

# **A képzelet tudománya**

Praxeológiai bevezetés





Selye János Egyetem  
Tanárképző Kar

H. Nagy Péter

# **A képzelet tudománya**

Praxeológiai bevezetés

Komárom, 2019

A kiadvány az Emberi Erőforrások Minisztériuma és  
a PRO SELYE UNIVERSITAS n.o. támogatásával készült

© H. Nagy Péter, PhD.

Lektorálta:

Dr. habil. PaedDr. Keserű József, PhD.

Mgr. Hegedűs Orsolya, PhD.

ISBN 978-80-8122-296-2

## Tartalom

0. Előszó, kérdésfelvetés .....	9
1. Problémafelvetés: The Science of... ..	17
2. Az Avatar és a tudomány .....	26
2.1. Az Avatar biológiája: Gaia-szemlélet .....	27
2.2. Az Avatar és a tudat kérdése .....	31
2.3. Az Avatar fizikája: a szupravezetés .....	36
2.4. Az Avatar kémiaja: a biolumineszcencia .....	38
3. Egy nehezen érthető fizikai jelenség körülhatárolása a populáris irodalom és a filmkultúra segítségével .....	44
3.1. Időutazásos regények és a kvantummechanika .....	47
3.2. Sokvilág-elmélet és határidő-dramaturgia: Forráskód .....	52
3.3. Tangens univerzum és életszakaszok: Donnie Darko .....	57
3.4. Divergencia és entrópia: Mr. Nobody .....	62
4. Science fiction és tudományos aktualitás .....	69
4.1. Az űropera és a fizika .....	70
4.2. Géngépezet: Greg Bear: A vér zenéje .....	74
4.3. A cheshire-lecke: Paolo Bacigalupi: A felhúzhatós lány .....	81
4.4. Kódolás és hálózat: Cory Doctorow: Kis Testvér .....	85
5. Összegzés helyett .....	90
6. Irodalom .....	95
7. Filmográfia .....	107
8. Melléklet .....	109



*„A nagyon is közkeletű vélemény ellenére, az oktatás elsődlegesen nem interszjektív viszony, hanem kognitív folyamat, melyben az én és a másik csupán érintőlegesen és egymás mellett létezik. A tudás módszeres közvetítése, s nem pedig a személyek közti viszonyként felfogott oktatás az, amely e névre egyedül érdemes; az oktatás és a tömegszórakoztatás különböző aspektusai, illetve a pszichológiai tanácsadás közti analógiák felmutatása többnyire csak ürügy a feladatról való lemondásra. Elvileg a tudományos kutatásnak a legnagyobb mértékben taníthatónak kell lennie.”*

*Paul de Man*

*„Az iskolai évek alatt csak a tudományos és tudományos-fantasztikus olvasmányok (könyvek és folyóiratok) tartották fenn bennem a természettudományok iránti érdeklődést. Az egyetemen aztán teljesültek a vágyaim. [...] Chicagóban még abból a szempontból is szerencsém volt, hogy a Robert M. Hutchins által kezdeményezett általános oktatási program keretében a természettudományokat az emberi tudás színpompás szöttekének részeként tanították.”*

*Carl Sagan*

*„A tanítás mezőjével kapcsolatban pedig végül az elmúlt évek során arról győződtem meg, hogy sem az esztétikai, sem pedig a történeti tapasztalat (legalábbis ahogyan az esztétikai és történeti tapasztalatot én értem) nem rendelkezik olyan potenciállal, amely felsőbbrendű iránymutatást nyújthatna a viselkedés és cselekvés számára akár az egyén, akár a közösség szintjén. Sőt mi több, kétlem, hogy a tanítás szerepe ténylegesen az ilyen iránymutatás volna (még ha ilyen iránymutatás könnyen elérhető volna is), legalábbis ami a tudományos képzést illeti. Meggyőződésem szerint elsőrendű feladatunk ma intellektuális összetettséggel szembesíteni a hallgatókat – ami azt jelenti, hogy rámutató gesztusokra, vagyis az összetettség alkalmi csomópontjaira való rámutatásra kell valójában összpontosítanunk.”*

*Hans Ulrich Gumbrecht*

*„Jules Verne, H. G. Wells, Olaf Stapledon, Robert Heinlein, Isaac Asimov, Arthur C. Clarke, Ray Bradbury és mások prózába öntött költészettel idézték meg a tudományos témák romantikáját, és esetenként nyíltan összekapcsolták az ókor mítoszaival. A sci-fi legjava szerintem igenis jelentékeny irodalmi forma, noha egyes irodalomtudósok sznob módon lebecsülik. [...] A sci-fi belebarkácsolhat a természet törvényeibe, átgondoltan és lehetőleg egyszerre csak egybe, de nem érvénytelenítheti magát a törvényszerűséget – és akkor jó sci-fi marad. [...] De úgy is taníthatnánk a tudományt, mint amit olvashatunk és örömmel le lehetjük benne [...].”*

*Richard Dawkins*



## 0. Előszó, kérdésfelvetés<sup>1</sup>

Egy ideje nem hagy nyugodni egy gondolat a felsőoktatás szempontjából. Így hangzik: „[...] a *Faust* másfajta önmegértésre késztet, mint az Ohm törvénye”.<sup>2</sup> E provokatív (vagy máshonnan nézve evidens) kijelentés megfogalmazója, Kulcsár Szabó Ernő professzor az utóbbi években több olyan hallatlanul fontos tanulmányt tett közzé, melyek a bölcsészet, a humándiskurzusok jelenkori távlataival, az egyetemi és tanári képzés kihívásaival, tágabban a bolognai folyamatok közvetlen hatásával néznek szembe.<sup>3</sup> Ezek az írások kellő hangsúlyt fektetnek a különböző diszciplínák kérdésorientációira, egyben mérlegelik annak esélyeit is, hogy a szaktudományok képesek-e revízió alá venni, netán fellazítani vagy átalakítani a szakterületi (be)határoltság helyzetét.<sup>4</sup> Ebben a horizontban éppen ott bontakozhat ki egy hermeneutikailag, tudományelméletileg reflektált, körültekintő interdiszciplináris és kultúráközi kérdezésmód lehetősége, ahol azzal nem számolhattunk *előzetesen*. Ilyen értelemben a tudo-

---

1 A jelen könyv első változatát képező tanulmány *Mire jó a popkultúra, avagy hogyan oktatható a tudományos gondolkodás bölcsészeknek* címmel a következő kiadványban jelent meg: *Az irodalomoktatás új kihívásai*, szerk. ERDÉLYI Margit, Gondolat Kiadó, Budapest, 2014, 13–55. A második, azonos című, bővített változat a következő könyvben olvasható: H. NAGY Péter, *Alternatívák: A popkultúra kapcsolatrendszerei*, PRAE.HU, Budapest, 2016, 14–64. A mostani könyv mindkét változathoz képest tartalmaz új elemeket, bővítéseket, finomításokat és a téma további kutatásához szükséges bibliográfiai adatokat.

2 KULCSÁR SZABÓ Ernő, *A kultúra hermeneutikája és filológiája között (Előszó)* = Uő., *Irodalom és hermeneutika*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2000, 12.

3 Például: KULCSÁR SZABÓ Ernő, „Humanitas”, *igazság, felelősség: Bölcsészet a védtelen egyetemen* = Uő., *Megkülönböztetések: Médium és jelentés az irodalmi modernségben*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010, 279–294. A bölcsészet fogalmához: Hans Ulrich GUMBRECHT, *Szellemtudományok – mi végre? Budapesti előadások*, ford. NEMESKÉRI Luca és mts., Kijárat Kiadó, Budapest, 2013, 29. (Vö. a bölcsészet angolszász nyelvterületen nem tudomány, német szóhasználatban viszont igen. A továbbiakban nem teszünk éles különbséget a kettő között, ez a különbség a mondandónk szempontjából nem lesz lényeges, a kifejezést egyszerűen a humánszakos képzésre vonatkozóan használjuk.)

4 KULCSÁR SZABÓ Ernő, *Üzem vagy műhely? Avagy válaszút előtt állnak-e a humán tudományaink* = Uő., *Megkülönböztetések*, 306.

mányszakok közti szakadék *mélysége* nem minden esetben tűnhet akkorának, mint azt korábban hittük (illetve hitték elődeink, akik ezt a szemléletet – jóhiszeműen vagy meggyőződésből – oktatták).

Bár a tudomány és a művészet, illetve a művészet és a popkultúra útjai tagadhatatlanul szétváltak, ezt olyan emberi agyak tették lehetővé, melyek egyaránt – a gének mellett – a kulturális környezet termékei voltak. (Ahogy egy élvonalbeli agykutató megfogalmazza: „Ugyanazokkal az agyterületekkel nézzük a művészetet, mint a minket körülvevő minden más dolgot – igaz, más céllal.”<sup>5</sup>) A természettudományok és a bölcsészettudományok kettősségére ugyancsak érvényes lehet ez a megállapítás. Az előbbiből nem feltétlenül zárható ki az esztétikai érzékelés kifinomultsága, ahogy az utóbbinak is vannak a humánideológiákat érintő (és lebontó), tényfeltáró fejleményei (míg a neuroesztétika az agyműködés alapján a kétféle terület számos közös mechanizmusára derített fényt).

A tudomány a tévedései kiigazításával halad előre, és nem csinál titkot abból, ha valamit még nem ért.<sup>6</sup>

Szeretném remélni, hogy ez a maxima valamilyen formában a bölcsészek és a humán végzettségű tanárok gondolkodásmódját is jellemzi, s korlátozhatja az egyes szakterületeken forgalmazott tévhitek, hamis mintázatok áramlását. Ahogyan a természettudomány nagyon is hozzájárulhat azokhoz az önmegértési folyamatokhoz, melyek által a tudás differenciálódhat, vagy újjászerveződhet.

A világról alkotott reprezentációink tele vannak hézagokkal és megbízhatatlan információcsomagokkal. Ezért első közelítésben a kulturális környezet felelős: ismereteink nagy része másoktól származik, átvett, örökölt anyag, melynek olykor nem is tudunk azonnal utánajárni. Még azt sem könnyű átlátni, ismereteink mely komponensei alapulnak tévhiteken. Einstein tudásába ugyanúgy beépültek faktoidok (*annak tekinthető minden olyan állítmány, amelynek nincs bizonyítható, visszakereshető referenciája, vagy ha van, bizonyíthatóan téves is-*

---

5 Dick SWAAB, *A kreatív agy: Hogyan hat egymásra az ember és a világ*, ford. WEKERLE Szabolcs, Libri Kiadó, Budapest, 2017, 136.

6 Richard DAWKINS, *Szivárványbontás: Tudomány, személyvesztés és a csoda igézete*, ford. KERTÉSZ Balázs, Vince Kiadó, Budapest, 2001, 44.

