenkinél pontosabb megfigyelőt ajándékozott, akinek a megfigyelésein keresztül a ptolemaioszi számítások 8 szögperc nagyságú hibájára is fény derülhetett, úgy illik, hogy Isten eme jótéteményét hálás érzülettel elfogadjuk és felhasználjuk. Fáradozásunkat arra irányítjuk, hogy – támogatva az alapul szolgáló feltevések helytelenségét mutató bizonyítékok által –

vége megalapozhassuk az égi mozgások helyes formáját. Kizárólag ez a 8 szögperc mutatta meg az utat az egész asztronómia megújításához.” (Kepler: *Astronomia nova*)

Látjuk tehát, hogy az első igazán tudományos előrelépést valóban a megfigyelések pontosságának fejlődése eredményezte. Kepler leírta három tapasztalati törvényét, amelyek alapjait 1609-ben mintegy fél évszázaddal később *Isaac Newton* (1643–1727) megalkotta a testek mozgásának leírására vonatkozó törvényrendszerét.

### ***Hubble forradalma***

A csillagászatban Kepler után sokáig nem volt jelentős fejlődés, mert a távcsövek feloldóképessége csak igen lassan növekedett, az észlelés nem tudott kilépni csillagrendszerünkől, a Tejútból. Bár a távcsövek mutattak elmosódott fényes foltokat, de azok mibenlétéről nem sikerült mérésen alapuló képet alkotni. Igazán nagy előrelépést *Edwin P. Hubble* (1889–1953) amerikai csillagász megfigyelései hoztak. Hubble észleléseit a minden koránál jobb feloldóképességű, 254 cm átmérőjű Palomar-hegyi távcsővel végezte az 1920-as években. Távcsövét az *Androméda-ködre* irányítva *Cefeida* változócsillagot talált. A Cefeida jelentősége abban áll, hogy segítségével távolságot lehet mérni a Világegyetemben. Megmérjük a csillag fényességváltozási időperiódusát, amelyből *Henrietta Leavitt* (1868–1921) amerikai csillagásznő száz évvel ezelőtti mérései

alapján meg lehet mondani a Cefeida abszolút fényességét. Az ismert abszolút, és a mért relatív fényesség ismeretében pedig egy egyszerű képlet felhasználásával kiszámítható a csillag távolsága. Hubble mérései alapján az Androméda-köd távolsága egymillió fényévnél adódott (ma már tudjuk, hogy a helyes érték két és fél millió fényév), ami legalább tízszer nagyobb távolság, mint amekkora a Tejútrendszer mérete. Hubble tehát felfedezte, hogy a Világegyetemben más csillagrendszerek (galaxisok) is léteznek a Tejúton kívül. Ez mind tudományos, mind világnézeti szempontból rendkívüli jelentőségű felfedezés volt.

Világnézeti szempontból azért volt lényeges, mert a Föld, és rajta az ember, szerepe méginkább csökkent a Világegyetemben. Hubble után fokozatosan kiderült, hogy nem csupán a Napunkhoz hasonló csillagból van szinte megszámlálhatatlanul sok (mintegy százmilliárd) a Tejútban, hanem a Tejúthoz hasonló csillagrendszerből is hasonlóan sok van az általunk belátható Világegyetemben. Nehéz elképzelni, hogy ilyen hihetetlenül sok, mintegy  $10^{22}$  db csillag közül egyedül a mi Napunk lenne olyan, amely körül olyan bolygó is kering, amelyen értelmes élet létezik. (Természetesen az is rendkívüli jelentőséggel bírna, ha kiderülne, hogy valóban csak a Földön van értelmes élet, azonban erre nézve kísérleti bizonyítékot szerezni lehetetlen.)

Tudományos szempontból szintén nagy jelentőségűek voltak Hubble megfigyelései. Az 1920-as évek végére

Hubble megmérte 18 csillagrendszer távolságát ( $r$ ) és távolodási sebességét ( $v$ ) – az utóbbit a mindenki által jól ismert Doppler-hatás alapján, a csillagrendszer által kibocsátott fényre alkalmazva azt (vöröseltolódás). A távolságot a sebesség függvényében ábrázolva azt találta, hogy a kettő között lineáris összefüggés, az  $r = H \cdot v$  Hubble-törvény érvényes. A  $H$  állandót tiszteletére Hubble-állandónak nevezzük. A Hubble-törvény azt mondja, hogy minél messzebb van a Tejútól egy csillagrendszer, annál nagyobb sebességgel távolodik tőlünk. Ez a Hubble-féle szétterjedés az alapja a Világegyetem ősrobbanás modelljének, amely szerint a Világegyetem az idő kezdetén szinte végtelen sűrű és forró volt, és azóta folyamatosan tágul és csökken a sűrűsége, hőmérséklete.

### *A kozmikus háttérsugárzás felfedezése*

1965-ben a Bell Laboratórium két mérnökét, *Arno A. Penzias* (1933–) és *Robert W. Wilson* (1936–) azzal a feladattal bízták meg, hogy egy új mikrohullámú hullámvevő (antenna) érzékenységét meghatározzák. Azt várták, hogy a hullámvevőt véletlenszerűen különböző irányba állítva elhanyagolható nagyságú jelet fognak észlelni, ha a hullámvevő valóban olyannyira zajmentes, mint amelyet építeni akartak. Nagy volt a meglepetésük, amikor minden irányból egyforma elektromágneses zajt észleltek. Nem jöhetett a zaj a légkörből, hiszen akkor nem lett volna iránytól független, lévén a légkör vastag-

sága más függőlegesen felfelé, mint a Földre érintőleges irányban. Nem jöhetett a naprendszerből sem, mert sem évszaktól, sem napszaktól nem függött. A Tejút sem lehetett a forrása. Ha úgy lett volna, akkor a Tejútrendszerhez hasonló Androméda-ködnek is sugároznia kellene, de ilyet nem észleltek. Az iránytól való függetlenség miatt inkább arra gyanakodtak, a berendezésben van a hiba. Minden lehetséges hibaforrást kiszűrve arra jutottak, hogy a Világegyetemből ismeretlen sugárzás éri a Földet. Fennállt tehát a kérdés, mi lehet a titokzatos elektromágneses zaj forrása.

Megfigyelésekből tudjuk, hogy minden nullától különböző hőmérsékletű test elektromágneses sugárzást bocsát ki. Amennyiben a test hőmérséklete magas, akkor a sugárzás túlnyomó része a látható fény hullámhossztartományába esik, és a testet látjuk. Például a Nap mintegy 6000°C-os felülete főként a kékeszöld fény hullámhosszával sugároz (más hullámhosszon is, csak ott nem olyan erősen). Az izzó vasat vörösnek látjuk, az általa kibocsátott fény a vörösnek megfelelő hullámhossznál a legerősebb. A radiátor a lakásban az infravörös tartományban sugároz leginkább, ezért azt sötétben nem látjuk (világosban igen, mert akkor visszaverődik róla a fény), de melegét érezzük. Minél alacsonyabb egy test hőmérséklete, annál hosszabb a kibocsátott sugárzás uralkodó hullámhossza. Penzias és Wilson az észlelt sugárzás erősségét úgy jellemezték, hogy az ilyen test meglehetősen hideg, mintegy 2,5–4,5 fok az abszolút nulla Kelvin felett. Úgy mondjuk 2,5–4,5 K(elvin) hőmérsékletű sugárzást észleltek. Ez az érték sokkal

magasabb volt a vártnál, hiszen elhanyagolható sugárzást vártak. Éppen ezért nem is merték bevallani eredményüket mindaddig, amíg nem hallottak *P. J. E. Peebles* (1935–) amerikai fizikus elméletéről.

Peebles szerint a Világegyetem fejlődésének első néhány percében magas hőmérsékletnek megfelelő elektromágneses sugárzásnak kellett a teret mindenütt kitölteni. Ha nem úgy lett volna, akkor alig lenne a Világegyetemben hidrogén. Ez ellentmondásban lenne azzal a tapasztalati ténnyel, hogy manapság a Világegyetem általunk ismert anyagfajtájának tömege mintegy háromnegyed részben hidrogénből áll. Az atommagok gyors egyesülését csak az akadályozhatta meg, ha nagyenergiájú elektromágneses sugárzás volt jelen, amely az éppen kialakult nehezebb magokat rögtön szét is „bombázta”. Ennek a mindent kitöltő sugárzásnak a Világegyetem Hubble mérései alapján feltételezett tágulásakor fent kellett maradnia, csak éppen a sugárzás hullámhossza a Világegyetem tágulásával arányos mértékben nőtt. Ebből következik, hogy a mai Világegyetemnek is telítve kell lennie elektromágneses sugárzással, csak éppen annak hőmérséklete sokkal alacsonyabb, hiszen a hullámhosszak megnöttek. Peebles becslése szerint ahhoz, hogy a nehezebb elemek ne keletkezzenek, a háttérsugárzásnak olyan erősnek kellett lennie, amelynek a mai hőmérséklete 10 K. (Érdemes megjegyezni, hogy Peebles előtt mintegy 15 évvel már *Robert Herman* (1914–1997) és *Ralph Alpher* (1924–) amerikai fizikusok is hasonló felvetést jelentettek meg. Ők a háttérsugárzás hőmérsékletét 5 K-re becsülték.) Ma már tudjuk,

hogy a 10 K túlbecslése volt a helyes értéknek. Akkor még a Hubble állandót sokkal nagyobbban, és így a Világegyetem méretét sokkal kisebbnek gondolták. Peebles következtetésének lényege azonban helyes volt: a hidrogénnek a többi elemhez mért előfordulási aránya azt jelenti, hogy a Világegyetem az első perceiben bőséges elektromágneses sugárzással kellett legyen kitöltve ahhoz, hogy nehezebb elemek ne keletkezzenek. Peebles munkájáról értesülve Penzias Wilsonnal együtt elfogadta, hogy az elméleti felvetés ésszerű magyarázatot szolgáltat méréseikre.

Annak érdekében, hogy el tudjuk dönteni, a felfedezett sugárzásnak van-e az ősrobbanás elméletünkhöz köze, modellt kell alkotnunk, amivel megjósoljuk, milyen sugárzást észlelnénk, ha az ősrobbanás-elmélet helyes. Ha a jóslat és az észlelés megegyezik, az ugyan még nem bizonyítja az elmélet helyességét, de megerősíti azt.

Einstein munkássága óta tudjuk, hogy a fénynek — és minden más elektromágneses sugárzásnak — vannak legkisebb egységei, amelyeket fénykvantumoknak nevezünk. Ennek az a lényege, hogy a fény a többi elemi részecskével való kölcsönhatása során maga is elemi részecskéként viselkedik. Igaz, hogy nincs töltése, mint az elektronnak, vagy a protonnak, nincs nyugalmi tömege sem, mint a hasonlóan semleges neutronnak, de jól meghatározott, csak a sugárzás frekvenciájától függő energiája és lendülete van. Tehát az elektromágneses sugárzást is tekinthetjük úgy, mint elemi részecskék

halmazát.

Hőtani megfigyeléseinkből tudjuk, hogy ha valamit összenyomunk, azaz kisebb térrészre korlátozzuk, akkor az fel is melegszik. Ha elegendően nagy a hőmérséklet, akkor az anyag elpárolog. Ha még melegebb, akkor a molekulák szétesnek, az atomok pedig ionizálnak, azaz az elektronok és az atommagok szétválnak. Az anyagnak ezt az állapotát elektromágneses plazmának hívjuk. Az ősrobbanásról alkotott képünk szerint biztosan volt a múltban olyan pillanat, amikor az anyag a Világegyetemben plazmaállapotban volt. Minthogy mind az elektron, mind az atommagok elektromos töltéssel rendelkeznek, így az elektromágneses sugárzással kölcsönhatnak. A Világegyetemnek ebben az állapotában a fény nem tud szabadon nagy utat megtenni, mint manapság, hanem igen gyakran ütköznek a fénykvantumok más töltött részecskéekkel: a fény szóródik az anyagon. Ahhoz hasonló ez a jelenség, mint amikor felhős az ég, és nem látjuk a Napot, mert a felhőn szóródik a fény. A plazmaállapotú Világegyetem átlátszatlan az elektromágneses sugárzás számára.