*meretanyag*on alapul), ahogyan mindannyian rendelkezünk ilyen látványos, a közösségi életet mozgásban tartó készlettel. Ez a cáfolhatatlan jelenség rendkívüli módon kedvez az áltudományok és a különféle, légből kapott spekulációk terjedésének. (Érdeemes tudatosítani, hogy a popkultúra – ebből a szempontból is – rendkívül *széttartó* képet mutat, mivel szoros kapcsolatot tart fenn az áltudományokkal és az összeesküvés-elméletekkel, de a tudománnyal is. A művészeti alkotások – esztétikai értéküktől függetlenül – kitűnő faktoidtároló rendszerek.) Ugyanakkor ennek regisztrálása közelebb vihet annak a kérdésnek a megértéséhez is, hogy kik és mik vagyunk.<sup>7</sup>

Ezen a ponton valóban nem árt felidézni azt a kihívást, amely a humángondolat klasszikus formáinak revíziójához vezetett: „[...] hogy mi az ember, azt nem azok a tulajdonságok határozzák meg, amelyeket az emberi önmegértéshez filozófusok mellékelnek, vagy javasolnak, hanem a technikai sztenderdek”.<sup>8</sup> Az ember fogalmának mindenkori újraértelmezése ugyanis éppen az a terület, amely *látszólag* a bölcsészkarok illetékességi körébe tartozik (Kittler is éppen ezt az elképzelést árnyalja a technomédiumok felől). Kulcsár Szabó Ernő szerint:

Az igazságra vonatkozó kérdés mindig csak akkor értelmes, ha az ember viszonylatában, emberi rendeltetéssel és az emberre vonatkoztatva vetjük föl. Ezért nem véletlen, hogy *e kérdés fölmerültekor mindig hallgatnak a technikai, biológiai és ökonómiai tudományok.*<sup>9</sup>

Innen nézve a *Faust* és az Ohm-törvény közti különbség azonnal belátható; ám az egyik az emberi tényező kiiktatásával is működőképes marad.

De tényleg hallgatásról van itt szó? Mi történik akkor, ha az embert *nem*

---

7 A kérdéskörhöz ajánlható: TÓTH Balázs – CsÁNYI Vilmos, *Hiedelmeink: Az emberi gondolatok építőkövei*, Libri Kiadó, Budapest, 2017. Magam az alábbi tanulmányban néztem szembe a problémával: H. NAGY Péter, *Mémvihar: A hétköznapi elme neodarwinista kritikája = Uő., Adatok tánca*, Liliium Aurum, Dunaszerdahely, 2012, 83–125.

8 Friedrich KITTLER, *Draculas Vermächtnis*, Leipzig, Reclam, 1993, 61. (Idézi: KULCSÁR SZABÓ, *Megkülönböztetések*, 288–289.) Más fordításban: „Hogy mit hívunk embernek, azt nem azok a jelzők határozzák meg, amelyekkel a filozófusok ruházzák fel az embereket, vagy amelyeket ők sugalmaznak nekik, hogy az emberek általuk megértsék magukat, hanem a technikai szabványok.” Friedrich KITTLER, *A szimbolikus világa – a gép világa*, ford. FENYVES Miklós, Prae, 2014/4., 106.

9 KULCSÁR SZABÓ, *l. m.*, 289. (Kiemelés az eredetiben.)

*önmaga felől* próbáljuk megérteni? Valószínűleg ez lehet az a sarkalatos pont, ahol a bölcsész logika és a természettudományos magyarázat radikálisan elválik egymástól, s kétféle úton indul tovább. Talán nem annyira meglepő, hogy ezzel a kettősséggel az utóbbi is maximálisan tisztában van, és ezt nem igazán vehetjük hallgatásnak. Egy példa a sok közül:

Az embert [...] gyakorlati és jogi szempontból nem tekintjük állatnak. [...] Másfelől meg nyilvánvalóan állatok vagyunk, a megszokott állati testrészekkel, molekulákkal és génekkel.<sup>10</sup>

A helyzet pedig az, hogy ebből az utóbbiból is igen sok minden következik az ember „rendeltetésére” vonatkozóan. Többek között az is, hogy az „igazságra” vonatkozó kérdés nem minden esetben optimális, ha pusztán az *emberi* van a középpontjában. Kicsit élesebben fogalmazva: „Lázálok azt hinni, hogy az emberről lehetséges biológiai lényegétől eltekintve beszélni, ez a lázálok azonban csaknem egy egész évszázadon át az embertudomány címet bitorolta.”<sup>11</sup> (Ha valakit ez a témakör és ennek háttere részletesebben érdekel, feltétlenül olvassa el Frans de Waal *Elég okosak vagyunk, hogy megértsük, milyen okosak az állatok?* című könyvét.)

Nem tartom kizártnak, hogy ebben a szituációban éppen azért nyílik lehetőség a párbeszédre, mert *különböznek* a kultúrára vonatkozó előfeltevések. Bölcsészlet és természettudomány reflektált összekapcsolása ezért akkor lehet gyümölcsöző, ha az egyik a másiktól nem *saját* álláspontjának visszaigazolását várja, s nem zárja ki, hogy a partner esetleg olyasmivel is előrukkolhat, ami alapján módosítható az előzetes elméleti keret, a kimondatlan előfeltevések hálója. Nagyon sok példát lehetne hozni az ilyen típusú kapcsolatra, főként azokról a tudományterületekről, melyeken felvetődik a *science* és a *fiction* közti határvonal kérdése.<sup>12</sup> *A természeti és a kulturális mintázatok (vagy hálózatok) ki-*

---

10 Jared DIAMOND, *A harmadik csimpánz felemelkedése és bukása*, ford. GYÖRVÁRI Borbála, Typotex Kiadó, Budapest, 2002, 7.

11 Edgar MORIN, *Az ember belső megettőződöttsége*, ford. BALOGH István = Dietmar KAMPER – Christoph WULF szerk., *Antropológia az ember halála után*, Józsoveg Műhely Kiadó, Budapest, 1998, 22.

12 Ilyen például a Richard Dawkinsnak köszönhetően létrejött memetika, amely evolúciobiológiai alapú univerzáldarwinista kulúraelméletként kísérletet tesz a

*alakulásával, működésével és előrejelzésével foglalkozó interdiszciplináris kutatások* aligha vonhatják ki magukat ez alól. Sőt, az is megkockáztatható, hogy némely probléma *nem* írja elő, hogy valójában kiknek, a tudomány mely területén dolgozóknak kellene megoldaniuk azt. (A különféle bizottságok összeállítása-kor ezt nagyon sok helyen figyelembe veszik, és arra törekcszenek, hogy minél kompetensebb és egyben minél poliperspektivikusabb legyen a döntéshozatal.)

Az elmúlt években több egyetemen – Pécsről Komáromon és Nyitrán keresztül Pozsonyig – számos szabadon választható kurzust tartottam a tudományos gondolkodásról és a tudománynépszerűsítő irodalomról. Az órák némelyikén meg szoktam kérni a hallgatóimat, hogy válaszoljanak néhány egyszerű kérdésre írásban (még a félév elején vagy közben, tehát nem számonkérésről, vizsgáról van szó). A szintfelmérő tesztek – mellyel felmérhető, hogy mire lehet alapozni a kurzuson, hogyan épüljön fel a modulrendszer, hol legyenek a súlypontjai – ilyen és ezekhez hasonló random kérdéseket tartalmaznak:

- Mi a hozzánk (tehát a Földhöz) legközelebb eső csillag neve?
- Létezik-e antianyag?
- Vannak a paradicsomnak génjei?
- Hány baktérium van egy egészséges ember egyetlen csepp nyálában?
- Mi a különbség a hólyagcsíra és a magzat között?
- Miből adódik a négy évszak?
- Mi működteti a víz körforgását?
- Hányféle halmazállapot létezik?
- Mekkora a foton tömege?
- Hány évvel ezelőtt történt az ősrobbanás?
- Hány százaléka halt ki a valaha létezett földi fajoknak?
- Mi az úgynevezett placebo-hatás lényege?
- Milyen tények támasztják alá a globális felmelegedést?
- Igaz-e, hogy az evolúció-elméletet már megcáfolták?

---

kulturális evolúció alapegységének meghatározására, de kérdéses, hogy a mémek fizikai entitások-e. (Ha ugyanis nincs kódolóapparat és genotípus, akkor nem lehet tetten érni a másolást. Vö. BINZBERGER VIKTOR, *Léteznek-e a mémek?* = LÁSZLÓ János – KÁLLAI János – BERECZKEI Tamás szerk., *A reprezentáció szintjei*, Gondolat Kiadó, Budapest, 2004, 304–317.) Ezt az eldöntetlenséget aztán érdekes irányban módosíthatja a neuroplaszticitás, mely szerint a kulturális tevékenységek is befolyásolják az agyi huzalozást.

- Görbült geometriai felület a henger?
- Érvényesek-e a fizika törvényei egy másik galaxisban?
- Alkalmas-e betegségek gyógyítására az aromaterápia? Stb.<sup>13</sup>

Az eredmény általában nem túl lelkesítő. A válaszolók több mint fele (ez az arány évek óta szinte semmit sem változik, szinte csoportfüggetlen) nem tudja például, hogy a hozzánk legközelebb eső csillag a Nap, hogy a Föld tengelyferdesége felelős az évszakok váltakozásáért, vagy, hogy a földi fajoknak kb. a 99, közel 100 százaléka halt ki, s hosszú távon minden faj sorsa a kihalás. (Arról nem is beszélve, hogy úgy tudják, az evolúció-elméletet megcáfolták.) Mind-ebből azt a tanulságot szoktam újra és újra levonni, hogy a bölcsészterületeken tevékenykedő diákok tudományos képzése mintha kissé megoldatlan lenne.<sup>14</sup> De jó úton járunk-e, ha csak az adatokra koncentrálnak? Nem feltétlenül. *A tudomány ugyanis nem a tények összessége, hanem szemléletmód vagy adatkezelés, a kritikai, szkeptikus gondolkodás képessége.* Vagyis az adat csak kiindulópont lehet, az ahhoz való viszony kiépítésével kezdődik az igazi munka. (Ezért kellene a bölcsészképzést olyan tárgyakkal kezdeni, melyek az információ státuszával és hozzáférhetőségével foglalkoznak – mint például a netfilológia.)

Ennek az újkori dilemmának a feloldására persze már többféle releváns javaslat született. Francis Crick egy előadásából kiviláglik, hogy a bölcsészhallgatók természettudományos alapképzése hihetetlenül elhanyagolt terület (tudásaink persze – szerencsénkre – próbálkoznak, pl. Leon Lederman a chicagói egyetemen *Kvantummechanika költők számára* című kurzusán „ijesztgette” a

13 Az ilyen jellegű kérdéssorok összeállításához remek kiindulópontot nyújtanak az ilyen típusú kiadványok: Natalie ANGIER, *Az alapok*, ford. HORVÁTH Zita, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2010.

14 Hasonló példák számszámra említhetők sok-sok területről. Radnóti Katalin a '90-es években végzett – az atomenergiával kapcsolatos tájékozottsággal foglalkozó – kutatásai alapján fogalmazta meg a következő, igen fontos tanulságot: „Az atomerőművekkel és a radioaktív hulladéktárolóval kapcsolatos kérdésekre érkezett válaszokból az látszik, hogy a gyerekek gondolataiban igen magas százalékban tapasztalható bizonytalanság, téves, áltudományos nézet. Egyértelmű kapcsolat mutatható ki viszont a témával kapcsolatos magasabb szintű tudás és a kérdés kedvezőbb megítélése szempontjából.” RADNÓTI Katalin, *Az atomenergia megítélése és a természettudományos tanárképzés*, Iskolakultúra, 1996/4., 68. Az áltudományos nézetek elleni küzdelem az oktatásban alighanem az egyik legfontosabb feladat, mely ráadásul soha nem juthat nyugvópontra, folyamatos tanári munkát igényel.

humánszakos diákokat), ugyanakkor számos buktatót rejt magában. Melyik az a témakör, amelyik a legalkalmasabb az ismeretek megalapozására? C. P. Snow pár évtizede úgy vélte, hogy a termodinamika második főtétele tölthetné be ezt a szerepet (az entrópia elterjedt metafora az irodalomértésben, illetve nélkülözhetetlen fogalom az információelméletben is), ám irodalmár ismerősei javaslatát tréfának vélték. Később Snow a DNS szerkezetének és replikációjának oktatását javasolta, hasonló sikerrel. Crick pedig annak adott hangot, hogy – elfogadva Jacob Bronowski véleményét – az általános képzésbe beépülhetne az állati viselkedés tanulmányozása (az etológia). Érvei figyelemreméltóak:

Ez a diákok számára azzal az előnnyel jár, hogy élő és fejlődő tudományát tanulnak meg, amelynek eredményeit azután is követhetik, hogy elhagyták az egetemet. Ezenkívül eléggé személyhez szólóan taníthat meg minket a tudományos tevékenység egyik legnagyobb tanulságára, mégpedig arra, hogy nem mindig igazán ismert számunkra az, ami annak látszik.<sup>15</sup>

Crick javaslata rendkívül elgondolkodtató és valószínűleg sikeresen alkalmazható, magam azonban egyre inkább úgy vélem, hogy *a populáris kultúra és a tudomány közötti kapcsolatrendszer* lehetne az a kiindulópont, melynek értő oktatása enyhíthetné a fenti problémát. (Egy személyes megjegyzés ezzel kapcsolatban. Közél három évtizede annak, hogy ez a lehetőség megfogalmazódott bennem, és pontosan emlékszem, melyik olvasmány volt az, amely kiváltotta ezt az élményt. Stephen Jay Gould – aki a pelikoszauruszokról szóló munkájával kezdte pályafutását – rendkívül szórakoztató esszét szentelt Miki egér evolúciójának.<sup>16</sup> Eszerint a híres Disney-figurának ötven év alatt gömbölyűbb feje, nagyobb szeme és terjedelmesebb koponyája lett; vagyis Miki megfiatalodott... Ez a gondolatmenet késztetett arra, hogy feltegyem azt a kérdést, mi-

---

15 Francis CRICK, *Molekulákról és emberekről*, ford. ERŐS László Antal, Magvető Kiadó, Budapest, 1985, 112. Cricknek igazat adhatunk, éppen ezért a következő, az állati intelligencia kutatásában fordulópontot jelentő kiadványból lehetne kiindulni (fentebb más összefüggésben már emlegettük): Frans DE WAAL, *Elég okosak vagyunk, hogy megértsük, milyen okosak az állatok?*, ford. MÁTICS Róbert, Alexandra Kiadó, Budapest, 2018.

16 Stephen Jay GOULD, *Biológiai tiszteletadás Miki egérnek*, ford. RÓZSAHEGYI István = UÓ., *A panda hüvelykujja*, válogatta SOMLYÓ Bálint, Európa Könyvkiadó, Budapest, 1990, 103–120.

lyen eredményre vezetne egy ehhez hasonló vizsgálat *A nyolcadik utas: a Halál földönkívülijének, xenomorfjának* esetében.)

Már itt érdemes leszögezni, hogy nem önkényesen tételezett kapcsolatrendszeréről van szó (ahogyan ez később is folyamatosan látható lesz). N. K. Jemisin fantasy-író *Az ötödik évszék* című regényéhez írt kommentárjában így fogalmaz: „Ez a fantasy részben az űrben született. [...] Az ötlet csíráját a Launch Pad elnevezésű workshop adta, amelyen 2009 júliusában vettem részt. Akkoriban a NASA is támogatta ezt a programot, melynek célja az volt, hogy összehozza azokat, akik hatással vannak a médiára – meghökkentő módon ide tartoznak a science fiction és fantasyírók is –, és megértesse velük a nagybetűs Tudományt, ha már felhasználják a munkájuk során.”<sup>17</sup> Jemisin Hugo-díjas könyve remek példa arra, hogy egy olyan, olykor a tények világától a végletekig elrugaszkodott (vagy ekként kezelt) „műfajban” is, mint a fantasy, ott lehet a tudomány. Csak nem önmagában van ott, hanem sok-sok mindennel ötvöződik, ami kibontásra vár.

Innen nézve, Richard Dawkins – pár évvel ezelőtti – helyzetértékelését is érdemes komolyan venni: „Talán éppen mostanában vagyunk tanúi a tudományos és irodalmi szféra konstruktív összeolvadásának. Lehet, hogy ezekből nő majd ki [...] a »harmadik kultúra« [...]”<sup>18</sup> Az irodalom mellett persze más médiumok is különböző platformokat, lehetőségeket kínálnak e jelenség érzékeléséhez és alkalmazásához. (Az olyan típusú kiadványok pedig, mint például Sidney Perkowitz *Hollywood Science: Movies, Science and the End of the World*, illetve a tudománynépszerűsítés következőkben tárgyalt változatai tovább erősítik a szóban forgó kapcsolatrendszert.) Az alábbi kreatív projektleírás ehhez az interkulturális területhez nyújt fogódzókat, és ehhez kínál néhány mintapéldát. A javaslatok a praxis(om)ból származnak, nem pusztán elméleti szisztémaként vagy kipróbálatlan módszertanként kezelendők.

---

17 N. K. JEMISIN, *Az ötödik évszék*, ford. BALLAI Mária, Agave Könyvek, Budapest, 2016, 359.

18 Richard DAWKINS, *Gyertyaláng a sötétben: Életem a tudomány tükrében*, ford. KELEMEN László, Libri Kiadó, Budapest, 2015, 15. (Tudomány és irodalom komplementer kapcsolatáról sokat írt Jacob Bronowski is.)



## 1. Problémafelvetés: The Science of...

A Föld számos egyetemén folynak olyan izgalmas kurzusok, melyek a popkultúra elemeit használják tudományos kérdések felvezetésére. Csak egyetlen kiragadott példa. James Kakalios, a Minnesotai Egyetem fizikaprofesszora az alábbi címen hirdette meg egyik kurzusát: *Összes tudományos ismeretemet a képregényekből szereztem*. A szemináriumon a csoport abból indul ki, hogy minden szuperhősnek megengedik *egy* csoda kiváltságát, a mentességet a természet törvényei alól; s azt vizsgálják, hogy mely képességek hitelesek a fizika szemszögéből nézve. Vagyis képregényeket használnak a fizikai elvek illusztrálására. (Például a *Watchmen* világában szereplő Dr. Manhattan azért kék, mert az elektronok sebességének megváltoztatásával szabályozni tudja a kék árnyalatát, tehát a képességeinek a nagy része valóság, ha megengedjük az egyszeri csoda kiváltságát, nevezetesen, hogy uralni tudja kvantummechanikai hullámfunkcióját.) 2005-ben James Kakalios publikált is egy könyvet *The Physics of Superheroes* címmel, amely igen fontos kontextusba illeszkedik.

A populáris kultúra és a tudomány közti kapcsolatrendszer produktív értelmezéséhez és oktatásához ugyanis kiváló támpontokat nyújtanak a *The Science of...*-típusú könyvek. Ez a típus a tudománynépszerűsítő irodalom azon válfaja, amely nem *egy* tudományterületet vagy speciális eredményeket ismertet (bár azokat mozgósítja), hanem valamely népszerű alkotáshoz rendel hozzá releváns tudományos gondolatmeneteket. Így a tudomány nem önmagában áll, hanem valamelyik irodalmi mű vagy film komplexitását szemlélteti. Nemrég Stephen Baxter publikált egy ilyen jellegű könyvet a nagy sikerű *Avatar* című filmről (rendezte James Cameron), legutóbb pedig (2014-ben) Kip Thorne *The Science of Interstellar* című kötetét vehették kézbe az érdeklődők Christopher Nolan mesterművéről.<sup>19</sup> (Majd ezt követte – többek között – 2017-ben Patrick Johnson *The Physics of Star Wars: The Science Behind a Galaxy Far, Far Away* c.

---

<sup>19</sup> Kip Thorne könyve egy tudományos szempontból példaértékű film példaértékű elemzése, pazar vizuális tálalásban. Mindez a magyar kiadásra is vonatkozik: Kip THORNE, *Az Interstellar és a tudomány*, ford. KOVÁCS József, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2015.

könyve.) Ez a „műfaj” jelentős előzményekre megy vissza, érdemes ezek közül néhányat felidézni.

A műfajtömb iniciatív darabja Lawrence M. Krauss *The Physics of Star Trek* című munkája még 1995-ből (magyarul *A Star Trek fizikája* címmel jelent meg 2008-ban). Krauss félelmetes tudással felvértezve ír kedvenc sci-fi eposzáról. Egyrészt azt mondja, hogy „[...] a Star Trekhez hasonló tudományos fantasztikum segít tágítani az emberi képzeletet”,<sup>20</sup> másrészt leszögezi, hogy „[...] bármily lélegzetelállító legyen is a Star Trek világa, a valódi világegyetemben mindig felbukkannak olyan meglepetések, amelyek nagyobb szabásúak és különösebbek, mint bármi, amit egy forgatókönyvíró kitalálhat”.<sup>21</sup> A könyv ugyanakkor nem válik öncélú hibajegyzékké, ellenkezőleg, a szerző arra sarkallja a trekkereket (a ST-rajongókat), hogy próbáljanak lépést tartani a fizika táguló világával, hiszen kedvenc filmsorozatuk is arról győzheti meg őket, hogy a tudomány nagyon fontos szerepet játszhat az emberiség történetében (és jövőjében). Ezzel Krauss megragadja a *Star Trek* szellemiségének lényegét, hiszen mi volna annál magasztosabb cél, mint a világegyetem felfedezése: „Eljutni oda, ahová még senki sem merészkedett”. (A kultikus sorozatról később több hasonló, de kevésbé ismert, biológiai indíttatású könyv is napvilágot látott: Susan Jenkins – Robert Jenkins: *Life Signs: The Biology of Star Trek* [1998], Athena Andreadis: *To Seek Out New Life: The Biology of Star Trek* [1999].)

2007-ben *A Star Trek fizikája* új kiadásához Krauss írt egy bevezetést (a fentebb említett Kakalios-könyv előszavát is ő jegyzi), melyben így fogalmaz: „[...] úgy tűnt, hogy kollégáimat nagyon is megörvendezteti, hogy egy fizikáról szóló könyv tulajdonképpen bestseller lehet. És láss csodát, a könyv elindította »A ... tudományos alapjai« típusú könyvek sorozatát. Eleinte a Star Trek különféle problémáit taglaló könyvek jelentek meg tucatjával, melyeket aztán »A karácsony fizikája«, a »Harry Potter természettudományos háttere« típusú művek követtek.”<sup>22</sup> Krauss ezen a ponton Roger Highfield tudománynépszerűsítő könyveire utal, melyek közül az utóbbi, a *The Science of Harry Potter* – minden idők egyik legsikeresebb ifjúsági regénysorozatán keresztül, a potte-

---

20 Lawrence M. KRAUSS, *A Star Trek fizikája*, ford. HETTHÉSSY Judit Réka, Cartaphilus Kiadó, Budapest, 2008, 14.

21 *Uo.*, 16.