Azt is tudjuk, hogy minél sűrűbb az anyag, annál gyakrabban ütköznek a benne levő részecskék egymással. A gyakori ütközésnek az eredménye, hogy ha valamely részecskének az átlagosnál nagyobb a mozgási energiája, az gyorsan elveszíti az energiátöbbletet, átadja a társainak. Azt mondjuk, hogy a részecskék átlagos szabad úthossza rövid, ezért az anyagban levő hőmérsékletkülönbségek kiegyenlítődnek, a hőmérsékleti (termi-

kus) egyensúly hamar kialakul. Ha nagyon sűrű az anyag, akkor a hőmérsékleti egyensúly sokkal gyorsabban beáll, mint amilyen ütemben tágul a Világegyetem. Így bár a Világegyetem tágulása annak hűlésével jár együtt, a gyakori ütközések eredményeként az anyag minden része mindig hőmérsékleti egyensúlyban van egymással. Más szóval  $a$  hőmérsékletkiegyenlítő üteme sokkal gyorsabb, mint a tágulás üteme. A hőmérsékleti egyensúly statisztikus értelemben értendő: nem ugyanakkora az energiája az összes részecskének, hanem egy bizonyos energiával rendelkező részecskék száma időben nem változik.

Tudjuk, hogyan lehet jellemezni az anyaggal hőmérsékleti egyensúlyban levő elektromágneses sugárzást, továbbá azt is, hogyan módosul ez a sugárzás, ha az szabadon tágul és így a hullámhossza nő (a hőmérséklete csökken). Abból indultunk ki, hogy ha igaz az ősrobbanás-elmélet, akkor valaha az anyag elektromágneses plazma állapotban volt, amelyben az elektromágneses sugárzás az anyaggal hőmérsékleti egyensúlyban van. Ahogy tágult a Világegyetem, a hőmérséklete csökkent. Mintegy 3000 K hőmérsékletet elérvén a plazmában levő elektronoknak már nem volt elegendő mozgási energiájuk, hogy elszökjenek az atommagok vonzása elől, kialakultak az atomok. Ennek eredményeként a Világegyetem átlátszóvá vált a fotonok számára – nem voltak többé szabad elektromos töltések, amelyeken a fotonok szóródhattak volna. Ettől kezdve a kezdetben hőmérsékleti sugárzásként jellemezhető elektromágneses sugárzás szabadon tágult mind a mai napig. A sza-

bad tágulás eredményeként a sugárzás energiájának hullámhossz szerinti eloszlása csak annyiban változott, hogy a hőmérséklete a Világegyetem tágulásának mértékével fordított arányban csökkent.

Vegyük példaként azt, amit Penzias és Wilson talált, azaz a mintegy 3 K hőmérsékletű kozmikus eredetű sugárzást. Ha ez valóban a régmúltban jelen levő 3000 K-es hőmérsékleti sugárzás maradványa, akkor azóta a Világegyetem 1000-szeresére tágult. Így ez a sugárzás messze a legrégebbi, és így legtávolabbról jövő jel, amelyet a csillagászok valaha is észleltek – *jóval a galaxisok és csillagok keletkezése előtt indult útjára*. Természetesen ahhoz, hogy a sugárzás eredetére vonatkozó értelmezés helyes legyen, be kell tudni bizonyítani, hogy valóban hőmérsékleti sugárzást észlelt Penzias és Wilson. Ehhez meg kell mérni a sugárzás erősségét különböző hullámhosszakon, és belátni, hogy a mérési eredmények az elmélet által jósolt eloszlásgörbére illeszkednek. Egy ilyen mérést földi antennával nem lehet kivitelezni. Ennek az oka, hogy a Föld légköre, amely átlátszó a mikrohullámok számára, tehát az 1 cm-es, vagy annál hosszabb elektromágneses sugárzás számára, elnyeli a rövidebb – infravörös – hullámokat. (Ennek eredménye többek között a jól ismert üvegházhatás is.) Így bár a 1960–70-es években sok mérést végeztek különböző hullámhosszakon a kozmikus sugárzás spektrumának kimérésére, a Földről csak a spektrum hosszuhullámú tartományát lehetett ellenőrizni, ezért a mérések nem voltak bizonyító erejűek mindaddig, amíg az antennát fel nem vitték a világűrbe. Ezzel a céllal indí-

tották útjára 1989-ben a COBE (*Cosmic Background Explorer*) űrszondát. A COBE rendkívüli jelentőségű eredményt szolgáltatott. *Az általa mért spektrum volt a legtökéletesebb hőmérsékleti sugárzási színkép, amelyet valaha is láttunk*, így sziklaszilárd bizonyítékot jelentett arra nézve, hogy a Világegyetem valamikor legalább 1000-szer kisebb és sokkal forróbb volt, mint ma. Csak olyan körülmények között válhatott a Világegyetemet kitöltő elektromágneses sugárzás tökéletes pontossággal hőmérsékleti sugárzássá.

Van azonban az ősrobbanás-elméletnek egy másik következménye is, amelyet ellenőrizni kell, mégpedig a kozmikus háttérsugárzás irányfüggetlensége. Már említettük, hogy Penzias és Wilson éppen ebből következtek a sugárzás kozmikus eredetére. Az ő méréseik szerint a kozmikus háttérsugárzás 10%-os eltéréseken belül iránytól független. Ahhoz, azonban, hogy az ősrobbanás-elméletet alátámassza, az ő méréseiknél pontosabbra van szükség. A COBE ebből a szempontból is döntő jelentőségűnek bizonyult.

A COBE talán legfontosabb felfedezése azonban az volt, hogy valójában a mérés hibahatáránál nagyobb eltérések vannak a háttérsugárzás hőmérsékletében a különböző irányokban. Ma a kozmológusok az irányfüggetlenségtől való  $10^{-5}$ -es relatív eltérést annak bizonyítékaként fogják fel, hogy *az újszülött Világegyetemben voltak olyan sűrűség-ingadozások, amelyek az anyag közötti gravitációs vonzás erősítő hatása révén a ma*

---

*megfigyelt szerkezet (galaxisok, galaxishalmazok) kialakulásához vezettek.*

### ***Hogyan látjuk ma a világot?***

A Világegyetemről alkotott képünk pontosításához a háttérsugárzásnak az iránytól való piciny függését mennyiségileg kell tudnunk megfogalmazni, hogy a kapott eredményt a különböző ősrobbanás-modellek által jósolt irányfüggéssel pontosan össze tudjuk hasonlítani, lehetőséget teremtve ezáltal egyes modellek megerősítéséhez, mások kizárásához. Hogyan lehet ezt a mennyiségi megfogalmazást megtenni? Ennek megértése céljából egy kis kirándulást kell tennünk a hangtan területére.

A hangokat három fizikai tulajdonsággal, a hangerőséggel, a hangmagassággal és a hangszínnel szoktuk jellemezni. Mint mindjárt látni fogjuk a harmadik nem független az első kettőtől. A hangerősség az észlelt hanghullámok által idő és felületegységként szállított energia jellemzője. A hang a hullámokat szállító rugalmas közeg, többnyire levegő rugalmas rezgése. A szállított energia a rezgés amplitúdójának négyzetével arányos, tehát az erősebb hang nagyobb amplitúdójú rezgést jelent.

A levegő rezgését valamilyen rezgésre képes rugalmas anyag kelti. Például az emberi beszéd esetén a gégefőben található hangszalag. Könnyebben tanulmányozha-

tóak egy kifeszített rezgő húr rezgései, például a hegedűhúré. A két végén rögzített véges hosszúságú húron nem tud akármilyen hullámhosszú, vagy ezzel egyenértékűen akármilyen frekvenciájú rezgés tartósan fennmaradni, csak olyan, amelynek a félhullámhossza egész számszor ráfér a húrra. Ilyen módon a keltett hang frekvenciája sem lehet akármekkora. Amikor a húron csak egyetlen egy félhullám rezeg, a keltett hangot a húr alapharmonikusának nevezzük, amikor több, az úgy keltett hangok a felharmonikusok.

A rezgő húron egyszerre többféle hullámhosszú rezgés is kialakulhat, ilyenkor egyszerre halljuk az alap- és felharmonikusokat. Az alap- és felharmonikusok amplitúdóinak viszonya határozza meg a hallott hang hangszínét. A hangszínt a hang spektrumával, azaz az egyes harmonikusokhoz tartozó hanghullámok amplitúdójával – tehát erősségével – lehet jellemezni. Egy véges hosszúságú húron kialakuló bármilyen rezgés egyértelműen felbontható az alap-és felharmonikus rezgésekre, tehát egyértelműen jellemezhető a hang spektrumával (a hangszínnel). Ugyanez elmondható egy kifeszített rugalmas hártya (például dob) rezgéseiről is, csak a felbontás matematikailag összetettebb.

A háttérsugárzás hőmérsékletfüggése és egy kifeszített hártya rezgése között párhuzamot vonhatunk, és így meghatározhatjuk a háttérsugárzás spektrumát. Ez a spektrum mennyiségileg határozza meg mennyire hirtelen változik a kozmikus sugárzás hőmérséklete, ha különböző irányokba tekintünk az égen. A spektrumot

össze lehet vetni az ősrobbanás-modellek által számított spektrumokkal, és így egyes modelleket ki lehet zárni, másokat meg lehet erősíteni. A COBE adatai azonban nem elegendően pontosak, a hőmérsékleti térkép felbontása durva, így a spektrumnak csupán az első néhány elemét lehet meghatározni. Az adatok pontosítása érdekében 2001. június 30-án egy új műholdat, a WMAP-at (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) fellőtték a NASA Kennedy Űrközpontjából. A WMAP minden korábbi mérésnél pontosabban határozta meg a háttér-sugárzás hőmérsékleti térképét. A csecsemő Világegyetemről készített fénykép egyszerre kitisztult.

A WMAP adatai és más csillagászati megfigyelések alapján a következő egységes képünk alakult ki a Világegyetemről:

- A Világegyetem születése után mintegy 2 századmásodperccel, 13,7 milliárd évvel ezelőtt igen nagy sűrűségű és hőmérsékletű elektromágneses plazmával volt kitöltve. A plazmát nagyrészt elektronok, pozitronok, elektromágneses sugárzás töltötte ki, ezenkívül volt benne kevéske proton és neutron. A kormeghatározás hibája alig több mint 1%.
- A Világegyetem születése után gyorsan tágult és hűlt. Amikor a hőmérséklete 900 millió kelvin alá süllyedt, a harmadik perc végén hirtelen kialakultak a könnyű elemek (a hidrogén, a hélium, a lítium, a berillium és a bór) atommagjai.
- 379 ezer évvel később, amikor a hőmérséklet

mintegy 3000 K alá süllyedt az elektromágneses plazmából kialakultak a semleges atomok, és így a sugárzás és az anyagi részecskék közötti kölcsönhatás gyakorlatilag megszűnt. Ettől kezdve a sugárzás szabadon tágult a Világegyetemmel és hűlt a ma mérhető 2,73 K-es értékre.

- Az első csillagok mintegy 200 millió évvel később gyulladtak ki a tömeggel rendelkező anyagi részecskék között fellépő gravitációs vonzás következtében keletkező sűrűsödés és felmelegedés hatására.
- A Világegyetem tágulását meghatározó Hubble-állandó jelenlegi értéke  $H = 71$  (km/s)/Mpc  $= 1/(13,7$  milliárd év). A mérés relatív hibája 5%.
- Az adatok jelenlegi értelmezése szerint a Világegyetem
- `insrsid11601833` örökké tágulni fog, azonban az erre vonatkozó ismereteinket újabb, pontosabb mérési adatok módosíthatják.
- A Világegyetem 4%-a áll a bennünket is felépítő atomokból. 23%-a olyan hideg „sötét anyag”, amelyet laboratóriumban mindeddig nem sikerült előállítani, így tulajdonságait nem ismerjük. A Világegyetem energiájának 73%-a ismeretlen „sötét energia” formájában van jelen. Mielőtt bárki szeretné a sötét energiát az emberiséget érintő energiaválság megoldására felhasználni, hangsúlyozni szeretném, hogy

ezek az adatok a tágulással egyetemben csak elképzelhetetlenül nagy, mintegy 100 Mpc-nél nagyobb léptékben érvényesek. A Földön nincs sem titokzatos sötét anyag, sem sötét energia.

A WMAP adatai alapján olyan kérdéseket is feltehetünk, hogy milyen volt a Világegyetem az első 2 századmásodpercben. A modellek által jósolt hőmérsékleti spektrum és a mért spektrum összevetése azt sugallja, hogy a nagyon korai időszakban volt egy rövid „felfűvódási” szakasz, amikor egyelőre ismeretlen fizikai ok miatt a Világegyetem lényegesen gyorsabb ütemben tágult. A mai kutatások elsősorban e felfűvódási szakasz jobb megértésére irányulnak.