22 *Uo.*, 15.

risztika újabb fejezeteként – a modern tudomány élvezetes indirekt tárgyalását nyújtja a játékelmélettől az evolúcióig (2002-ben jelent meg). A *Harry Potter és... paradigmából* valóban már csak a „HP és a tudomány” hiányzott. (High-field után aztán a Mark Brake és Jon Chase szerzőpáros is publikált egy *The Science of Harry Potter*t 2017-ben.) Másrészt a „műfaj” expanziójára jó példa a Lois H. Gresh – Robert Weinberg szerzőpáros tevékenysége, akik számos ide tartozó izgalmas kiadványt írtak az utóbbi években: *The Science of Superheroes* (2002), *The Science of Supervillians* (2004), *The Science of James Bond* (2006), *The Science of Stephen King* (2007). Nézzünk egy további konkrét példát.

Jeanne Cavelos 1998-ban publikálta a *The Science of X-Files* című könyvét a nagy sikerű tévésorozatról, majd ezt követte egy évvel később a *The Science of Star Wars*, amely *A csillagok útján* címmel jelent meg magyar fordításban (2001-ben), és egy kissé körülményes alcímet visel: *Egy asztrofizikus független kutatásai az űrutazásról, az idegenekről, a bolygókról és a robotokról – különös tekintettel a Csillagok háborúja című film és könyv állításaira*. A korpusz elsősorban a planetológia, a xenobiológia és a robotika tudománya felől közelít a *Star Wars* világhoz. Kiindulópontja szerint „[...] bármennyire sem igyekezett George Lucas egy tudományosan hiteles világegyetem megalkotására, a tudomány éppen most teheti igazzá látomásait”.<sup>23</sup> (Az újabb részek és az újabb tudományos eredmények szinte megkövetelték a téma ismételt feldolgozását, amely meg is született 2016-ban: Mark Brake – Jon Chase: *The Science of Star Wars: The Scientific Facts Behind the Force, Space Travel, and More!*) A szerző (Cavelos) emellett a bevezetésben megfogalmazza a tudománypopularizáló irodalom egyik legfontosabb előfeltevését: „A könyv megértéséhez semmilyen különös tudományos felkészültségre nincs szükség.”<sup>24</sup> Itt álljunk is meg egy pillanatra.

Amit Cavelos állít, az a tudománypopularizálók számára evidens, és mindig ott lebeg a szemük előtt: nem a szűk szakmának, hanem a laikusoknak írnak. Vagyis veszik a fáradságot, hogy a lehető legérthetőbben, ugyanakkor a legponyosabban fogalmazzanak, de úgy, hogy ne vesszen el a problémák összetettsége. Erre a reflektált beszédmódra sok-sok példát lehetne hozni (Darwin vagy in-

---

<sup>23</sup> Jeanne CAVELOS, *A csillagok útján*, ford. STEINBACH Júlia – MICSIK Tamás, Athenaeum 2000, Budapest, 2001, 12.

<sup>24</sup> Uo., 12.

kább Kepler óta),<sup>25</sup> álljon itt egy olyan, amely valóban/szintén nehéz feladatról szól. A Brian Cox és Jeff Forshaw szerzőpáros így kezdi  $E=mc^2$  című mértékadó kötetét:

Könyvünk megírásával az volt a célunk, hogy kifejtsük Einsteinnek a térről és az időről szóló gondolatait, szándékaink szerint a lehető legegyszerűbben, de úgy, hogy az Olvasó is meglássa ennek az elméletnek a különös szépségét. Eljutunk a híres egyenlethez, amely kimondja, hogy  $E=mc^2$ , miközben nem használunk Pitagorasz tételénél bonyolultabb matematikát.<sup>26</sup>

Ez az a maxima, az így felfogott közérthetőség kritériuma, amely ezt a műfajt életre hívta, és a mai napig meghatározza/meghatározta az olyan tudósok gondolkodásmódját, mint Richard P. Feynman, Francis Crick, James D. Watson, Stephen Hawking, Roger Penrose, Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, Fred Hoyle, Claude Allègre, Daniel C. Dennett, Peter Atkins, Edward O. Wilson, Leonard Mlodinow, Steven Pinker, John D. Barrow, Paul Davies, Ernst Mayr, John és Mary Gribbin, Martin Rees, Jared Diamond, Steven Weinberg, François Jacob, John Maynard Smith, Matt Ridley, Oliver Sacks, Natalie Angier, William H. Calvin, Douglas R. Hofstadter, Desmond Morris, Simon Singh, Michio Kaku, Steve Jones, Brian Greene, Susan Greenfield, Sean Carroll, Jean-Pierre Changeux, Siddhartha Mukherjee, Dick Swaab, Ian Stewart, Ben Goldacre, Norman Doidge, Marcus du Sautoy, Elizabeth Kolbert, Lee Smolin, Mark Buchanan, Michel Jovet, Brian Cox, Emily Anthes, Nick Lane, Neil deGrasse Tyson, Bryan Gaensler, James Gleick, Richard Pank, Susan Blackmore, Neil Shubin, Dougal Dixon, Jim Al-Khalili, Johnjoe McFadden, Yuval Noah Harari, David Eagleman, Carlo Rovelli, a néhai kiváló

---

25 Előbbinek *A fajok eredete* (1859), utóbbinak *A hatszögletű hópehely* (1610) c. munkája említhető itt. Mindkettőnek sikerül közvetítenie a tudomány örömét. Gondolatmenetünk szempontjából lényegtelen, hogy melyiket tekintjük a tudománynépszerűsítő irodalom kezdetének. Sokat publikált ebben a műfajban egyébként George Gamow is, gondoljunk például a neves elméleti fizikus *Mr. Tompkins sorozatára*. (Kepler munkájának jelentőségéhez: Brian COX – Andrew COHEN, *A természet erői*, ford. Both Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2017, 18–21.)

26 Brian COX – Jeff FORSHAW, *E = mc<sup>2</sup> (De miért olyan nagy ügy ez?)*, ford. PATAKI János, Európa Kiadó, Budapest, 2012, 7.

Carl Sagan, David Attenborough és társaik.<sup>27</sup> Könyveik tehát eleget tesznek azon követelményeknek, melyeket Charles Simonyi vázolt fel az Oxfordban alapított Public Understanding of Science (kb. Tudománynépszerűsítő Tan-szék) irányelveként (Dawkins megfogalmazásában):

Ne beszélj nagyképműen! Próbálj fellelkesíteni mindenkit a tudomány költészetével; magyarázataid legyenek olyan egyszerűek, amennyire azt a tisztesség megengedi, ugyanakkor ne kerülj el a nehéz kérdéseket! Különös figyelemmel igyekezz azoknak magyarázni, akik maguk is erőfeszítéseket tesznek a megértés érdekében!<sup>28</sup>

Érdemes itt röviden utalni a témakör magyar fejleményeire. (Klasszikusként – a Nobel-díjasok írásai mellett – alighanem Simonyi Károly *A fizika kultúr-története* c. kitűnő, formai-tipográfiai tekintetben is példaértékű, multifunkcionális munkáját és Pólya György *A gondolkodás iskolája* c. alapművét kellene emlegetnünk [benne a híres stratégiaagyűjteménnyel].)<sup>29</sup> Barabási Albert-László – ez idáig öt kiadást megért – *Behálózva* című könyve (nemzetközi bestsellere a hálózatalméletről) angol nyelven íródott ugyan (mint Pólya György munkája), de tartsuk nyilván magyar vonatkozású teljesítményként is. Másrészt az egyik legjobban sikerült ide tartozó alkotás, Jékely Gáspár *Mester, ébren vagy?* című könyve a tudománynépszerűsítő irodalmon belül is abba a csoportba illeszkedik, mely az interkulturális párbeszéd egyik leghatékonyabb ösztönzője lehetne. Ez a tudományos kalandsztori alműfaja, melynek egyik mintapéldája Brian Sykes *Éva hét leánya* című konstrukciója. Ebben, miután a szerző átfogó képet nyújtott a mitokondriális DNS kutatásának aktuális eredményeiről, tehát a szakmai narrációt követően, *novellákat* olvashatunk, melyek megfeleltethetők az emberi faj történelméről szóló tudományos fikció egy-egy fejezetének.

---

27 A kérdéskör tágabb kontextusához: Richard DAWKINS, *The Oxford Book of Modern Science Writing*, Oxford University Press, Oxford – New York, 2008. (A felsorolás igen hosszan folytatható.)

28 Richard DAWKINS, *A Valószínűtlenség Hegyének meghódítása*, ford. ORTMANN-NÉ AJKAI Adrienne, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001, 7.

29 A tudományos ismeretterjesztés egyik legnagyobb alakja Magyarországon Öveges József volt, akinek könyvei és tévéműsorai ugyancsak klasszikusokként vonultak be a médiatörténetbe.

Ezeket azonban már nemcsak a természettudomány logikája vezérli, hanem a biológiai science fictionhöz (vagy a hard sf-hez) hasonlóan a szöveg kettős – esztétikai és reprezentációs – kódolása.

A *Mester, ébren vagy?* a platóni dialógusok oldott nyelvén, egy virtuális időutazás keretében beszéli el az alcímben foglalt biológiai problémák kialakulásának történetét. A roppant tanulságos és érdekfeszítő elméleti fejtegetéseket még hozzáférhetőbbé teszik a háttérben zajló humoros események, illetve Démokritosz és tanítványa – a tanköltemények hagyományát is felelevenítő – kommentárjai. A szerző ezeken a pontokon rendkívül hatékonyan közelíti művének tudománytörténeti beszédmódját a szépirodalomhoz, miközben nem számolja fel a két terület egymással szembeni idegenségét. Tehát az elméleti részek mégis tudományosan értékelhető eszmefuttatások maradnak. Mindezzel nem csak a magyar tudományosság jár jól, hanem az a „műfaj” is, amely nélkül nehezen képzelhető el a természettudomány felől a bölcsészettudomány felé történő információáramlás. Almár Iván, Beck Mihály, Bereczkei Tamás, Bödök Zsigmond, Csányi Vilmos, Csermely Péter, Czeizel Endre, Czelnai Rudolf, Egyed László, Galántai Zoltán, Gánti Tibor, Géczi János, Géczy Barnabás, Hargittay István, Horváth Dezső, Kampis György, Kereszturi Ákos, Kutrovácz Gábor, Láng Benedek, Mérő László, Mészáros Ernő, Miklósi Ádám, Müller Pál, Neumann János, Pálffy József, Pléh Csaba, Rényi Alfréd, Selye János, Szathmáry Eörs (John Maynard Smith társszerzőjeként), Szent-Györgyi Albert, Teller Ede, Vida Gábor, Venetianer Pál és Zemplén Gábor (stb.) egyes könyvei ugyancsak beilleszthetők ebbe a kontextusba.<sup>30</sup> Említésre méltó továbbá Kánai András *Holnap történt* című könyve, amely a világunkat meghatározó öt aktuális témakört jár körül sci-fi ötletekből kiindulva. A koncepció lényege tökéletesen idevág:

[...] először összefoglalom, hogyan jelent meg az adott téma a science fiction irodalomban, majd aztán bemutatom, hogy mennyi a valóságalapja a jelenben, és milyen irányok és trendek várhatóak a közeljövőben. [...] Könyvem gondolat kísérellet arra, hogy – miközben bejárjuk a közeljövő izgalmas tereit: egy ku-

---

30 Nem volna hiábavaló egy olyan kiadvány összeállítása, mely Dawkins *The Oxford Book of Modern Science Writing*jának magyar változata lehetne. A magyar nyelvű tudománynépszerűsítés is megérdemelne egy ilyen szövegyűjteményt.

tatólaboratóriumot, ahol már az álmokba avatkoznak be; egy mesterséges úszó platformot, ahonnét egy kábel nyúlik a világűrbe; szempillantás alatt felépülő házakat, és a Marsot, ahol egy föld alatti város létesülhet – milyen technológiai és társadalmi változások alakítják majd a következő nemzedékek életét.<sup>31</sup>

Túlzás nélkül állítható emellett, hogy a sci-firől nehéz elképzelni olyan profeszszionális munkát, amely megkerülné annak mindenkori tudományos háttérét. Példa erre Sánta Szilárd *Mesterséges horizontok* című könyve, melyben a választott regényekről szólva (William Gibson, Neal Stephenson, China Miéville, Iain M. Banks, Dan Simmons vagy Paolo Bacigalupi művei kapcsán) a memetikáról, a molekuláris biológiáról vagy a nanotechnológiáról is információkat kap az olvasó. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a kortárs sci-finek kötelező intertextusait képezik olyan tudományos munkák, melyek ismerete nélkül igen sokat veszít az elemző, ha az adott mű rétegzett értelmezését kívánja nyújtani. Megemlítendő továbbá, hogy magyar nyelven több releváns könyvsorozat is a rendelkezésünkre áll immár (bár egy-kettő megszűnt), hogy a szóban forgó területen, a tudománynépszerűsítés világában tájékozódjunk: Új Polihisztor, Korunk tudománya, Világ–Egyetem, Tudomány–Egyetem, Talentum Tudományos Könyvtár, Tudományos Kaleidoszkóp, Tudományok Kiskönyvtára, Tudományos Diákkönyvtár, Pont könyvek, GEO könyvek (Tudástár), a Typotex Kiadó kiadványai (melyek több sorozatba illeszkednek), a HVG Könyvek bizonyos darabjai stb.

Térjünk vissza a *The Science of...* típushoz. 1999-ben indult Terry Pratchett vállalkozása a *The Science of Discworld*, amelyet a mester Ian Stewart matematikussal és Jack Cohen biológussal közösen jegyez. (A II. kötet *The Globe* alcímmel 2002-ben, a III. *Darwin's Watch* alcímmel 2005-ben, a IV. *Judgement Day* alcímmel 2013-ban jelent meg.) Mind a négy kötetben felváltva szerepelnek a valóságra és a fikcióra vonatkozó fejezetek, így a *The Science of Discworld* a műfaj egy sajátos változatát hozza létre, mivel Korongvilág-történeteket is tartalmaz. Az utóbbiak például azzal kezdődnek, hogy a Láthatatlan Egyetemen egy kísérlet melléktermékeként megszületik egy párhuzamos világ, a Föld. Pratchett itt is elemében van. Ám a társszerzői is veszik a lapot, hiszen a Földet

---

31 KÁNAI András, *Holnap történt: Öt sci-fi téma, amely valósággá válhat*, HVG Könyvek, Budapest, 2018, 8–9.

és a földi tudományt a Korongvilág perspektívájából mutatják be, ezzel a gesztussal a két területet egymáshoz közelítik.

Folytassuk egy másik híres szériával. 2005-ben jelent meg Michael Hanlon *The Science of the Hitchhiker's Guide to the Galaxy* című munkája Douglas Adams kultikus regényciklusáról (magyarul *A Galaxis Útikalauz tudománya* címmel jött ki az Új Polihisztor sorozatban, az Akadémiai Kiadó gondozásában, 2011-ben). Hanlon szerint „[...] a Galaxis Útikalauz minden hóbortossága ellenére valódi tudományos és technológiai kérdéseket feszeget. Douglas Adams szépen ráült az Új Kozmológia – az Ősbummok, a fekete lyukak és a Nagy Egységesítés Elméletek – érdeklődéshullámára, és ügyesen meglovagolta.”<sup>32</sup> Ennek köszönhetően Adams ötletei szoros kapcsolatban vannak a modern kozmológia és az elméleti fizika eredményeivel. Hanlon könyve nemcsak rámutat ezekre a párhuzamokra, de számos téma érintésével (pl. időutazás, teleportálás, párhuzamos univerzumok) egyfajta tudományos útikalauzt hoz létre, miközben nem hagyja cserben a humorérzéke sem. (Dawkins szerint Adams humora nem is érthető a tudomány ismerete nélkül.<sup>33</sup>) A mű ily módon a tárgyához méltó „laza” olvasmány azoknak („stopposoknak és báméskodóknak”), akiket érdekel az Élet, a Világmindenség meg Minden.

Egy nemkülönben izgalmas szériáról, Philip Pullman Sötét anyag-trilógiájáról (amely időközben egy negyedik résszel is kibővült) a John és Mary Gribbin szerzőpáros publikált egy ide tartozó könyvet 2003-ban, *The Science of Philip Pullman's His Dark Materials* címmel. Az opus a regényekben felvetődő jelenségeket és tudományos problémákat járja körül (sötét anyag, kvantumvilágok, csillagpor, mágneses mező, északi fény, szimbiózis stb.), miközben megismerteti az olvasót a Gaia-hipotézissel, a sokvilág-elmélettel és a szubatomi részecskék viselkedésével. Eközben azt a dilemmát is meg kell oldaniuk a szerzőknek, hogy – ifjúsági regényekről lévén szó – a tudományt is az adott korosztálynak megfelelő szinten találják. A szerzők, profi ismeretterjesztők lévén, természetesen ezt is megoldják, így a fiatalabbak számára is befogadhatóvá

---

32 Michael HANLON, *A Galaxis Útikalauz tudománya*, ford. KOVÁCS Levente, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011, 10. (Hanlon szerint Hawking könyveinek sikerét Adams regényei alapozták meg. Megfontolandó összefüggés...)

33 Vö. Richard DAWKINS, *Douglas siratása*, ford. ANGSTER László = UÓ., *Az Ördög Káplánja: Válogatott tanulmányok*, Vince Kiadó, Budapest, 2005, 212. (A témához a *Douglas Adams magasztalása* c. esszé is ajánlható ugyanott.)



teszik a tudomány működését, emellett közel hozzák a meglehetősen komplex Pullman-szöveg sok-sok elgondolkodtató részletét.

Ezzel visszaértünk Stephen Baxterhez. A *The Science of Avatar* 2012-ben látott napvilágot, a szóban forgó műfaj egyik remek darabjaként. A Pandora flórája és faunája, a lebegő hegység, az őslakos Na'vik felejthetetlen látványvilágot alkottak a mozivásznak, s egyben tudományos alapokon nyugvó fikció részét képezték. Baxter joggal jegyzi meg könyve végén: „Az *Avatar* csodálatos volt, és a valóság is meglehetősen csodálatos. És minél inkább értjük, annál csodálatosabbá válik számomra.”<sup>34</sup> A *The Science of...* típusú tudománynépszerűsítő könyvek egytől egyig hozzásegítenek ahhoz, hogy a diákokkal közösen osztozzunk ebben a csodálatban, ugyanakkor nyilvánvalóvá teszik, hogy a tudomány nemcsak ott van a popkultúra egy része mögött, de bizony résen is van. Ha azt hisszük egy ötletéről, hogy fokozhatatlan, majd a tudomány alapján meg is értjük azt, kiderül, hogy nem veszi el a varázsát, hanem még érdekesebbé válik. És mindez talán fordítva is igaz, a popkultúra nagyon is képes rávilágítani arra, hogy a tudomány is lehet népszerű. Anélkül, hogy Baxtert felmondanánk, nézzük, mire alkalmas, milyen lehetőségeket rejt magában ez a „műfaj”, hogyan vonható be a bölcsészképzésbe.

---

34 Stephen BAXTER, *The Science of Avatar*, Orbit, New York, 2012, 267.

## 2. Az Avatar és a tudomány

Tételezzük fel, hogy tudományos ismeretterjesztő kurzust kell tartanunk az *Avatar* című filmről, vagy fordítva: a filmről indítunk egy kurzust, amely alkalmas lesz arra, hogy tudományos széljegyzetekkel lássuk el a produkciót. (Fontos tudatosítani, hogy a kiindulópont a film, a látványt és a történetet egyaránt meghatározó dimenzió, s erre épül a tudományos magyarázat. Fontos továbbá, hogy nem arra törekszünk, hogy vitába szálljunk a film készítőivel, hiszen az alkotói szabadságot érdemes tiszteletben tartanunk. Ugyanakkor olyan gondolatmeneteket is felépíthetnénk, melyek a tudomány felől cáfolnak bizonyos megoldásokat, de ez egy más típusú kifejtést igényelne.<sup>35</sup> Projektünkben felmutatjuk a működő párhuzamokat, nem állítunk össze hibajegyzéket.) A következőképpen lehetne eljárni.

Az első gondolatmenetet a Pandora biológiájának szentelhetnénk. Ezt még minimum három eszmefuttatás egészíthetné ki, melyek a szóban forgó hold fizikájáról, kémiájáról, majd pedig a návik (a pandorai őslakosok) kultúrájáról szólhatnak. Természetesen, közben ki lehetne térni az *Avatar* világával kapcsolatos kozmológiai, ökológiai, geológiai stb., illetve a földi technológiával kapcsolatos kérdésekre is, melyeket az említett részekbe olvaszthatnánk. (A helyszínhez: a hozzánk legközelebb eső csillagrendszer, az Alfa Centauri majdnem négy és fél fényévyire van, tehát egy hipergyors űrhajóval – ahogy az *Avatar* elején hallhatjuk – oda-vissza minimum kilenc évig tartana az út, a mai technológiával pedig sok-sokezer évig. Illetve a főszereplő videonaplója is ugyanyennyi idő alatt jutna el hozzánk küldeményként, a Földön négy és fél évvel a felvétel után lenne olvasható.)

Ha mindezzel megvagyunk, levezetésképpen jöhetnének a film fogadtatás-történetének főbb csomópontjaihoz (és elágazásaihoz, pl. a Pocahontas-párhuz-

---

<sup>35</sup> Egy kiragadott példa erre: Neil DEGRASSE TYSON, *Hollywoodi éjszakák*, ford. LAKI Mihály = Uő., *Ha felfal egy fekete lyuk: És egyéb kozmikus komplikációk*, Kossuth Kiadó, Budapest, 2017, 303–311. A remek tanulmányban a szerző bemutatja, hogy milyen csillagászati hibák fordulnak elő különböző filmekben. (Cameron *Titanic*ja is szóba kerül...)

zam vs. hard sf-kontextushoz, illetve a posztmodern megoldásokhoz)<sup>36</sup> fűzött reflexiók (a kritikai észrevételek is), óra végi beszélgetések formájában. A lehetséges gondolatmenetek közül hármát-négyet máris felvázolnék. (A továbbiakban tehát nem komplett műelemzések következnek, hanem valamilyen ideiglenesen kiemelt [mikro]mechanizmus mentén felskiccelt esettanulmányok, jelenségelemzések a tudománynpszerűsítő irodalom alkalmazásával. Ezek mindegyikét kipróbáltam a szabadon választható kurzusaim valamelyikén; a Selye János Egyetem volt diákjai – akik a C-s sávba tartozó óráimat [Fejezetek a populáris kultúra történetéből, Tudománynpszerűsítő irodalom, Fejezetek a filmsztétikából] látogatták – könnyedén ráismerhetnek a gondolatmenetekre.)