Remélem, előadásomban sikerült igazolnom, hogy a tudományos forradalom elsősorban a megfigyelési pontosság ugrásszerű fejlődéséhez, és így a műszaki fejlődéshez kötődik. Ezzel nem kívánom kicsinyíteni a véletlen nagy felfedezések szerepét, bár sokszor a véletlen sem annyira véletlen, mint első pillanatra látszik. A kozmikus háttérsugárzás felfedezését például tekinthetjük előre nem várt véletlen felfedezésnek, de tekinthetjük úgy is, hogy a mikrohullámú vevők zajszintjének csökkentésében elért műszaki fejlesztés eredménye. E tekintetben komoly aggodalomra ad okot, hogy míg a növekvő pontosság elérése egyre nagyobb kihívást jelent, addig a fiatalok körében egyre csökken az érdeklődés a műszaki- és természettudományok iránt.

Természetesen a felvázolt kép jelentősen fogja befolyásolni a teológiai gondolkodást is. A rendelkezésünkre álló tudományos adatok azt mutatják, hogy az általunk észlelt sokrétű, színes világ egy rendkívül egyforma (differenciálatlan) anyagból alakult ki a természet törvényei szerint. Úgy tűnik, hogy az Alkotó a törvényeket és talán a kezdeti feltételeket alkotta. Ha üzeni próbált a világot megfigyelő értelmes lényeknek, akkor annak egy kiváló eszköze a Világegyetemet mindenütt kitöltő, és így mindenhol észlelhető kozmikus háttérsugárzás. Hogy mit üzent, azt továbbra is erőnk és tudásunk összpontosításával nyomozzuk.

## **TURNING POINTS IN COSMOLOGY: HOW WE SEE THE WORLD TODAY?**

**Zoltán Trócsányi**

The most ancient brand of science is astronomy. A discussion of the history of astronomy exhibits nicely that the most important element of understanding nature is the ever increasing precision of our observations and measurements. Revolutions in astronomy have always been connected to significant improvements in the precision of the collected data and to their improved better analysis. Improvements in the precision of the data are usually made possible by improving the resolution of the measuring device. In order to give support to this view, let us have a short look at the history of astronomy.

### ***The Copernican revolution***

Modern science is often considered to be rooted in the birth of the heliocentric Universe of *Nicolaus Copernicus* (1473–1543). It was indeed a fresh and bold idea to remove the Earth from the center of the world and replace it with the Sun, nevertheless from the scientific

point of view the heliocentric Universe is not more advanced than the Ptolemaic system because Copernicus reached his conclusions also from assumptions instead of empirical facts. He assumed that the planets move around the Sun on circles. Thus, his system was important mostly from the ideological point of view.

### ***Kepler's revolution***

The first really significant step was made by *Johannes Kepler* (1571–1630). Kepler was an apprentice to *Tycho de Brahe* (1546–1601), a Scandinavian astronomer. After Brahe's death Kepler was appointed to be the royal astronomer in the court of Rudolf in Prague. He himself did not perform significant astronomical observations, but used the data collected by Brahe. Tycho de Brahe had kept observing and recording the motion of the planets for the preceding twenty years. He did not simply collect data, but also determined the best precision made possible by his instruments. Before the appearance of the telescope he had reached the best precision: in measuring the path of the planets and stars he reached 2 minute angular resolution.

Kepler valued the precise data of Brahe very high: „The godly goodness presented us Tycho de Brahe an observer of outstanding quality, whose observations made possible the enlightenment of the 8 minute errors in the calculations of Ptolemai. It is appropriate that we accept and use this benefaction of God with high grati-

---

tude. We aim our efforts, supported by the experimental facts that contradict to the assumptions in the system of Ptolemai, at finally establishing the correct form of the movements in the sky. These eight minutes exclusively have shown the way to the reformulation of the whole astronomy.” (Kepler: *Astronomia nova*)

We thus see that the first really scientific step was made possible by the improvement in the precision of observations. Kepler recorded his three phenomenological laws. Based on these observations, half a century later *Isaac Newton* (1643–1727) formulated his laws of mechanics.

### ***Hubble's revolution***

After Kepler, there has not been significant improvement in astronomy because the resolution of telescopes improved rather slowly, the observations were confined to our own galaxy, the Milky Way. Although the telescopes showed fuzzy bright spots in the sky, the data were not sufficiently detailed to make a comprehensive view. The big step forward was made by Edwin P. Hubble (1889–1953), an American astronomer. He made his astronomical observations using the new telescope of 100 inches in diameter on Mt. Palomar in the 1920's. Pointing his telescope to the *Andromeda cloud* he found a *Cepheida* variable star. The importance of the *Cepheida* is that it is possible to use it for measuring distances in the Universe. We simply measure its the period of

the change in its relative luminosity. We can then use the results of the observations made by the American astronomer *Henrietta S. Leavitt* (1868–1921) to tell its absolute luminosity. Knowing the relative and absolute luminosity of a stellar object we can use a simple formula to calculate its distance. According to the measurements made by Hubble the distance of the Andromeda cloud was found to be a million light-years (today's best result is two and a half million light-years) that is more than ten times larger than the size of the Milky Way, our own galaxy. Therefore, Hubble realized that there are other galaxies in the Universe apart from the Milky Way, which was an outstanding discovery from both scientific as well as theological points of view.

From the theological view it was important because it reduced the importance of the Earth with humans on it in the Universe. After Hubble it turned out gradually that not only almost innumerable many (about hundred billion) stars, resembling our Sun, exist in the Milky Way, but similarly large number of galaxies can be seen within our horizon in the Universe. It is difficult to imagine that among the  $10^{22}$  stars it is only our Sun that is circled by a planet with intelligent life on it. (Of course, it would be exceedingly remarkable if we could find out that but the Earth carries intelligent life, however, gaining firm experimental confirmation of that is impossible.)

Hubble's observations were very significant also from

the scientific point of view. By the end of the 1920's Hubble measured the distance ( $r$ ) of 18 galaxies together with their recession velocity ( $v$ ), the latter by employing the well-known Doppler effect to the emitted light of the galaxies – this is the known effect of red-shift. Plotting the distance as a function of the velocity, he found that there is a linear relation between the two, which is Hubble's law:  $r = H \cdot v$ . Hubble's law tells us that the farther from the Milky Way a galaxy, the larger its recession velocity. This so called Hubble flow is the base of the Big Bang model of the Universe. According to this model at the beginning of time the Universe was incredibly dense and hot and it has been expanding ever since with decreasing temperature and density.

### ***The discovery of the Cosmic Microwave Background radiation***

In 1965, two engineers of the Bell Laboratories in the USA, *Arno A. Penzias* (1933–) and *Robert W. Wilson* (1936–) were requested to determine the sensitivity of a new microwave antenna. They expected that pointing their device into randomly chosen directions, they should find negligible microwave radiation if the antenna was so noise-free as had been expected. Their amazement was vast when they found a uniform electromagnetic noise independent of the direction. The origin of this radiation could not be the atmosphere because then it would not be isotropic, the thickness of

the atmosphere being different towards the zenith and towards the horizon. The source could not be the Solar system because it was independent of day and night or season. The Milky Way was also excluded as possible source: if it were then the very similar Andromeda should produce the same radiation, which was not observed. The isotropy of the radiation made them suspect that the antenna was after all not perfectly built. However, excluding all possible source of fault in the device, they concluded that a hitherto unknown electromagnetic radiation reaches the Earth from the Universe.

We know from our daily observations that any object that has non-zero temperature emits electromagnetic radiation. If its temperature is sufficiently high, then the wavelength of the most likely radiation is in the wavelength-range of visible light. For instance, the radiation from the Sun, that has 6000°C surface temperature, radiates mostly in the range of bluish green (it emits radiation of different wavelength, but with not so much intensity). We find the glowing iron red because the radiation is the most intense in the wavelength-range around the wavelength of the red light. The heater in our homes emits radiation mostly in the infra-red range, therefore, we cannot see it in the dark, but we can feel its heat. The lower the temperature, the longer the wavelength of the most probable radiation emitted by the object. Penzias and Wilson characterized the observed radiation by the temperature of the object that would emit similar one and found that such an object is rather cold, has about 2.5–4.5 degrees above zero Kelvin. We

say that they observed a radiation of 2.5–4.5 K(elvin). Nevertheless, this value was much higher than expected because after all they expected no radiation. They have not made public their results until they heard about the theory of the American physicist *P. J. E. Peebles* (1935–).

According to Peebles, in the first few minutes after the Big Bang, the Universe must have been filled with electromagnetic radiation of very high temperature, otherwise Hydrogen would exist in the Universe only in small amount, which would contradict to the observation that nowadays three quarters of the mass of the observed Universe is made up from Hydrogen. The fast formation of heavier nuclei could be prevented only if there was electromagnetic radiation of sufficiently high energy that destroyed the nuclei immediately after their appearance. According to Peebles, this ubiquitous radiation must still be present in the expanding Universe, only its wavelength had to increase in proportion to the size of the Universe. Increased wavelength means decreased temperature. Peebles estimated the current temperature of this radiation and predicted 10 K. (It is worth to note that about 15 years before Peebles two American physicists, *Robert Herman* (1914–1997) and *Ralph Alpher* (1924–) made a similar proposition. They estimated the temperature of the background radiation to be 5 K.) Today we know that 10 K was much above the true value. In those days the Hubble constant was estimated much larger, therefore, the size of the Universe much smaller. However, the essence of Peebles'

argument was correct: the abundance of Hydrogen as compared to other elements means that in the first few minutes intense electromagnetic radiation filled the Universe that prevented the formation of heavier nuclei. Learning about Peebles' theory, Penzias and Wilson accepted that this is a plausible interpretation of their observations.

In order to decide whether the newly discovered radiation is indeed an experimental support for the Big Bang theory, we have to coin a model that predicts the physical properties of this radiation quantitatively. If the predicted and measured radiation agree, then the model is made more plausible, though not proven.

We know from the work of Einstein that there exist the smallest quanta of light, just as any other kind of radiation. The essence of this statement is that in the interaction of light with other elementary particles, it behaves as an elementary particle itself. Although it is not charged as the electron and has no rest mass as the similarly neutral neutron does, nevertheless it has well-defined energy and momentum that depends only on its frequency. Therefore, we can consider light as a collection of elementary particles.

We know from our daily observations that if we compress some gas, then it gets hot. If the temperature is sufficiently high, the substance evaporates. At even higher temperature, the molecules dissociate, or at even higher temperature the atoms ionize, which means that

---

the electrons get free from the nuclei. This form of matter is called electromagnetic plasma. According to the Big Bang theory, there was a period at the beginning when the matter in the Universe was in the form of electromagnetic plasma. Both the electron and the nuclei are charged, therefore, these interact with the electromagnetic radiation. In this state of the Universe light cannot propagate so freely as today, but the quanta of light collide with other charged particles frequently: light is scattered on matter. This phenomenon is similar to that in the cloudy sky, when we cannot see the Sun because its light is scattered on the cloud. The Universe filled with electromagnetic plasma is opaque for electromagnetic radiation.

We also know that the denser the matter the more frequent the collision of the particles in it. The result of the frequent collisions is that if a particle has larger kinetic energy than its neighbours, it will lose its surplus quickly by passing it to its partners. We say that the mean free path of the particles is short, therefore, the temperature inhomogeneities get equalized and thermal balance is attained quickly. If the matter is very dense, the timescale of this thermalisation is much shorter than that of the expansion. Although the expanding Universe cools, nevertheless the thermal balance is always attained. This thermal balance is understood in a statistical sense: the kinetic energy of the particles is not equal, but the number of the particles that has the same kinetic energy does not change in time.

We now know how to characterize the electromagnetic radiation that is in thermal balance with matter and also how this radiation changes if the space expands and thus the wavelength of the radiation increases (the temperature of the radiation decreases). Our starting point is the Big Bang theory that says: short after the beginning the Universe was filled with electromagnetic plasma in thermal equilibrium with matter. As the Universe expanded its temperature decreased. At about 3000 K, the kinetic energy of the electrons was not sufficient to escape the attraction of the nuclei, the atoms were formed. As a result, the Universe became transparent to the electromagnetic radiation: there were no free electric charges on which the quanta of radiation could scatter. From this time, the electromagnetic radiation freely expanded until today. As a result of the free expansion, the distribution of the wavelength of the radiation has not changed, only its temperature decreased inversely to the size of the Universe.