## 2.1. Az Avatar biológiája: Gaia-szemlélet

Kezdjük a Pandora biológiájáról szóló résszel. Az alábbiakban egy igen lényeges és egyre fontosabbá váló tudományos hipotézis felől fogjuk szemügyre venni a filmet. Az egyik látványos jelenetben ugyanis, amikor Jake Sully (Sam Worthington) avatarja Eywa („a helyi istenség”) segítségét kéri, közben úgy utal az emberi fajra, mint amely megölte Földanyát, s most hasonlóra készül a Pandorán is (a Mindenek Anyja ellen). Ez a mondat nemcsak a történet aktualitására (globális, planetáris szintű katasztrófaveszély) mutat rá, de – a Pandora és a Föld párhuzamán keresztül – egy teóriára is utal, mégpedig az ún. Gaia-hipotézisre. Először is tehát főbb vonalakban J. E. Lovelock *Gaia* című nagy hatású munkájával kell szembesülnünk, s ezt érdemes megismertetnünk a diákokkal is (ha már ismerik a gondolatot, akkor a mozaikokból összerakhatjuk és kiegészíthetjük).

Lovelock mindjárt a könyve elején elválasztja modelljét a „Földanya él” kijelentésre támaszkodó vallásos hittől, majd így definiálja tárgyát:

---

36 Az utóbbi szempontoz: NÉMETH Zoltán, *Az Avatar posztmodern stratégiája*, Opus 8, 2010/5., 74–82. (Kötetben: Uő., *Feszített nyelvtükör*, NAP Kiadó, Dunaszerdahely, 2011, 173–187.) A tanulmány használható kiindulópontokat nyújt a következő témakörökhöz: *Az Avatar és a mitológia*, *Az Avatar és a kultúra*, *Az Avatar és az identitás/test*. Továbbá: HÓDOSY Annamária, *Biomozsi: Ökokritika és populáris film*, Tiszatáj, Szeged, 2018, 170–178.

Az űrutazásoknak nemcsak annyit köszönhetünk, hogy a Földet új nézőpontból láthatjuk. Információkat is szolgáltatnak légköréről és felszínéről, melyek újfajta betekintést nyújtottak élő és szerves részének kölcsönhatásába. Ebből származott az a feltevés és modell, amely szerint a Föld élő anyaga, valamint a légkör, az óceánok és a földfelszín olyan összetett, együttes szervezetnek tekinthető, mely képes bolygónkat az élet számára megfelelő állapotban tartani.<sup>37</sup>

A gondolatmenet legfőbb kérdése innentől kezdve egyértelműen az, tételezhető-e, kimutatható-e Földünk esetében egy bolygóméretű szabályozórendszer. Ehhez a kibernetikai dilemmához adódnak hozzá a biológiai, kémiai, geológiai, ökológiai stb. bizonyítékok, illetve különféle ismeretek a természettudomány határterületeiről. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy Gaia önálló élőlény volna, vagy ami még nagyobb félreértés: lenne lelke (vagy tudata). Ha mindezt megfontoljuk, és Lovelockot pontosan olvassuk, világosabbá válik könyvének mondandója is. A Föld a bioszféra hordozójaként számos olyan tulajdonsággal rendelkezik, melytől elválaszthatatlan egy másik, rá épülő vagy tőle függő jelenségcsoport. Innen nézve a bolygó egy *biokibernetikus, komplex hálózatrendszer*, melynek olyan elemei is vannak, amiket a részei önmagukban nem tartalmaznak. Ez nem egy központi tudat eredménye, hanem az élet és a különböző hálózatok sajátossága (vö. konnektográfia). Lovelock szerint ebben az összefüggésben kellene megpillantanunk Földanyát. *Globálisan* szemlélve a környezetünket. Ezt a perspektívát folyamatosan hangsúlyozza a szerző, miközben a légkörről, az éghajlatról és a tengerekről beszél.

Itt akár meg is állhatnánk, hiszen ennyi elégséges az *Avatar* biológiai koncepciójának megértéséhez, de valamit még nyomatékosítanunk kell.

Gaiai szempontból – írja Lovelock – minden olyan kísérlet, amely az embernek alávetett bioszférát próbálja igazolni, éppúgy kudarca van ítélve, mint a jóindulatú gyarmatosítás hasonló elképzelése. Valamennyi efféle gondolat azt feltételezi, hogy az ember ennek a bolygónak birtokosa: ha nem tulajdonosa, akkor hát bérlője. [...] A Gaia-elmélet tartalma az, hogy bolygónk stabil állapota az embert

---

37 J. E. LOVELOCK, *Gaia: A földi élet egy új nézőpontból*, ford. ifj. ÁRKOS Antal, Göncöl Kiadó, Budapest, 1987, 12.

valamilyen nagyon demokratikus egység részeként vagy társult tagjaként veszi figyelembe.<sup>38</sup>

Ezek a mondatok remekül illeszkednek az *Avatar* problematikájához is, áttérhetünk tehát a pandorai élővilág legfontosabb elemének felvázolására.

A Pandora Darwinja, Grace Augustine (Sigourney Weaver alakítja) a következőképpen jellemzi a hold biológiai folyamatait egy parázs vita során:

Ez egy mérhető biológiai jelenség az erdőben. Egyelőre annyit tudunk, hogy ez valamiféle sajátos elektrokémiai kommunikáció az egyes fák gyökérzete között. Olyan, mint ami az idegsejtek között van, és minden egyes fának tíz a negyedik ilyen kapcsolata van a szomszédos fákkal, és összesen van tíz a tizenkettődik fa Pandorán. [...] Az emberi agyban sincs ennyi kapcsolat. Ez egy hálózat, ez egy globális háló, amibe a návik képesek belépni, fel és le tudnak tölteni adatokat, emlékeket, olyan helyeken, mint amit most elpusztítottak. A kincsek ezen a bolygón nem a föld alatt vannak, hanem körülvesznek minket.

A Pandorán tehát – a fikció szerint – létezik egy olyan globális hálózat, amely biztosítja az élethez szükséges egyensúlyi feltételeket. A helyi őslakosok, a návik Eywának hívják ezt a szubsztanciát. Hitük szerint Eywa saját akarattal rendelkezik, legfontosabb ismérve az élet védelmezése. Grace kutatásai azonban éppen azt bizonyítják, hogy ez nem valamiféle „vudu humbug”, hanem tudományosan alátámasztható jelenség. Lovelocki megfogalmazásban: *Eywa*

---

38 *Uo.*, 192–193. Bár Lovelock ebben az idézetben is elméletként említi munkáját, ennek tudományos státusa sokáig vitatott volt. A Gaia-hipotézist ugyanis nagyon nehéz bebizonyítani. A Föld egészével lehetetlen kísérletezni, bár az bizonyos, hogy – a geológia erről végképp meggyőződött – élő és élettelen, szerves és szervesetlen rétegei dinamikus kölcsönhatásban vannak egymással. Ha elfogadjuk a bolygóléptékű szabályozórendszer elvét, akkor is tanácsosabb olyan hipotézisként kezelni, amely még nem szilárdult meg elméletként – sokáig ez volt a hivatalos álláspont. Ugyanakkor „[...] a NASA tudósai mára egyöntetűen felsorakoztak Lovelock mögé, mert a karrierjük jelenleg attól függ, fel tudják-e használni a Gaia-elméletet a Földön kívüli élet keresésében.” John GRIBBIN, *Egyedül vagyunk!*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2012, 43. Vö. továbbá: James LOVELOCK, *Gaia halványuló arca: Az utolsó figyelmeztetés*, ford. BARNÁ László, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010. A könyvben szerepel a következő megállapítás: „Az egykori hipotézis mára továbbfejlődött, és Gaia-elméletként ismert.” *Uo.*, 200. A jelenség: hogyan lesz a hipotézisből elmélet, tudománytörténeti kitérőt is lehetővé tesz.

*tartja egyensúlyban a Pandora ökoszisztémáját.* A nyilvánvaló Gaia-párhuzamon túl arra érdemes figyelni, hogy ezt a hálózatot az *Avatar* fizikai kontaktus-rendszerként viszi színre (még ha ennek minden elemét nem is látjuk). A fikció ezzel a megoldással eltávolodik ugyan egy spekulatív evolúciós állapot irányába, mégis visszakereshetően hű marad biológiai előfeltevéseihez, amennyiben abszolutizálja a szimbiózis hatalmát. („Feltehető tehát a kérdés, milyen szerepet szán a film az evolúciónak. Létezhet olyan világ, amelyben az állatokkal alkotott szimbiózis, az istennel folytatott párbeszéd és a halhatatlanság álma valóságos?”)<sup>39</sup> Ez a meghosszabbítás nem gyengíti, sokkal inkább felerősíti a koncepció Lovelocki dimenzióit.

Az *Avatar* tehát a legapróbb részletekig felépíti Pandorát (a levegőben cikázó bogaraktól kezdve a tavakban élő puhatestűeken keresztül a csúcsragadozó-ig),<sup>40</sup> miközben felkínálja a nézőnek, hogy méltányolja az idegenséget, távolodjon el a kolonializációt képviselő militarista nézőponttól, és szeressen meg egy biológiailag más, ám mégis lehetséges világot. (Ennek a remekbeszabott világépítésnek és vizuális kivitelezésnek köszönhető másfelől, hogy a néző úgy érezheti, ott van a Pandorán.) Ugyanakkor világossá teszi, hogy a Pandora globális hálózatában felfedezhetjük a Föld egy lehetséges szemléletének alapjait. Nyilvánvalóan ehhez segíthet hozzá a Gaia-hipotézis mint összekötő kapocs, s ezáltal annak felismerése, hogy ha Pandora mellé állunk, akkor a Földre is másként kell tekintenünk, miközben nem vonhatjuk le azt a passzív következtetést, hogy bolygónk vigyáz ránk (és önmagára).

Ez a tükörrjáték persze nemcsak akkor működik, ha a Lovelock-elképzelést előzetesen ismerjük, hanem pont fordítva: akkor is, *ha az ehhez hasonló koncepcióhoz a filmen keresztül jutunk el.* Amikor pedig a történet végén a Pandora élővilága egyöntetűen támogatja Jake csapatát (mintha az egyes fajokat közös akarat mozgatná), ez a megoldás a leglátványosabban támasztja alá a hold organizmusainak összekapcsoltságát, egy felettük álló, de tőlük mégsem függetleníthető vezérlőrendszer működését. (Baxter joggal játszik el azzal a gondolattal,

---

39 NÉMETH, *l. m.*, 183.

40 A xenobiológiai mozzanatokra itt nem térünk ki. Lásd erről: Maria WILHELM – Dirk MATHISON, *Avatar: Túlélési kézikönyv a Pandorához*, ford. TÓTH Tamás Boldizsár, Egmont Kiadó, Budapest, 2010, 48–144. (A Pandora fiktív élőlényei közül a legelképezetűbb talán a ropter nevű ragadozó, amely olyan generációs szimbiózist tart fenn, melyben „az új nemzedék funkcionál az előző generáció agyaként”. *Uo.*, 93.)

hogy mivel Eywa öregebb, mint Gaia, régebben evolválódott, ezért komplexebb lehet, sőt mintha a fák globális hálózatában felcsillanna a tudat is.<sup>41</sup> Erre mindjárt szánunk pár szót.)

Ha ezek után visszatérünk Lovelockhoz, és újraolvassuk a *Gaiát*, olyan tudományos szöveggént fog viselkedni, mintha az *Avatar* mellé készített kötelező olvasmány lenne. Innen nézve nem az lesz (vagy nem *csak* az lesz) a film központi problémája, hogy „mi a valóság?”, hanem az, hogy értjük-e az élet biológiai sokféleségének alapjait. Másfelől, ha elfogadjuk, hogy Gaia és Eywa az Anyatermészet metaforái, Pandora pedig *egyben* az idegenség és a Föld allegóriája, akkor az *Avatar* valóban több lesz, mint pusztán science fiction kalandfilm: egy új, ám mégis ismerős világ szinonimája. Egy olyan lovelocki világé, melyben az élet egy megbecsült hálózat, s mindenki tudatában van annak, hogy – az evolúció révén – ennek a folytonosságnak a része.

A film tehát tökéletesen alkalmas arra, hogy megközelítsünk általa olyan biológiai jelenségeket (pl. biodiverzitás, ökoszisztéma, szimbiózis), melyekről a diákoknak feltétlenül tudniuk kell(ene). Érdemes mindezt kiegészíteni a tudat megközelítésével.

## 2.2. Az Avatar és a tudat kérdése

Az *Avatar* című filmből kiragadott fenti idézet alapján – melyben Grace Augustine a pandorai fák hálózatát az emberi agy kapcsolatrendszeréhez hasonlítja: az előbbi felülmúlja az utóbbi összetettségét – bekapcsolható a tanórák menetébe a tudomány egyik legnagyobb rejtélye, a tudat problémája is.

Először érdemes megvilágítani, hogy a *lélek* fogalma és az abba vetett hit óriási karriert futott be az emberiség történetében. A kardiocentrikus (szívközpontú) világképeken belül elfogadott nézet volt, hogy az emberi szív a lélek lakhelye, a kephalocentrikus (agyközpontú) álláspont ennek az ellenkezőjét próbálta bizonyítani. (A görögök pl. mindazt, amit ma az agynak tulajdonítunk, a szívbe helyezték, az agyat pedig a lélek székhelyének tartották stb.)<sup>42</sup> E

---

41 Vö. BAXTER, *l. m.*, 232.

42 Részletesebben: Jean-Pierre CHANGEUX, *Agyunk által világosan: A neuronális ember avagy az agy kutatás keresztmetszete*, ford. GERVAIN Judit, Typotex Kiadó, Budapest,

hosszú – a két testképet hol ütköztető, hol keresztező – folyamat eredményeképpen elfogadottá vált, hogy a lélek nem lehet más, mint atomok és molekulák mozgása; másrészt tisztázódott a szív és az agy tényleges élettani funkciója (mindkettő bizonyos szempontból központi szervnek tekinthető).

Szeretjük azt gondolni – írja Eduardo Punset –, hogy az embernek van teste (amely magában foglalja az agyat is), és van elméje, vagyis lelke. És előszeretettel hisszük, hogy ez a lélek vagy szellem vezérli az agyat, ugyanúgy, mint ahogy mi a számítógépet. Mégis, bebizonyosodott, hogy mindazok a dolgok, melyeket a léleknek tulajdonítottunk, mint például az érzelmek, az erkölcs, a logikus gondolkodás, az érzékelés, a tapasztalás, mind-mind az agyszövetek fiziológiai tevékenységének eredményei. Az idegtudományok bebizonyították, hogy nem csupán *van* agyunk, hanem az agyunk *mi magunk vagyunk*.<sup>43</sup>

Innen nézve tehát a lélek koncepciója akár el is vethető. Másrészt különbséget kell tennünk *elme* és *tudat* között. Kicsit leegyszerűsítve, az elme egy élőlény vezérlő központja, míg a tudat az elme reflexív, értékelő és döntést hozó működése. Ugyanakkor tudatosnak tűnő döntéseink nagyrészt *tudattalan* tényezőknél nyugszanak, pontosabban: a tudattalan hatással van arra, milyen ítéletet alkotunk az adott információról. Az általunk érzékelt világ az elme tudattalan jelfeldolgozó munkájának tulajdonítható. Agyunk *automatikus* figyelembe veszi akaratumkat, álmainkat és vágyainkat, tudatalatti szinten kisimítja a tökéletlenségeket. Döntéseinknek ez a kétlépcsős játéktér (egyben agymodell) az eredője.

A neurotudományban kognitív zártságnak nevezik azt a jelenséget, hogy a tudat önmaga számára titok. „Túlélésünk érdekében ki vagyunk zárva saját agyunkból”<sup>44</sup> – ahogy Nick Lane fogalmaz. Ez a szituáció annak köszönhető, hogy magának a tudatnak kellene felismernie azt a mintázatot, ami önmagát lehetővé teszi. Ennek a mintázatnak a kutatása óriási interdiszciplináris vállalat-

---

2000, 11–44.

43 Eduardo PUNSET, *A lélek az agyban van*, ford. MATOLCSI Balázs, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2011, 109–110. (Kiemelés az eredetiben.)

44 Nick LANE, *Hajrá, élet! Az evolúció tíz legnagyobb találmánya*, ford. BOZAI Ágota, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2012, 320.



kozás,<sup>45</sup> ami számos elmélet megszületéséhez vezetett (pl. számítási elmélet, fegyelmi séma teória, integrált információs elmélet, globális neuronális munkatér-hipotézis), azonban egyelőre ezek egyikét sem fogadják el maradéktalanul. Nagyon is megfontolandó viszont Steven Pinker álláspontja, mely szerint:

Lehet, hogy nincs is szükségünk külön elméletre arról, hogy hol keletkezik az élmény az agyban [...], és hogy miért alakult ki az evolúció során. [...] Amire szükségünk lenne, az egy elmélet arról, hogy miként bontakozik ki a szubjektív élmény a puszta információs hozzáférésekből.<sup>46</sup>

Bár nem rendelkezünk egy ilyen elmélettel, a kérdéskörrel – attól függően, hogy milyen szerveződési szintet vizsgálunk – mégis igen sok mindent tudunk. Ha a tanórákon ez szóba kerül, akkor egyfajta elméleti kombinatorika működtetésével felvillanthatjuk, milyen kérdésekkel szembesülünk az agytól a tudat felé tartó közelítéssel. Felsorolok ezek közül néhányat:

- elektro- és biokémiai mintázat (a tudat az agyban képződik, de azon belül lokalizálhatatlan);
- szinkrontüzelés (semmi nem jut be az agyba, csak a neuronok tüzelnek);
- sikeres neurális kombinációk (az egy időben tüzelő neuronok közti kapcsolat megerősödik, a szelekció a neuronok fizikai tulajdonságaira hat);
- jelátalakítás (neuromoduláció);
- modellalkotás (amire nem képes a számítógép az idegsejttel szemben, pl. a memória és a nyelv programozható, az érzelem nem);
- autopoietikus (önépitő) rendszer (tudatos tapasztalat minden külső ok vagy inger nélkül);
- koherencia + képlékenység (egyetlen integrált érzékelés, de folyamatosan változik);

---

45 Néhány terület, amelyben felmerül a tudat problémája: fizika, kémia, genetika, embriológia, kognitív etológia, idegtudomány, orvostudomány (neurológia), kibernetika, informatika, mesterségesintelligencia-kutatás, komplexitás-elmélet, hálózatelmélet, evolúciós pszichológia, antropológia, nyelvtudomány, memetika, rendszerelmélet, tudatfilozófia, médiatudomány.

46 Steven PINKER, *Hogyan működik az elme*, ford. CSIBA Gergely, Osiris Kiadó, Budapest, 2002, 143.

- komplexitás (engram: egy emlék vagy gondolat fizikai lenyomata, amelyet néhány idegsejt összekötése alkot, az engramok összességéből, az idegsejtek elektromos és a gliasejtek kémiai, tér- és időbeli hálózatából kiemelkedik a tudat, tehát a tudat a sejtek közti kapcsolatrendszer terméke);
- önreprezentáció (annak tudása, hogy a külvilág hogyan hat a selfre);
- egyediség (mint az ujjlenyomat és a genetikai állomány, a saját viselkedéséről szerzett információkból, ezek reprezentációiból kialakul az én-tudat);
- csoportorientáltság (szinaptikus kommunikáció, az ember mint ökoszisztéma).

Sokak szerint fölösleges definiálni a tudatot, mások szerint nem is lehet, de ideiglenesen a fenti szempontokat összevonhatjuk, s akkor körülbelül a következő meghatározáshoz jutunk:

*A tudat jelek szelekciójára és átalakítására épülő, időbeli és térbeli modelleket alkotó, egyedi, autopoietikus, elektrokémiai alapú biokémiai információmintázat, egyben hurokrendszer, mely az idegsejtek kontaktusából és szinkrontüzeléséből adódóan a koherencia illúzióját teremti meg az érzékelés és az emlékezet, a külvilág és a self között, amit a neuronok fizikai tulajdonságának szelekciója, illetve az agykérgi régiók evolúciós, de az ontogenezis során módosuló fejleményei tesznek lehetővé az adaptív komplexitás és az ideghálózat önreprezentációs képességének kialakításával.*

Ne ijedjünk meg a definíciótól, inkább tegyük kockára az órán: kérjük meg a jelenlévőket, hogy próbálják egyszerűsíteni, és fontolják meg, hogy van-e jobb közelítés, fogalmazzák meg, esetleg mit hiányolnak belőle. Próbálják *egyszerűsíteni* a definíciót (az agykutatók, pl. Dick Swaab szerint a tudat mindössze az agy működésével azonos).<sup>47</sup> Ezek tárgyalásakor már felvethetjük, hogy a tudat elterjedtebb lehet, mint ahogyan azt régebben gondoltuk (pl. az agykéreg nélkül született gyerekek is mutatnak érzelmi reakciókat, az állatoknak is lehet tudatuk), viszont az eltérő közeg eltérő tudatokat hozhat létre. És ezzel vissza-

---

47 Vö. „Ha mindent bedobunk a tudat fazekába, majd jól megkavarjuk, kevesebb lesz az esélyünk, hogy a tudatot megértsük.” William H. CALVIN, *A gondolkodó agy: Az intelligencia fejlődéstörténete*, ford. CSILLAG András, Kulturtrade Kiadó, Budapest, 1997, 37.

kanyarodhatunk az *Avatar* című film világához.