Let us consider the radiation found by Penzias and Wilson: a radiation of 3 K originating in cosmos. If this is indeed the remain of a radiation present in the Universe when it was 3000 K hot, then the Universe has expanded thousand fold since then. Thus this radiation is far the most ancient signal observed by astronomers, *it had started its journey much before the galaxies and stars were formed.*

In order to substantiate this interpretation for the source

of the observed radiation, we must be able to prove that the radiation discovered by Penzias and Wilson has the distribution in wavelength predicted by the theory. For this, we have to measure the intensity of the radiation at different wavelengths. Such a measurement cannot be done with antennae positioned on the Earth because the atmosphere that is transparent to the microwave radiation (or radiation of longer wavelengths) is opaque to the infra-red light. (Among others, the greenhouse effect of the atmosphere is also a result of this effect.) Although in the 1960's and 70's a lot of experiments were performed at different wavelengths in order to measure the spectrum of the Cosmic Background radiation, only the long-wavelength range of this spectrum could be taken from Earth. Therefore, these measurements were not sufficient to provide a robust proof until the antennae were put in space. This was the purpose of the COBE (*Cosmic Background Explorer*) satellite put on orbit in 1989. The COBE provided results of incredible importance. The measured spectrum was the most perfect temperature radiation spectrum ever seen; therefore, it provided robust proof that the Universe was once a thousand times smaller and much hotter than now. Only such circumstances could make the electromagnetic radiation into such a perfect temperature radiation.

There is another conclusion of the Big Bang theory that has to be checked, namely the isotropy of the Cosmic Background radiation. As mentioned, Penzias and Wilson used just this observation to find the origin of the radiation in the cosmos. According to their measure-

ments, the radiation was isotropic within 10% relative fluctuation. In order to substantiate the Big Bang theory, more precise measurements were needed. The COBE data proved to be decisive also in this question.

However, the most important discovery of COBE was that it found tiny, yet larger fluctuations in the temperature as a function of the orientation of the observation than the precision of the measurement. Today the folklore among cosmologists is that the  $10^{-5}$  relative deviation from isotropy originates in the density perturbations in the baby Universe, which due to the amplifying effect of the universal gravitational attraction lead to the observed large-scale structure of the Universe (galaxies, galaxy-clusters) by today.

### *How we see the world today?*

In order to make our view about the Universe more precise, we have to be able to quantify the tiny dependence of the temperature of the radiation on the orientation of the observation, so that the results could be compared to the predictions of different Big Bang models, making thus possible the exclusion of some models and the substantiation of others. How can we make such quantification? In order to understand this, we have to make a journey to the field of physics of sound.

We characterize the sound by three physical features, its

---

volume, pitch and tone. We shall see in a minute that the third is not independent from the first two. The volume is determined by the energy carried by the sound wave through unit area in unit time. The sound is the oscillation of the particles of the elastic medium that carries the sound (typically air). The carried energy is proportional to the square of the amplitude of the oscillations, therefore the higher the volume the larger the amplitude.

The oscillations of the air originate in the oscillations of some elastic medium capable of oscillating. For instance, in case of our speech this medium is the vocal chord. It is easier to study the oscillations of a stretched string, like that of a violin. On a string that is fixed at both ends vibrations of arbitrary wavelength, or equivalently of arbitrary frequency, cannot be maintained for a long period. Only those can be maintained that has a half wavelength that can fit on the string by a whole number times. The frequency of the sound produced by such a string also cannot be arbitrary. The frequency of the sound produced by a string with a single half-wave vibrating on it is called the fundamental frequency, when more than one half-wave fits on the string, then the produced sound is called overtone.

On a vibrating string waves of different wavelengths can vibrate simultaneously. In such cases we hear the corresponding overtones at the same time. The relative magnitude of the different overtones determines the tone. The tone can be characterized by the spectrum of

the sound, which is the distribution of the amplitudes belonging to the different overtones. Any vibration of a string of finite length can be uniquely resolved into a sum of the overtones of different amplitudes; therefore, it can be uniquely described by its spectrum (by the tone). The same applies to the vibrations of a stretched elastic surface (like a drum), only the resolution into overtones is a more complex mathematical exercise.

We can find an analogy between the temperature-dependence of the background radiation and the vibrations of a stretched elastic surface, and thus we can determine the spectrum of the background radiation. This spectrum determines quantitatively, how quickly changes the temperature of the radiation if we change the direction of our observation. We can compare this spectrum with the prediction for the corresponding spectrum in different models of the Big Bang, and thus can exclude some, while support others. The data collected by the COBE experiment are however, not sufficiently precise, the angular resolution of the temperature map is coarse, and therefore, only the first few components of the spectrum can be determined. In order to collect more precise data, a new satellite with the *Wilkinson Microwave Anisotropy Probe* (WMAP) on it was launched on June 30th, 2001 at the Kennedy Space Center of the NASA. The WMAP experiment determined the temperature map of the background radiation with much higher precision than any other experiment before. The picture of the baby Universe has become crystal clear.

---

Based upon the data collected by the WMAP experiment as well as by other astronomical observations, we formulated the following picture of the Universe:

- Two hundredth of a second after its birth, 13.7 billion years ago, the Universe was filled with very dense and hot electromagnetic plasma that consisted of mainly electrons, positrons and electromagnetic radiation and contained also a little bit of protons and neutrons. The relative uncertainty in the determination of the age of the Universe is slightly more than 1%.
- After its birth, the Universe expanded and thus cooled very quickly. When its temperature decreased to just below 900 million Kelvin, at the end of the 3rd minute the nuclei of the light elements (hydrogen, helium, lithium, beryllium and boron) were formed.
- 379 000 years later, when the temperature decreased below about 3000 K, the neutral atoms formed from the plasma and the interaction between matter and radiation has essentially ceased to exist. From this time on, the radiation could expand freely with space and as a result of the expansion its temperature decreased to the current 2.73 K.
- The first stars lit up about 200 million years later as a result of clumping of matter due to the gravitational attraction between the particles.

- The current value of the Hubble constant (its reciprocal value gives the age of the universe) is  $H = 71$  (km/s)/Mpc = 1/(13,7 billion years). The relative uncertainty of this measurement is 5%.
- According to the current interpretation of the data, the Universe is going to expand forever. However, this view may change if more precise data will be available.
- Four per cent of the mass of the Universe is made up of the atoms that build our immediate environment. Twenty three percent is the so called "cold dark matter" that we have not yet been able to identify in the laboratory. Seventy three per cent of the mass of the Universe is present in the form of the mystique "dark energy". However, before anyone would like to use this kind of energy to solve the energy crisis we are bound to face, I should warn that these numbers are valid only at incredibly large scales of more than about 100 million pc (1 pc is 3.26 light years). There is not any kind of mystique dark matter nor energy on Earth.

Using the WMAP data we can address also such questions as what happened during the first two hundredth of a second. The comparison of the temperature spectrum predicted by cosmological models to the measured one hints that in the very early times there was a short „inflationary period” when the expansion rate of the Universe was much increased due to unknown physical effects.

---

The current research is mainly aimed at the better understanding of this inflation.

I hope I was able to convince my audience that the scientific revolution is a result of the accelerated improvement in the precision of our measurements. Thus it is connected to the technological developments. I do not want to underrate the importance of lucky discoveries, although chance is often not so accidental as one may believe for the first sight. For instance, we may consider the discovery of the cosmic background radiation a lucky discovery as well as the product of the technical developments in the attenuation of the noise of microwave antennae. In this respect the decrease in interest in the technical and natural sciences among young people is rather alarming at our times when the improvement in the precision of measurements is an ever increasing challenge.

As a matter of fact, the picture shown in this talk will influence the theological view considerably. Our data show that the colourful world, we observe, was formed from rather homogeneous, indifferent matter according to the laws of nature. It seems that the Creator of the Universe coined the laws of nature and perhaps the initial conditions. The cosmic background radiation that fills the world and appears the same everywhere in the Universe could be a perfect medium of transmitting a message if it was intended. We concentrate our knowledge and energy to find out the content of such a message if it exists.



## MENNYIRE NYITOTT AZ EMBERI AGY?

Székely György

A reneszánsz tudósainak munkái nyomán egyre élénkebbé vált az érdeklődés a koponyában lévő kocsonyás anyag iránt, melynek csábító ismeretlenségében zajlanak tudatunkat, magatartásunkat meghatározó folyamatok. A nagy érdeklődést nem embertársaink agyába vágyakozó bepillantás gerjeszti, a cím a kutató számára sokkal inkább úgy fogalmazódik meg, hogy mennyire tudjuk saját agyunkat, vagy a kísérleti állat agyát megismerni? A jól ismert paradoxon szerint agyunk bonyolultsági szintje nem elég magas arra a feladatra, hogy az emberi agy bonyolultságát kezelni tudja, ha viszont agyunk egyszerűbb lenne, a probléma eszünkbe sem jutna. Tehát egyszerűbb aggyal kell próbálkoznunk, és a jelenlegi feladat megközelítéséhez szűkítsük le vizsgálódásunkat arra, hogy miben különbözik az emberi agy az állati agytól?

Minden gerinces állat agya, beleértve az emberi agyat is, hasonló részekből áll (1. ábra). Tehát minden fajnál találunk egy **előagyat**, mely az **agykéregből** és a kéreg alatti központokból (**köziagy**) áll. Ez utóbbiak egyik ismertebb tagja a thalamus, melyben a különböző érzékszervi információk integrálódnak és kapcsolódnak a kéreg, illetve a mozgató központok felé. Egy másik

előagi komponens a csíktolt test, mely egy rendkívül komplex mozgásszervező központ, és ez is szoros kapcsolatban van a kéreggel és az alacsonyabb mozgató központokkal. Az előagyat követi a **középagy**. Ide érkeznek az első feldolgozás után kialakított látási és hallási-egyensúlyozási információk, és itt van egy közvetítő állomás rendszer, modernül interface, az előagy és az utó- és gerincagi érző és mozgásszervező központjai között. A középagy teteje, a tectum, madarak és hüllők fontos látóközpontja. Az agyi hierarchiában a következő rész az **utóagy**, **híd-kisagi** részből és a **nyúltagyból** tevődik össze. A maga egyszerűségében egy meglehetősen bonyolult központ. Halaknál ez a terület a legnagyobb rész, és tartalmazza mind azokat a szabályozó mechanizmusokat, melyek egy „hal” életéhez szükségesek. Kicsit konkrétan, az agyidegek központjai vannak itt, továbbá számos vegetatív központ székhelye az utóagy. Az ide tartozó kisagy a maga rejtélyével fontos mozgásszervező központ. Az agy végső része a **gerincagy**, ismertebb nevén a gerincvelő. Ide futnak be az elsődleges érző ingerek, és innen indulnak ki az izmok és zsigerek működését szabályozó idegi ingerek, Ez utóbbit szokták *végső közös útnak* is nevezni, minthogy ezek az idegek közvetítik mindazt a szabályozási „elgondolást”, ami a magasabb központokban „kidolgozódik”.

További vizsgálódásunkban induljunk el innen, a gerincvelőtől felfelé. A gerincvelő legalsó részéből indul a hólyag és a végbél működésének a szabályozása, és jól ismert, hogy a gerincvelőnek csak ez a része képes ezt a

szabályozási feladatot ellátni. A felette lévő szakasz az alsó végtaggal áll kapcsolatban, és ez a rész, és csakis ez a rész, tudja a végtagokat a rájuk jellemző koordinációban mozgatni. Majd következik a felső végtagok mozgására jellemző kizárólagos irányító központ, és még feljebb a rekeszizom légző mozgás irányító központját találjuk. Végül a fej bonyolult mozgásainak szabályozása már összefolyik az utóagy idegi központjaival, és folytatódik az agyidegek által szabályozott jellegzetes mozgások idegi központjaival (nyelés, rágás, szemmozgások). Ha ezeket a működés szempontjából jól definiálható részeket összerakjuk, a mindennapi mozgásmintázatokat kapjuk meg. És ha a mozgásminták elemeit szabályzó központokat, (ismét modernül) moduloknak nevezzük, agyunknak ez az alsó része, mely mindennapi mozgásunkat irányítja, moduláris felépítésű.

A kutatások szerint ez a moduláris szerkezeti elv a felsőbb szakaszokra is érvényes, bár ezeknek a szabályozásoknak fokozódó komplexitása elmosza a működések eddig tapasztalt éles elkülönítési lehetőségét. Néhány példát könnyen találhatunk. Halaknál az utóagy halló-egyensúlyozó moduláris központjai roppant bonyolult radar elven működő tájékozódás szolgálatában állnak. A moduláris elven felépített közepagy látóközpont biztosítja madarak és hüllők rendkívül kifinomult látását. Az oly bonyolult csíktolt testben pontosan kimutatták, hogy a különböző mozgásmintázatok részeit szabályzó idegi szerkezetek működései moduláris felépítésű központban integrálódnak. Sok más példát említhetnénk még, melyek alapján megállapíthatjuk, hogy a gerincvelő feletti

idegi szerkezetek alapvető felépítése ugyancsak modulás elven alapszik. A modulok különböző kombinációban való működése vezérli a legbonyolultabb mozgásformákat.

Tovább haladunk felfelé és visszajutunk az előagyhoz. Azt tapasztaljuk, hogy emlősállatoknál ez az agyrész a többihez viszonyítva feltűnően nagy és átveszi a vezető szerepet. A növekedés különösen látványos az agykéregnél, ami beborítja az alsóbb részeket. Az idegsejtek nagy része az agykéregben foglal helyet, és hogy minél több idegsejt elférhessen, a növekvő agykéreg számos barázdát és tekervényt vet. Fejlődése csúcsát embernél éri el és az erősen barázdált agykéreg az összes idegsejt ( $\sim 10^{10}$ ) mintegy 90%-át tartalmazza. (Összehasonlításként emberszabású majmoknál a sokkal kevesebb idegsejt 50 – 60%-a van az agykéregben). Ez a hatalmas növekedésbeli eltolódás jelzi, hogy agykérgünk átvette az agy feletti uralmat, a működés irányítását.

A *hogyan* kérdést fel sem teszem, helyette vizsgáljuk meg hogy a modularitás elve érvényes-e erre a félelmetes idegi szerkezetre? A kutatások kimutatták, hogy az agykéreg felszínén jól meghatározható területek különíthetők el. Mint minden alsóbb részben, itt is megkülönböztetünk mozgató és érző területeket (2. ábra). A mozgató kéreg az alsóbb központokhoz küld utasításokat, a látó, halló-egyensúlyozó és testérző információk az elég jól definiálható érző kérgi mezőkbe jutnak. Ezeket az elsődleges kérgi mezőket a másodlagos vagy asszociációs mezők veszik körül. Ezek a mezők közösen

mintegy 40%-át foglalják el az agykéreg felszínének, a maradék 60% működése napjaink izgalmas kutatási területét jelenti. Minthogy az agykéregnek ez a mérete és unikális működése emberi sajátosság, megismerésére vonatkozó kutatások csak közvetett úton történhetnek.

A kéreg mikroszkopikus szerkezete viszont jól vizsgálható, és bonyolultságának felderítésében magyar kutató, Szentágothai János vezető szerepet játszott. A 3-4 mm vastagságú agykéregben rétegekben helyezkednek el az idegsejtek. A rétegeken belül szerkezetileg és működésileg a felszínre merőleges 500-600  $\mu\text{m}$  átmérőjű és 3 mm magas oszlopok különíthetők el. Minden oszlopban mintegy 5000 idegsejt van. A sejtek egy része az oszlopba menő (input) ingereket fogadja, egy másik kisebb része az oszlopban kialakult ingerületet vezeti el (output). Mindegyik féltekében hozzávetőlegesen egy milliő ilyen mini komputer, vagy kérgi modul van. A modulok bizonyos rendszer szerint kapcsolatban vannak közeli és távoli modulokkal, és mindegyik reciprok kapcsolatban áll az ellentétes oldali, számára tükörkép, moduljával. Ugyancsak kapcsolatban állnak az alsóbb érző központokkal. Tehát rengeteg információ jut egy-egy ilyen modulhoz. Számos kapcsolatuk útján információjukat „megbeszélik” „összehasonlítják” más modulok információival, és így mintegy véleményt „alakítanak” ki a helyzetről, *feldolgozzák* az információt. Ennek alapján a kimenő elemek, a „véleményformálók”, észrevételeiket közlik az alsóbb mozgató és érző központokkal, ott újabb feldolgozás után visszajut mintegy „jóváhagyásra”, végül a hír tovább jut az agyi hierarchia legalsóbb

részeibe (utóagy, gerincvelő) és a végső közös úton megjelenik a helyzetnek megfelelő aktivitás.

Mai képalkotó műszerek segítségével vizsgálhatjuk az emberi agy egyes részeinek a tevékenységét, ezek ugyanis megjelenítik az éppen aktív agyi területeket éber vagy altatott egyénen. Ilyen és korábbi indirekt vizsgálatokból tudjuk, hogy a kéreg melyik része vesz részt a különböző mozgásokban, és hogy a különböző ingereket a kéreg melyik része dolgozza fel érzetökké. Így megtalálták azt is, hogy baloldalon, a mozgató kéreg szomszédságában van a motoros beszédközpont, melynek sérülése esetén a beteg nem tudja elmondani gondolatait (2. ábra). Jobb oldalon az érző kéreg közelében van az érző beszédközpont, melynek segítségével értelmezni tudjuk mások szóbeli közléseit. Ezek a beszédközpontok nyomokban megtalálhatók emberszabású majmok agykérgében is.

A beszédközpontok meghatározásával eljutottunk arra a pontra, ahol éles különbség jelentkezik az emberi és állati kommunikáció között. Tulajdonképpen minden élőlény kommunikál, és a kommunikációnak igen sokféle módja van (pl. testbeszéd). Az állati kommunikáció erősen beszűkült, általában vegetatív folyamatok megnyilvánulásaira korlátozódik (élelemszerzés, fajfenntartás). Bizonyos fokú érzelmi megnyilvánulás tapasztalható magasabb rendű emlősöknél, ám ez a primitív érzelmi megnyilvánulás is elsősorban vegetatív funkciókat szolgál. Úgy tűnik az elvont, absztrakt hírközlésre, ami nem csupán érzékszerveink közvetlen hatáskörébe eső

tárgyakra, az itt és most eseményekre vonatkozik, csak a verbális kommunikáció képes. Kell tehát lenni valami többletnek az emberi agyban.

A különböző nyelvek szerkezetének tanulmányozása során Chomsky azt találta, hogy a nyelvek alapvető szerkezete, a szintaxis, mely tartalmazza az egymás utáni nyelvtani szabályokat, minden nyelvben majdhogynem azonos. Közösségben felnövő gyerek ezeket az alapszabályokat minden instrukció nélkül szinte magától elsajátítja. Ebből arra következtetett, hogy az agyban kell lenni egy „nyelvi szervnek”, mely egymáshoz annyira közel álló nyelvi szerkezetet generál, míg a szókincs kialakulása egyedileg esetleges a különböző nyelveken. A nyelvi szerv anatómiailag nem meghatározható része az agykéregnek. Szathmáry úgy gondolja, hogy a kéreg egyes területein olyan az idegsejtek közötti kapcsolatrendszer, a kis kérgi modulok szerkezete és azok összeköttetései, hogy az ilyen terület alkalmas a nyelvi szerv befogadására. Ilyen területek feltehetően a régóta ismert motoros és érző beszédközpont közelében lehetnek. Területük és helyzetük változó lehet, és nem lehet találni valamilyen specifikus nyelvi károsodást, ami kapcsolatba hozható lenne körülírt agykérgi sérüléssel. Dinamikája alapján Szathmáry amőbához hasonlítja a nyelvi szervet, mely „él” és „mozog” és a megfelelő dinamikus idegi szerkezet biztosítja számára az alkalmas „lakóhelyet”. Ez a lakóhely feltehetően az agykéregnek abban a 60%-nyi részében lehet, melyet a 2. ábrán nem jelöltünk meg színfoltokkal. Egy lehetséges hely kínálkozik az oldalsó felszínen, melyet testér-

ző, látó, halló-egyensúlyzó információkat fogadó kérgi területek határolnak. Szokták azt a területet parieto-temporális-occipitális integrációs központnak (PTO) is nevezni a résztvevő agylebenyek neve után. Ezek fogadják és integrálják a szervezetet érő összes belső és külső információt. Az érző beszédközpont is ebbe a területbe esik. Ezek a beszédközpontok, vagy azok kezdeménye, magasabb rendű emlősöknél is kimutathatók, mégis könnyű belátnunk, hogy akár egy egyszerű hangképzés is más információt közvetít egy ember számára, mint a csimpánz számára. Egy jól sikerült koloratúr áriát nagy tapssal jutalmaz a színházi közönség, míg a kutya esetleg vonyítással utasítja el a magas hangokat. Nagyon sok hasonló példát gondolhatunk végig, hogy a vokális információ mennyi szubjektív érzést, érzületet kelt bennünk, míg állatoknál inkább csak vegetatív funkciókat közvetít. Az agy méretéhez viszonyítva is a sokkal kisebb állati agykéreg nem tud megfelelő lakóhelyet biztosítani a nyelvi amőba számára. Ezért a nyelv emberi tulajdonság, ami az agy méretéből és szerkezetéből adódik.

Hasonló megfontolásokkal élhetünk a beszéd motoros kivitelezésével kapcsolatban, Az állatok is folynak alacsony szintű vokális kommunikációt, de mennyire más ez az emberi beszédétől. Az állati típusú motoros beszédközpont csupán egy kivitelező központ, kis túlzással azt mondhatjuk, hogy belső gondolati, érzelmi megnyilvánulásunknak ez a végső közös útja. Ez fejezi ki mind azt a bonyolult lelki folyamatot, mely valahol a

---

PTO területén érlelődik, és melyhez hasonló terület lehet az agy elülső részén is.

Megvan a nyelvünk, amivel elvont, absztrakt dolgokról tudunk beszélni; ám ehhez olyan agy is kell, mely képes absztrakt gondolatokat, elméleteket alkotni. Általános nézet, hogy az agy nem evolválódhatott a nyelv nélkül, a nyelvnek és a gondolkodásnak együtt kellett fejlődnie. A nyelv, a „kimondott szó” tehát megmutatja, hogy milyen is az agy, amiből az a beszéd jön. Beszéd közben rendszerint gesztikulálunk, szenvedéllyel szinte egész testünkkel „beszélünk”. Az előző fejezetekben leírt agyi hierarchia ezt jól magyarázza. Hiszen az agykéreg uralja idegrendszerünk alsóbb részeit, és ha beszélünk, gondolkodunk, az agykérgi folyamatok testünket is sokszor különös, nemegyszer groteszk egyéni megnyilvánulásokra készíti. Kissé egyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy beszéd közben nem csak a nyelvi amőbánk, hanem az egész idegrendszerünk aktív. Nem túlzás azt állítani, hogy beszédünk tartalma, módja, formája egész agyunk megnyilvánulása, a legbonyolultabb modulé, melyből csak egy van az agyban: maga az agy.

A nyelv tehát nagy árulkodó: megnyitja az agyat, belelátunk, és a beszédből, magatartásból sok következtetést vonhatunk le. A nyelvi amőbát is uralhatja az agykéreg, és a beszéd kommunikációs módja eltérhet a tartalomtól. Egy mosolygó arc leplezhet rossz szándékot. Nyissuk meg bátran agyunkat.

*Ábramagyarázatok*

1. ábra: Az agy részeinek vázlatos ábrázolása. A lefelé nyúló hosszú gerincvelő nem fért rá a képre.

2. ábra: Az ember és a csimpánz agyának összehasonlító ábrázolása. A nagy méretbeli különbség (2200:600 gr) nem jelenik meg a képen.

## TO WHAT EXTENT IS THE HUMAN BRAIN OPEN?

György Székely

The epoch-making works of renaissance scientists have evoked an ever growing interest in the enigmatic jelly-like substance in the cranium controlling our consciousness and behaviour. The increasing interest does not mean a tactless indiscretion into hidden ideas of our fellow-men, but it is rather the wording of the old question to what extent can we explore the secret of the human brain? According to an old paradox, the level of complexity of our brain is not sufficient to cope with the complexity of the human brain, but if it would be simpler the problem of its knowledge never emerged. Therefore, we use simpler brains in our experiments, and for the present purpose we restrict our interest to the question of how the human brain differs from animal brains?

The brain of all vertebrates, including the human brain, is composed of similar parts (Figure 1). In all species, there is a **forebrain** consisting of the **cerebral cortex** and subcortical centres (**diencephalon**). The thalamus is the best known of these centres; various types of sensory information are integrated in it and forwarded to

the cortex, or to different motor centres. Another component of the forebrain is known the corpus striatum (striated body) which is a highly complex motor centre and is in close contact with the cortex and with a variety of subcortical motor centres. The **midbrain** is next in the hierarchy. Visual, hearing and equilibrium information converges on this part of the brain. It is also the site for a forwarding system, or 'interface', which is located between the forebrain and the sensory and motor centres of the hindbrain and spinal cord. The roof of the midbrain, the tectum, is an important centre of vision in birds and reptiles. The **hindbrain** is the next in brain hierarchy. It is composed of the **ponto-cerebellum** and the **medulla oblongata**. Despite its simplicity it is a rather complex centre. In the fish, this is the largest region and contains all of the controlling mechanisms indispensable for fish life. The hindbrain contains the centres of cranial nerves and several autonomous centres of vital importance. The cerebellum plays an important role in the co-ordination of movements. The last portion of the brain is the **spinal cord**. Primary sensory nerves arrive in it and nerve impulses controlling the function of muscles and viscera emerge from it. Motor neurons and their axons known the *final common pathway* as they mediate all "control commands" processed in higher centres.

The spinal cord exhibits the simplest structural arrangement. Its lowermost part contains a specific structure that controls the function of the bladder and the rectum. This is the only region that can do this

function. The portion above it is connected to the lower limbs. This, and only this part of the spinal cord can initiate walking movement characteristic of the limb. Next is the exclusive centre for the control of movement characteristic of the upper extremities. The centre controlling the respiratory movements of the diaphragm is situated even higher. The complex movements of the head are controlled by the transition zone between the spinal cord and the hindbrain. Here the structure is continues with a series of cranial nerve centres involved in the control of a number of special movements in the head region (swallowing, chewing, eye movements). If we put these functionally well defined parts together we obtain all of the elements of our vital activities. In a modern terminology, we call these centres 'modules' that control the elements of these complex motor patterns, and we can conclude that the inferior part of our brain controlling our everyday movements exhibits a modular structure.

The principle of modularity applies also to the structure of higher regions, though the increasing complexity of these centres does not allow for a similar sharp distinction among the modules. A few representative examples are easy to find. In the fish, the hearing-balancing modular centres of the hindbrain serve the animal's orientation based on a highly intricate radar principle. The midbrain visual centre with its modular arrangement ensures the highly sophisticated eyesight of birds and reptiles. It has been exactly demonstrated in the extremely complex striated body, that the functions of nervous structures controlling

certain phases of different motor patterns are integrated in a centre of modular structure. Several other examples can be brought up in favour of the conclusion that the basic composition of nervous structures above the spinal cord is also based on the modular principle. The functioning of the modules in various combinations controls the most complex forms of activities.

Proceeding further upward, we arrive back to the forebrain. Its predominant large size is immediately obvious, and the forebrain assumes a dominant role in mammals. The increase in size is especially spectacular in the cerebral cortex which covers the underlying lower parts. The majority of neurones are located in the cortex and, in order to accommodate the largest possible number of nerve cells, the surface of the growing cortex expands by forming grooves and convolutions. Its highest form of development is present in humans. The highly convoluted cerebral cortex contains approximately 90% of all nerves cells ( $\sim 10^{10}$ ). (In comparison: in primates, 50-60% of the otherwise much fewer nerve cells are found in the cortex). This great shift in growth in size and in number of neurons indicates that the cortex has taken control over the brain.

I do not want to ask of how the cortical dominance evolved, I propose to examine instead whether the principle of modularity applies to this formidable nervous structure as well? Like in the lower parts, motor and sensory regions can also be distinguished in this part of the brain (Figure 2). The motor cortex sends

impulses to lower motor centres; the sensory cortex receives visual and hearing-balancing information from the sense organs, and a variety of somatic sensations reaches well-defined fields in the cortex. These primary cortical fields are surrounded by secondary or association fields. These fields together occupy approximately 40% of the cortical surface, and the function of the remaining 60% still presents and exciting problems of research. Since the size and the unique function of the cerebral cortex are specific of man, the human brain can be studied only in indirect experiments.

The microscopic structure of the cortex can easily be investigated on the brains of deceased persons. Hungarian scientist János Szentágothai played a leading role in exploring its complexity. The neurones are situated in layers in the 3-4 mm thick cerebral cortex. Within the layers, neurons are aggregated in columns of 500-600  $\mu\text{m}$  in diameter and of 3 mm in height oriented perpendicular to the surface. They are distinguished both by structure and function. Each column contains 5000 neurones. One group of these cells receive input signals, others (the smaller portion) convey output commands processed in the column. In each hemisphere there are approximately one million such mini computers, or cortical modules. The modules are in contact with adjacent and distant modules in a systematic way. Each module is in reciprocal contact with its mirror image module on the other side. They are also amply provided by information from the sense

organs either directly or by way of the intervening subcortical sensory centres. Therefore, each of these modules is in a surround of very high level of information. By virtue of their numerous contacts they “discuss” and “compare” their own information with that of the other modules, they “express” their opinion about the situation and *process* (evaluate) the information. The output elements (or “opinion-leaders”) convey their “ideas” to lower motor and sensory centres, and after re-processing the opinion of lower centres is fed back for “approval” or “negation”, and eventually a “command” will travel to lower regions of the cerebral hierarchy, and the relevant activity appears in the final common pathways.

Today modern imaging techniques render possible the investigation of the involvement of certain brain areas in well defined activities of conscious and unconscious human subjects. Direct and indirect investigations have shown the areas of the cortex taking part in voluntary movements, and also regions of the sensory cortex processing and converting various stimuli into sensations. That was how scientist localized the centres of speech (Fig. 2). There is a motor speech centre next to the motor cortex on the left side. If it is damaged the patient cannot word his thoughts. The sensory speech centre, which is next to the sensory cortex on the right side, makes possible to interpret other people’s oral statements. Such speech centres, in vestigial forms, are also found in the cerebral cortex of primates.

With the definition of the speech centres we have come to the point where there is a sharp difference between human and animal communication. Each living being communicates and there are many ways of communication (e.g. body language). Animal communication is rather limited; it is usually restricted to express vegetative processes (feeding, reproduction). There is some kind of emotional expression in primates, but this is primitive and serves vegetative functions. There seems that information exchange relating distant events and objects, both in space and time, requires abstract communication, and the simplest means to do it are the use of words. There must be some distinctive capability in the human brain.

Studying the structure of different languages, Chomsky has found that the basic structure of languages, the syntax containing the subsequent grammatical rules, is almost the same in every language. A child growing up in a community can learn these basic rules by himself, without special instructions. This led Chomsky to the conclusion that there must be a “language organ” in the brain that generates language structures so close to each other, whereas the acquisition of vocabulary is individually incidental in the different languages. The “language organ” cannot anatomically be defined in the cerebral cortex. Szathmáry suggests that in certain areas of the cortex, the interconnections among neurones, the structure of the small cortical modules and their interrelations, are so organized that the neural surround is suitable for harbouring the “language organ”. Such

areas may presumably be located near the well-known motor and sensory speech centres. Since no specific linguistic damage has been found in relation with a circumscribed cortical injury, their area and position may change as the “organ” tries and finds the best area. Szathmáry has compared this dynamism to an amoeba “that is alive and is in motion” toward a relevant dynamic nervous structure that is capable of providing a suitable “harbour”. This harbour may be located in the 60% portion of the cortex not colour marked for specific functions in Figure 2. There is possibly a site on the lateral surface bordered by cortical regions receiving the visual, hearing and equilibrium and other somatic sensory information. This area is sometimes called the parieto-temporo-occipital (PTO) integration centre after the names of the participating cerebral lobes that receive and integrate all internal and external information reaching the body. The sensory speech centre is also found in this region. Although these speech centres, or their vestigial forms, can be detected in higher mammals, we can easily understand that simple vocalization communicates different information for a human and for a chimpanzee. The theatre audience rewards a beautiful coloratura by thunderous applause, while a dog might express the refusal of a high pitch voice by howling. We can think of many similar examples about how many kinds of subjective feelings are evoked by vocal information in us, while it basically communicates vegetative functions in animals. The much smaller cerebral cortex in animals cannot provide a suitable “harbour” for the “language amoeba”.

Therefore language is a human speciality derived from the size and structure of the brain.

Similar considerations may be made in relation of the motor execution of speech. Animals also have certain low level vocal communication but it is very different from human speech. The animal-type motor speech centre is merely an executive centre; it may be looked upon as the final common pathway of our internal intellectual and emotional manifestations. This can express all these complex spiritual processes that generated somewhere in the area of PTO. A similar area for the motor execution may be located in the frontal part of the brain.

We possess the language that enables us to talk about recondite and abstract matters; but to be able to do that we need a brain which can create abstract ideas, thoughts and theories. It is generally assumed that the brain could not have evolved without language; the language must have evolved parallel to the brain. The language, the “uttered word”, opens the brain as it indicates the source where the speech comes from. While talking, we make gestures; we speak with emotion, using almost the whole of our body, as the active state involves the cerebral hierarchy introduced earlier. It is the cerebral cortex that presides over the lower regions of the nervous system and when we speak or think, the whole of the brain is involved. We may say that during speech it is not only our “language amoeba” but also the whole of our nervous system is active. Not

only the contents but the way and form of our speech are the manifestation of the whole of our brain, of the ultimate module that exists singular in the brain: the brain itself.

Language is a great informer: it opens up the brain; we can get a glimpse into it and can make many conclusions from speech and behaviour. The “language amoeba” can also be governed by the cerebral cortex and speech can be opposite to reality. A smiling face may conceal bad intentions. Let us bravely open up our brains.

***Legend to the figures:***

Figure 1. Schematic illustration of the main parts of the brain. The long, downward extending spinal cord is not shown in the diagram.

Figure 2. A comparative diagram of the forebrain of a human and a chimpanzee. The significant difference in size (2200:600 g) is not represented in the illustration

# DEBRECENI REFORMÁTUS HITTUDOMÁNYI EGYETEM MINT A TEOLÓGIAI ÉS TERMÉ- SZETTUDOMÁNYOS KUTATÁS MŰHELYE

**Kovács Ábrahám**

A Hatvani István Teológiai Kutatóközpont (HITEK) 1993 óta áll egyszerre a teológia és a természettudomány szolgálatában. Az alapító okiratban megfogalmazták szerint arra törekszik, hogy a kutató ember a két tudományterület együttes művelésével minél jobban megismerje a teremtett világot és annak Teremtőjét. Mindezt a keresztyén gondolkodás nézőpontjából teszi azzal a reménységgel, hogy e szándéka mindkét tudományterület számára kölcsönös haszonnal jár. A HITEK a Debreceni Református Hittudományi Egyetem Rendszeres Teológiai Tanszékéhez tartozik. Vezetője Gaál Botond professzor, a Kutatóközpont alapítója. Munkatársa Kovács Ábrahám egyetemi adjunktus, teológus-történész. A HITEK három területen kapcsolódik a hazai és nemzetközi tudományos élethez:

1. Tudomány és Teológia Konferenciák szervezésével *fórumot* biztosít a teológusok és természettudósok találkozására. Ezeket az országos találkozókat két évenként szervezi meg tudományos ülés keretében. Mindeddig hét ilyen nagyszabású konferencia megszervezésére került sor. Az első öt konferencia előadásai részben a

Confessióban, részben pedig a Debreceni Szemlében jelentek meg, a hatodik és hetedik konferencia előadásai pedig már egy könyvsorozat első két kötetének anyagát képezik. A sorozat általános címe Tudomány és Teológia. A kötetek hátoldalán található az addigi konferenciátémák felsorolása.

2. A HITEK a *kutatást* az egyre gazdagodó könyvtárral biztosítja. E könyvtár olyan speciális könyvanyagot tartalmaz, amely a keresztyén teológia és más tudományok, főként a teológia és a természettudományok kapcsolatát mutatja be. Olyan könyvek és folyóiratok találhatóak itt, amelyeknek jelentős részét máshol nem lehet föllelni hazánkban. Ilyenek a Zygon Journal of Religion and Science, Theology Today, Theology and Science, Perspectives on Theology and Science. Természetesen a gyűjtemény széles választékot kínál a hazai folyóiratokból is, éppúgy megtalálható itt a Magyar Tudomány, a Debreceni Szemle, mint a Természet Világa vagy a Bioetika. Külön Polányi Mihály gyűjteménye van a könyvtárnak, melyet jól kiegészít a Polányiána folyóirat.

A *kutatás* segédletei is a megkívánt színvonalon állnak rendelkezésre a kutatóknak és hallgatóknak egyaránt. A kutatóközpontban külön számítógép van erre a célra. Így elérhetőek az internet alapú adatbázisok, mint például az EBSCO, EISZ, és EPA. A Corvina könyvkereső böngésző rendszer nagyban segíti az alap, doktori és posztdoktori képzésben, valamint a kutatásban résztvevő érdeklődőket. Az Egyetem szakkönyvtárosai is szívesen állnak mindenki rendelkezésére. Az interdiszcipl-

lináris kutatás fontosságát és minőségét közvetve is tükrözi a HITEK honlapjának naprakész volta, amely a <http://www.hitek.drk.hu> oldalon elérhető.

3. A HITEK a kutatási eredményeit és könyvtárának egyedi anyagát oly módon is közkinccsé teszi, hogy *egyetemi kurzusokat hirdet* a Tudomány és Teológia tárgykörben. De nemcsak az egyetemi alapképzésben kínál lehetőségeket, hanem a doktori és posztdoktori képzésben is. A természettudomány és teológia témakörben egy hallgató 2007-ben szerzett PhD fokozatot, egy másik pedig jelenleg másodéves hallgatója a Hittudományi Egyetem Doktori Iskolájának.

A HITEK kapcsolatot ápol számos hasonló intézménnyel Európában és Amerikában egyaránt. Ilyenek például a Karl Heim Gesellschaft (Regensburg), a Forschungszentrum Internationale und Interdisziplinaare Theologie (FIIT) in Heidelberg Universität, Center of Theological Inquiry (Princeton, NJ., USA), Pascal Centre (Ancaster, Ontario), Center for Theology and Natural Sciences (Berkeley, CA, USA), Zygon Center (Chicago, IL., USA). A HITEK vezetőjének három tanulmánya jelent meg a Karl Heim Gesellschaft évkönyvében, részt vesz a FIIT doktorképzésében és tagja a heidelbergi kutatóintézet nemzetközi bírái testületének. A Center of Theological Inquiry intézetben háromszor is végzett kutatói munkát ösztöndíjjal. Személyesen is meglátogatta a Princetonban létrehozott Barth-Intézetet, s kérte támogatásukat egy Debrecenben létesítendő Barth-Intézet alapításához. Kérésére az új

intézet alapítását a Princetoni Barth-Intézet duplumok adományozásával és egyéb módon is támogatni fogja.

Az utóbbi két évben a kutatóintézet vendégei voltak olyan rangos, nemzetközileg elismert szaktekintélyek, mint Iain F. Torrance, a Princeton Teológiai Szeminárium elnök-professzora és Hans Schwarz, a Regensburgi Egyetem Evangélikus Teológiai Fakultásának profeszszora, akik előadásaik során osztották meg kutatási eredményeiket a hallgatósággal.

Jelentős eredmény, hogy a HITEK vezetője az elmúlt öt esztendőben négy nemzetközi pályázaton is nyertes lett. Kiemelkedik ezek közül a *Global Perspectives on Science and Spirituality* nemzetközi tudományos pályázat, amelyen egyedüli magyarként lehetett a győztesek között. Ennek eredményeképpen a HITEK könyvtárosa jelentősen gyarapodott, az intézmény jobban kiépült és könyvtára bekerült a magyar és nemzetközi könyvtárhálózatba. A HITEK arra is törekszik, hogy a kutatási eredményeit publikálja. Az elmúlt évek jelentős publikációi voltak:

Gaál Botond:

– Az ész igazsága és a világ valósága. Az egzakt tudományok történelmi fejlődése keresztyén nézőpontból. (2003)

– The Faith of a Scientist – James Clerk Maxwell. (2003)

– Rend és szabadság a Mindenségben, *Order and Freedom in the Universe, Ordnung und Freiheit in dem Universum* (2005)

- Munkácsy Krisztusa. A trilógia bibliai és teológiai értelmezése. (2005)
- A zárt világ felnyitása. (2007).
- Munkacsy's Christ. The Trilogy's Biblical and theological interpretation. (2007)
- Opening up a Closed World (2007)

Kovács Ábrahám két új kutatási eredményét közölte tanulmányokban: Darwin első kapcsolata Debrecennel (Debreceni Szemle 2007/2), valamint Dapsy László szerepe a darwinizmus terjesztésében és annak teológiai fogadtatása.(Theologiai Szemle 2007/2.)

Az Andrew F. Mellon és a Carnegie Trust kutatói ösztöndíja tette lehetővé 2005-ben és 2006-ban, hogy Kovács Ábrahám az intézet tudományos munkatársa hatás- és teológiatörténeti vizsgálatokat végezhesen skóciai és magyarországi forrásokot feldolgozva. A kutatás több szálon is kapcsolódott a természettudomány és teológia kérdéséhez. Ennek eredményeként jelent meg a két tanulmány a szerző tollából, amelyek a darwinizmus hazai terjesztéséről szóltak. Egyedülálló az is, hogy eredeti, eddig még nem publikált Darwin-leveleket sikerült a szerzőnek felkutatnia, amelyeknek publikálása folyamatban van.

A Hatvani István Teológiai Kutatóközpont jó reményesség szerint olyan tradíciót teremtett és folytat, amely a tudós Hatvani István professzor életművével kezdődött és generációk fogják azt tovább vinni a keresztyén teológia és a természettudományok kapcsolatának ápolásá-

ban mind a Református Hittudományi Egyetem, mind pedig a Debreceni Egyetem valamennyi fakultása javára.

## **DEBRECEN REFORMED THEOLOGICAL UNIVERSITY AS A RESEARCH CENTRE FOR THEOLOGY AND SCIENCE**

**Ábrahám Kovács**

István Hatvani Theological Research Centre (HITEK) offers a place for the study of Theology and Science since 1993. Its founding charter emphasizes the interdisciplinary aspect of research which seeks to know the world created, and its Creator better. This aim should be realised from the aspect of Christian thinking in the hope that the Research Centre will see a mutually beneficial dialogue between both academic fields. HITEK is an integral part of the Department of Systematic Theology at Debrecen Reformed Theological University. Its leader, Professor Botond Gaál, was the founder of the Research Centre. Ábrahám Kovács, adjunct professor of Dogmatics has earned degrees in Theology, History, and Comparative Religion. He works as a colleague and a research fellow at the research centre of the university.

HITEK has three areas linked to the national and international academic life. *First*, by means of organizing “Science and Theology Conferences”, it offers a forum

for theologians and scientists. Such national meetings are organized biyearly under the framework of plenary sessions of a conference. Up until now there has been seven conferences organized. The first five conferences were published in *Confessio*, and partly in *Debreceni Szemle*. The lectures delivered at the 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> conferences are published in a volume which is part of a series of books on Science and Theology. The appendix of each book contains a list of the themes dealt with at the conferences.

*Second*, HITEK is proud of the quality of support offered by its ever increasing library. The library holds an unparalleled selection of books that provides the latest academic results on the relation of Christian Theology and Science, in particular Natural Science. It has a great collection of foreign periodicals that cannot be obtained elsewhere in the country such as *Zygon Journal of Religion and Science*, *Theology Today*, *Theology and Science*, *Perspectives on Theology and Science*. Besides the international periodicals, the Hatvani Library and its related collections have a rich selection of prestigious national journals ranging from *Magyar Tudomány*, *Debreceni Szemle* and *Természet Világa* through *Bio-etika*. It is worth mentioning that HITEK has a special Michael Polányi collection including the well-known periodical *Polányiána*.

The research facilities, which support researchers as well as students, are excellent at HITEK. There are two computers for research purposes though which internet databases are accessible such as EBSCO, EISZ, and

EPA. Corvina library software, as a search tool, provides a superb way to find books and articles for undergraduate, postgraduate, doctoral students, and researchers. The librarians of the university are happy to offer assistance. HITEK has an up-to-date website (<http://www.hitek.drk.hu>) promoting research in Theology and Science.

*Third*, HITEK endeavours to make its collection and research potential available through courses on Science and Theology announced at Department of Systematic Theology at Debrecen Reformed Theological University as well as at Debrecen University. There are seminars and lectures offered for undergraduate, postgraduate, doctoral and postdoctoral levels. The research centre proved highly supportive to a former student, who has recently obtained a Ph.D. in Theology and Science. There is also a 2<sup>nd</sup> year Ph.D. student who pursues his studies in the same subject field. HITEK maintains connections with several institutes with similar research profile throughout Europe and America such as Karl Heim Gesellschaft (Regensburg), Forschungszentrum Internationale und Interdisziplinäre Theologie (FIIT) in Heidelberg Universität, Center of Theological Inquiry (Princeton, NJ., USA), Pascal Centre (Ancaster, Ontario), Center for Theology and Natural Sciences (Berkeley, CA, USA), Zygon Center (Chicago, IL., USA). The founding professor of HITEK published three studies at the yearbook of Karl Heim Gesellschaft, participated in the doctoral training programme of FIIT and he is on the evaluator board of the international committee at the

research institute in Heidelberg. Professor Gaál was awarded research fellowships on three occasions at Centre of Theological Inquiry in Princeton during the past years. It was a privilege for him to visit Karl Barth Institute, and he appealed to them for support in order to strengthen a similar initiative taken in Debrecen.

During the past two years, the Hatvani Research Centre hosted internationally renowned scholars such as Iain F. Torrance, the president-professor of Princeton Theological Seminary and Hans Schwarz, Professor of Systematic Theology at Regensburg University. They gave public lectures and shared their latest research findings with the audience.

It is our pleasure to mention that the founder of HITEK was exceptionally successful to hold four fellowships in the last five years. The most prestigious award was an international scholarship named *Global Perspectives on Science and Spirituality*. He was the only Hungarian person to receive this award. Owing to the research grant, the collection of books at the library of HITEK has significantly expanded. In addition, it was able to join the national and international network of libraries.

The staff of HITEK seeks opportunities to publish their research findings. The most significant publications by Gaál Botond were as follows: “The truth of reason and the reality of the world: A historic development of exact sciences from a Christian viewpoint”, “The faith of a scientist: James Clerk Maxwell”, “Order and freedom in

the Universe”, “Opening up of a Closed World”, and “Munkácsy’s Christ: The Trilogy’s Biblical and theological interpretation”. Ábrahám Kovács published two groundbreaking studies on the spread of Darwinism which are entitled “Darwin’s first contacts with Debrecen”, and “László Dapsy’s role in the spread of Darwinism and its theological reception”.

Kovács has also received several esteemed scholarships and fellowships such as Andrew F. Mellon and Carnegie Trust that enabled him to pursue research on the intellectual and theological impact of Scotland on Hungary. His results connected well to the research aspects, that is, to examine the relation between Science and Theology, a crucial profile of HITEK. He published two studies on the dissemination of Darwinism in Hungary. It is unique that he was able to uncover original letters from Darwin that is being prepared for publication.

István Hatvani Theological Research Centre hopes to continue as well as further a tradition that began with the life and work of Professor István Hatvani. It is the aim of the Research Centre that generations will deal with the relation of Christian Theology and Natural Science both at Debrecen Reformed Theological University and University of Debrecen.



# EGYEDÜL A VILÁGBAN? – AZ EMBERI EGYEDISÉG A TUDOMÁNYBAN ÉS A TEOLÓGIÁBAN

**J. Wentzel Van Huyssteen**

The Gifford Lectures, 2004. William B. Eerdmans Publishing Company, Grand Rapids, Michigan, USA., 2006. Pp. XVIII+347.

Ebben az évben van Lord Gifford halálának 120 éves évfordulója. Barth Károly éppen 70 éve tartotta a Gifford-előadásait Aberdeenben. Ő is szabadkozva mondta el, hogy nem tud eleget tenni Adam Gifford végakarátának, mely szerint a természeti teológiát kellene propagálnia. Wentzel van Huyssteen hasonló helyzetben volt 2004-ben, mert neki is tisztáznia kellett, hogyan értelmezi Lord Gifford eredeti szándékát. Lord Gifford úgy gondolta, hogy az igaz istenismeret ugyanúgy keletkezik, mint a természettudományos ismeret. Wentzel van Huyssteen szerint azonban korunkban úgy tudunk eleget tenni e jószándéknak, hogy a tudomány és teológia kapcsolatáról beszélünk. Ez a szemlélet világos bevezetőül szolgál Wentzel van Huyssteen előadássorozatához.

Wentzel van Huyssteen *Alone in the World* című könyvének bemutatását azzal érdemes kezdenünk, hogy jó

szívvel ajánlhatjuk mind a természettudósoknak, mind a teológusoknak. Ha ma élne Lord Gifford, ő is bizonytalansággal ezt tenné, ezért méltóképpen megbecsüljük az emlékét. A princetoni professzor, Wentzel van Huyssteen már egy olyan korban tartotta az előadásait az Edinburghi Egyetemen, Skócia fővárosában, amikor a tudomány hallatlanul sokat tud az emberről. A mai antropológia is fölteszi magának a kérdést: hol, mikor, hogyan és miért jött létre az ember? Az első három kérdésre a természettudomány rendkívül komoly válaszokat tud adni. Ebben a magas szintű tudományos miliőben kell érvényeset és hiteleset mondani az emberről a keresztyén teológia nézőpontjából. Ugyanis a teológia is kérdezi: kicsoda vagy micsoda az ember? De tud-e a teológia olyat mondani, ami segíti a természettudományos antropológiai ismeretek előmenetelét? Wentzel van Huyssteen professzor könyve erre igenlő választ ad. Ugyanakkor azt is megkérdi implicit módon, hogy a modern antropológiai ismeretek segíthetnek-e a teológiának az emberértelmezésben. Kiderül, hogy erre a kérdésre is pozitív választ kapunk. A könyvet tehát ezért ajánljuk az angolul olvasóknak.

A könyv hat fejezetben tárgyalja azt a kérdést, miként kell érteni az ember egyedi voltát. Az embernek ez az unikális jellege nehéz leckét jelent mind a természettudományok, mind pedig a teológia számára. Innentől aztán a fejezetek lépésről lépésre visznek bennünket közelebb az ember titkához. Egyre érdekesebbé és izgalmasabbá válik a téma, miközben az interdiszcipliná-

ris dialógus is egyre csak azt mutatja, hogy a két terület egymás kölcsönös segítségével haladhat előbbre.

Az *első fejezet* címe *Human Uniqueness as an Interdisciplinary Problem?* Nagyon fontos indító fejezet ez, megnyitja az utat az utána következő öt fejezet számára. Van Huyssteen úgy fogja föl Lord Gofford eredeti szándékát, mint amit ma az interdiszciplinaritás kifejezéssel lehetne fordítani. Ezt helyeselhetjük. Tehát egy interdiszciplináris dialógus témájaként jelenik meg az ember egyedisége mind a természettudományos felfogásban, mind a keresztyén gondolkodásban. A *második fejezet*, *Human Uniqueness and Cognitive Evolution*, aztán az emberi egyediség problematikáját már az evolúciós ismeretelmélet nézőpontjából vizsgálja. Darwin evolúciós elméletét ma még többre becsüli a tudományos világ, mint valaha. Ezért az evolúciós ismeretelmélet arra is fölhívja a figyelmet, hogy az evolúcióval nemcsak az emberi megismerés fejlődött együtt, hanem maga az emberi megismerés kifejlődése egyúttal összekötő kapoccsá vált a biológia és a kultúra között. Mint ahogyan az evolúció az embernek kitüntetett szerepet tulajdonít, ugyanúgy kitüntetett szerepe van az ember metafizikai és vallásos hajlandóságának. De ha ez így van, akkor a *harmadik fejezetben*, *Human Uniqueness and the Image of God* című részben jogosnak érezzük annak fölvetését, hogy a keresztyénség is élesen kihangsúlyozza az ember megkülönböztetett helyzetét a világban az imago Dei tanítással. Ez nagyon régi biblikus tanítás. Ezen a ponton konvergenciát érzünk a biológia *Homo Sapiens*-re vonatkozó magyarázatával. Mindkettő

az emberi egyediség gondolatát támasztja alá. Ez arra készíti a teológiát, hogy gondolja újra az *imago Dei*-ről szóló széleskörű és bonyolult tanítását, amely a keresztyén gondolkodás hosszú története során fölhalmozódott. Ezekből ugyanis számos esetben hiányzik az embernek a teremtett mindenséggel való kapcsolata. Érdeklődésünket tovább fokozza a *negyedik fejezet, Human Uniqueness and Human Origins*, amely rámutat a prehistorikus emberi elme tulajdonságaira. A szerző paleoantropológiai szempontból mutatja be az emberi tudatosság vagy öntudat kifejlődését. Ha ugyanis az emberi megismerés bele van ágyazva az ember eredetébe, akkor az ember egyedisége abban is megmutatkozik, hogy milyen volt a prehistorikus ember tudatvilága. Ez a baszkföldi és franciaországi barlangleletek alapján meglehetősen változékonynak tűnik, azaz, a változás lehetőségét magában hordozó lehetett. A művészi ábrázolásokról erre lehet következtetni. Úgy is kifejezhetnénk ezt, hogy az emberi elme már a korai szakaszában kreatív volt. Nem csoda hát, hogy bizonyos szinten korán megjelenik a vallás, a művészet, a tudomány a maguk szimbolikus eszközeivel. Mindezt az olvasó nagyon szép, színes barlangképeken szemlélheti. De tovább viszi az embert a kíváncsiság és az *ötödik fejezet, Human Uniqueness and Symbolization*, egy további izgalmas témához vezet el bennünket: az ember kognitív tevékenysége a nyelv segítségével jön napvilágra. A nyelv az emberlét egyik legkifejezőbb sajátossága. Kapcsolatban van a tudományos, művészi, vallásos tevékenységgel, annak mind a szimbolikus kifejezésével, mind pedig az ember fölfogó értelmével és érzelmi

világával. Ez a nyelvészeti téma aztán még tovább visz bennünket az ideggyógyászat és a neuropszichológia felé, amelyek még több ismeretet nyújtanak az emberi egyediség indoklásához. Az utolsó, *hatodik fejezetben, a Human Uniqueness in Science and Theology* című részben érkezőnk el a csúcra. Ekkor tudjuk meg, kicsoda az az ember, akit a keresztyén teológia *imago Dei*-nek mond, a tudományok pedig *Homo Sapiens*-nek neveznek. Az első fejezet csak kérdezi, hogy vajon az ember egyedisége interdiszciplináris probléma-e. Most, amikor látjuk az embert a maga komplexitásában, akkor győződhetünk meg róla, hogy egyedisége ténylegesen a különböző tudományok interdiszciplináris problémája. De az ember még így is titok marad! Sőt, ami az embert illeti, még több titok tornyosul előttünk. Ezért kitűnő könyv Wentzel van Huyssteen *Alone in the World?* című új könyve.

*Gaál Botond*

## **ALONE IN THE WORLD? - HUMAN UNIQUENESS IN SCIENCE AND THEOLOGY**

**J. Wentzel Van Huyssteen**

The Gifford Lectures, 2004. William B. Eerdmans Publishing Company, Grand Rapids, Michigan, USA. 2006.  
Pp. XVIII+347.

This year is the 120th anniversary of Lord Gifford's death. Exactly 70 years ago Karl Barth held his Gifford-lectures in Aberdeen. He made excuses since he could not fulfil Adam Gifford's last wish according to which he should propagate natural theology. Wentzel van Huyssteen was in a similar situation in 2004, because he also had to clarify how he interpreted Lord Gifford's original intention. Lord Gifford thought that the true knowledge of God arose in the same way as the scientific cognition. According to Wentzel van Huyssteen though, in our age we can fulfil this good intention if we talk about the relationship of science and theology. This approach serves as a clear introduction to Wentzel van Huyssteen's lecture series.

It is worth to start the introduction of Wentzel van Huyssteen's book titled as *Alone in the World* with recommending it both to natural scientists and theologians. If Lord Gifford were alive today, probably he would do the same, so we esteem his memory

worthily. The Princeton Professor van Huyssteen held his lectures at the University of Edinburgh, in the capital of Scotland, when science knew enormously a lot about the human being. The anthropology of today also asks the question from itself: where, when, how and why did humans come into existence. To the first three questions natural science is able to give very serious answers. In this high level of scientific milieu there has to be said something valid and authentic about the human being from the point of view of Christian theology. Since theology asks too: who or what is the human being? But can theology say something that helps the progress of scientific anthropological knowledge? Professor Wentzel van Huyssteen's book gives a positive answer to this question. But it also asks in an implicit way whether the modern anthropological knowledge can help theology in the interpretation of the human being. It turns out that we get a positive answer to this question too. That is why we recommend the book to everybody. In six chapters the book deals with the question how we should understand the unique existence of the human being. This unique character of the humans means a hard lesson for both natural science and theology. From here the chapters take us closer to the secret of humans step by step. The topic becomes more and more interesting and exciting, while the interdisciplinary dialogue also shows that the two fields can progress with mutually helping each other.

The title of the first chapter is *Human Uniqueness as an Interdisciplinary Problem?* It is a very important start-

ing chapter, it opens the way for the following five chapters. Van Huyssteen considers Lord Gifford's original intention as what we translate today as interdisciplinarity. We can approve this. Thus human uniqueness appears as a topic of interdisciplinary dialogue both in the scientific approach and in the Christian thinking. This is ensured by the transversality idea as a heuristic device. The second chapter, *Human Uniqueness and Cognitive Evolution* examines the problem of human uniqueness from the stand-point of evolutionary epistemology. Darwin's theory of evolution is much more valued today by the world of science than before. Thus the theory of evolution calls the attention to the fact that with the evolution not only human cognition developed together, but the development of human cognition itself has become a link between biology and culture. As evolution assigns a significant role to the human being, in the same way the human beings' metaphysical and religious inclination has a significant role. But if it is like this, then in the third chapter titled as *Human Uniqueness and the Image of God*, we feel it righteous to propose that Christianity also emphasizes sharply the distinguished position of the human being in the world with the teaching of *imago Dei*. It is a very old biblical teaching. In this point we feel convergence with the explanation of biology in connection with the *Homo Sapiens*. Both support the thought of human uniqueness. This prompts theology to rethink its extensive and elaborate teachings about the *imago Dei*, which has compiled during the long history of Christian thinking. From these in many

---

cases the relationship of the human being with the created world is missing. Our interest is further enhanced by the fourth chapter, *Human Uniqueness and Human Origins* which points at the features of the prehistoric human mind. The author presents the evolution of human consciousness or self-awareness from a paleoanthropological point of view. If human cognition is inherent in the origin of the humans, then human uniqueness is also present in the prehistoric human being's ideas. This seems to be fairly changeable on the basis of the cave finds in Basqueland and France, meaning that it must have included the possibility of change. From the art imageries this can be the conclusion. We can also express it in the way that the human mind was creative already in its early stage. It is no wonder that on a certain level religion, art and science appears early with their symbolic means. These can be viewed by the reader on beautiful, colourful cave drawings. But curiosity takes us further and the fifth chapter, *Human Uniqueness and Symbolization* leads us to a further exciting topic: the cognitive activity of the human being comes into existence with the help of the language. Language is the most expressive peculiarity of the human existence. It is in connection with the scientific, artistic, religious activities, with the symbolic expression of these, with the human being's intelligence and emotional world. This linguistic topic takes us further toward neuroscience and neuropsychology which provide knowledge to the justification of human uniqueness. In the last, the sixth chapter titled as *Human Uniqueness in Science and Theology* we reach the peak.

Here we get to know who the human being is, who is named by Christian theology as *imago Dei* and the science as *Homo Sapiens*. The first chapter only asks whether human uniqueness is an interdisciplinary problem. Now, when we see the human being in his complexity we can ascertain that human uniqueness is really an interdisciplinary problem of different sciences. Although the human being stays to be a secret still! Moreover, what the human being concerns, there are more secrets in front of us. That is why Wentzel van Huyssteen's new book titled as *Alone in the World*, is an excellent book.

*Botond Gaál*

## E KÖNYV SZERZŐI:

**Gaál Botond** – teológus, matematika-fizika szakos, egyetemi tanár, Debreceni Református Hittudományi Egyetem

**Kovács Ábrahám** – teológus, történész, Debreceni Református Hittudományi Egyetem

**Kvasz László** – matematikus, filozófus, Comenius Egyetem, Pozsony

**Schwarz, Hans** – teológus, Regensburgi Egyetem

**Székely György** – orvos, akadémikus, egyetemi tanár, az MTA Debreceni Akadémiai Bizottság elnöke

**Trócsányi Zoltán** – fizikus, egyetemi tanár, Debreceni Egyetem – ATOMKI

**Végh László** – fizikus, tudományos főmunkatárs, MTA Atommagkutató Intézete, Debrecen

TUDOMÁNY ÉS TEOLÓGIA

**A  
TUDOMÁNYOS  
GONDOLKODÁS  
NYITOTTSÁGA**

\*\*\*

**OPENNESS OF  
THE SCIENTIFIC THINKING**

**Debreceni Református Hittudományi Egyetem  
Hatvani István Teológiai Kutatóközpont  
Debrecen  
2007**