A Pandora érdekessége, hogy a hold élő rendszere neuronhálózatként (is) működik. Fentebb azt mondtuk a Gaia-hipotézis kapcsán, hogy az ilyen jellegű hálózat nem egy központi tudathoz köthető, most viszont ezt megfordítva azt mondhatjuk – és ez nem paradoxon –, hogy tudatot eredményezhet. A film eljátszik azzal az ötlettel, hogy ha egy bolygó élőlényeit valahogyan összehuza-  
lozzuk, akkor az egy égitestnyi idegrendszert eredményezhet. A na'vik számára az ehhez való hozzáférést a varkocs biztosítja. A *Túlélési kézikönyv* ide vonatkozó részlete így szól:

A na'vik varkocsa első pillantásra nem tűnik többnek hosszú, meglehetősen hi-  
valkódó hajfonatnál. A látszólag hagyományos copf azonban idegkacsok bonyo-  
lult rendszerét rejt, s alkalmas arra, hogy más életformák hasonló funkciójú szer-  
vével összekapcsolódjon. Ez a kapcsolódás lehetővé teszi, hogy a na'vi érzékelje az  
állatok, a növények, sőt a hold energetikus és kinetikus jeleit. Egyesek szerint a  
na'vik varkocsuk segítségével rákapcsolódhatnak az egész holdat behálózó »ideg-  
rendszerre«, így hozzáférhetnek a pandorai élőlények kollektív tudásanyagához.<sup>48</sup>

Mivel a történet a tudat egyik testből a másikba való sikeres átköltöztetésé-  
vel zárul (és az avatar program alkotja ennek kontextusát), az ezzel kapcsolatban  
felmerülő problémákról is (és futurologiai távlatairól, bevonva a halhatatlan-  
ság technológiai ígéretét is) érdekfeszítő órai beszélgetések folytathatók. Illetve  
ilyen jellegű kérdések is megfogalmazhatók: A kapcsolatok növelése minden  
esetben tudatot eredményez? Milyen lehet egy idegen tudat, és el tudjuk-e  
gondolni? Mit érezhet a na'vi, ha meghal az, akihez kapcsolódik? A válaszokhoz  
a neurotudományok eredményeinek felhasználásával – valamivel – közelebb  
juthatunk, emellett a diákok képzeletét is dinamizálhatjuk (ez biztos). A kitérő  
után rátérhetünk a következő aaptudományra.

---

48 WILHELM – MATHISON, *l. m.*, 28–29.

### 2.3. Az Avatar fizikája: a szupravezetés

A Pandora fizikájáról szóló órákon arra a kérdésre kereshetnénk a választ, hogy miért lebeg a Halleluja-hegység. (Azt feltételezve persze, hogy az Univerzumban galaxisonként *nem* változnak a természeti törvények.) Valószínűleg minden néző emlékszik arra a jelenetre, mikor Jake először pillantja meg a helikopterből a felszín fölött több ezer méter magasságban lebegő kőtömböket. (Tényleg felejthetetlen és pazar látvány, amire Trudy, a pilóta reflektál is.) Bár kézenfekvő volna ezt a fiktív természeti csodát pusztán a *Túlélési kézikönyv a Pandorához* című kiadvány alapján magyarázni, inkább egy másik kitűnő műhöz fordulnék segítségért. Persze, Michio Kaku *A lehetetlen fizikája* című elképesztően szellemes könyve nem foglalkozik az *Avatar*tal (mert előbb íródott, amúgy illeszkedne a koncepcióba), mégis – az előbbi mellett – ezt fogjuk fellapozni a dilemma megközelítésekor.<sup>49</sup>

Elsőként tisztáznunk kell egy fontos részletet, ami a filmben kifejtetlenül marad. Megtudjuk, hogy az RDA emberei egy ritka ásványkincs miatt próbálják elüldözni a na'vikat. Továbbá azt is, hogy ez az anyag rendkívül drága (kilója 40 millió dollár). Nem kerül szóba viszont, hogy az unobtánium (így hívják a vegyületet) azért ilyen pokolian értékes, mert megoldhatná az emberiség energiagondját. Az unobtánium ugyanis *szupravezető*. Ami azt jelenti, hogy veszteség nélkül továbbítja az elektromos áramot. Az *Avatar* tehát azzal a lehetőséggel játszik el, hogy a Pandorán megtalálták a szilárdtest-fizika „Szent Grálját”. Kakutól tudjuk, hogy „Jelenleg a magas hőmérsékletű szupravezetés világrekordját a higany-tallium-bárium-kalcium-réz-oxid nevű anyag tartja, amelyik 138 K (-135 °C) hőmérsékleten válik szupravezetővé.”<sup>50</sup> Nos, a fikció szerint az unobtánium messze lekörözi ezt a „teljesítményt”, mivel a szoba-hőmérséklettől 1516 °C-os olvadáspontjáig megőrzi szupravezető képességét.

---

49 A szerző következő könyve viszont emlegeti az *Avatar*t: Michio KAKU, *A jövő fizikája*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2012, 80, 132, 285. Kaku elsősorban a speciálisan klónozott, földönkívüli testek irányítását, tehát az avatar programot, illetve a történet konfliktusát (Jake ennek kihasználásával úgy dönt, hogy elveti emberi mivoltát, és földönkívüliként él tovább) fejt ki röviden.

50 Michio KAKU, *A lehetetlen fizikája*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2010, 38. (Természetesen ez az adat elavulhatott, jelenleg -70 °C körül tarthat a kutatás más anyagokkal, pl. hidrogénszulfiddal kísérletezve.)

Valóban óriási távlatokkal kecsegtető gondolat, melynek alapjait érdemes részletezni a diákoknak.

Elmerülhetnénk a részletekben, azonban számunkra a jelenség egyetlen aspektusa lesz fontos. Átadnám a szót Kakunak:

A szupravezetés egyik jól ismert tulajdonsága az úgynevezett Meissner-effektus [...]. Ha egy szupravezető fölé mágnest helyezünk, akkor a mágnes lebegni fog, mintha csak valamilyen láthatatlan erő emelné a magasba. (A Meissner-effektust az okozza, hogy a szupravezető közelébe tett mágnes hatására a szupravezető belsőjében létrejön a mágnes »tükörképe«, márpedig az eredeti mágnes és a tükörkép taszítják egymást. A magyarázatot másképpen is megfogalmazhatjuk: eszerint a mágneses mező nem képes behatolni a szupravezetőbe, hanem kiszorítódik onnan. Ha tehát egy mágnest helyezünk a szupravezető fölé, akkor a mágnes erővonalait a szupravezető kinyomja magából, aminek következtében a mágnes a szupravezető fölött lebeg).<sup>51</sup>

Vagy fordítva: a taszítóerő hatására a szupravezető anyagdarab lebeg a mágneses tér „felületén”. (Ezt egyszer látjuk is a filmben, amikor Parker Selfridge [Giovanni Ribisi] megmutatja Grace-nek az unobtániumot, s valószínűleg ugyanazzal az elvvel magyarázható a Halleluja-hegység lebegése is, csak nagyban.)

Kaku joggal jegyzi meg egyébként – érzékeltetve a dolog óriási jelentőségét –, hogy a szobahőmérsékletű szupravezető előállítására vagy fellelése „egy második ipari forradalom kirobbanását” eredményezné. Olyan álmok válhatnak valóra, mint például a *Vissza a jövőbe*, a *Szárnyas fejedelemség*, *Az ötödik elem*, a *Különvélemény* és a *Csillagok háborúja* (stb.) című filmekben látható repülő autók.<sup>52</sup> De térjünk vissza még egy kicsit az *Avatar*hoz. A *Túlélési kézikönyv a Pandorához* című kommentárkönyvben az áll, hogy a lebegő sziklák azért kapták a Halleluja-hegység nevet, „[...] mert azok a gazdag unobtánium-lelő-

---

51 *Uo.*, 39. Ezen a ponton lehetőség nyílik arra is, hogy a diákokat megismertessük a részecskegyorsító berendezések működési elveivel, és eloszlássuk a köréjük szótt tévhiteket.

52 *Vö. Uo.*, 37–38. (A populáris művekben szereplő olyan különleges anyagokról, mint amilyen a Marvel Comics világában a wakandai vibránium, vagy a DC Comics világában a kryptonit, el lehetne készíteni egy fiktív fizikakönyvet vagy katalógust.)

helyek közelségét hirdetik”.<sup>53</sup> Vagyis a szóban forgó fizikai jelenséggel (szupravezetés, Meissner-effektus) függnek össze a Pandora geológiai viszonyai. A Halleluja-hegységet tehát az unobtániumot jelző mágneses erővonalak tartják a magasban.<sup>54</sup>

Ebből a fizikai-geológiai példából is tökéletesen látszik, hogy a film egyik központi elemén keresztül közelebb férközhetünk a tudomány eredményeihez (a fizika törvényeihez), miközben a világunkat érintő aktuális kérdésekkel is szembesülhetünk (energiaválság). Az alaptudományok közül hátravan még a kémia, folytassuk egy ezzel kapcsolatos jelenséggel.

#### 2.4. Az Avatar kémiája: a biolumineszcencia

Nézzük a projekt harmadik részét. Az *Avatar* kémiájával foglalkozó órák például a biolumineszcenciáról szólhatnak. Hiszen a film pazar látványvilágának központi alakzatait jelentik a Pandora világító élőlényei. Nehezen felejthető például az a jelenet, amikor Neytiri (Zoe Saldana) megmenti Jake avatarját a viperafarkasoktól. A na'vi lány eloltja a fáklyát, és fokozatosan megélnékülnek a fények. A pandorai éjszaka csodálatos színekavalkáddá, funkcionális fényorgiává változik.

*A Túlélési kézikönyv a Pandorához* című kiadványban ez olvasható:

Szinte minden pandorai állat és növény biolumineszcens, azaz külső megvilágítás híján hideg fény kibocsátásával »mutatja meg« magát környezetének. Még a na'vik testén is vannak fénylő pontok, s ezek, akárcsak az emberi ujjlenyomat, alkalmasak az egyedek azonosítására. Sötét éjszakákon anemonoidok tömege vi-

---

53 WILHELM – MATHISON, *l. m.*, 23.

54 *A Túlélési kézikönyv* egy kissé bonyolítja a dolgot, de álljon itt ez a verzió is. „Mikor az első unobtániummintát kivonták a kifejtett ércből, kiderült, hogy annak rendkívül erős mágneses mezeje van. Ez szöges ellentétben állt azzal, amit a kutatók addig a szupravezetőkről tudtak – nevezetesen, hogy azok kidobják magukból a mágneses indukcióvonalakat.” *Uo.*, 17. „A talajmágnesességi izobárok pontos feltérképezése után kiderült, hogy minden egyes lebegő hegyet »mágneses kerítésként« működő, erős mezőgyűrű vesz körül. Ez magyarázatot adott a hegyek stabil elhelyezkedésére, ugyanakkor felvetette az újabb kérdést, hogy miként jöhetett létre ez a helyzet.” *Uo.*, 22. (A lebegő hegység keletkezésére adott magyarázatok ugyanitt megtalálhatók.)

lágítja meg az erdők sűrű aljnövényzetét és a vizeket.<sup>55</sup>

Az anemonoid egy puhatestű állat, amely tavakban él, s a színek széles skálájában tündököl. (Akkor látunk ilyeneket, amikor Neytiri tanítja Jake avatarját, és egy rövid bevágás erejéig felsőnézetből megpillantjuk az úszó testeket.)

Nos, ezt a jelenséget azért az *Avatar kémiaja* címszó alatt tárgyaljuk, mert a biolumineszcencia olyan fénykibocsátást jelent, amely során az egyes életformák belső kémiai folyamatok útján hozzák létre a látható fényt (a luciferin pigmentjének luciferáz enzim általi oxidálásakor), vagy pedig más, szimbiotikus organizmusokat „használnak” erre a célra (pl. baktériumokat). Megkülönböztetendő ez tehát attól a – szintén nagyon gyakori – jelenségtől, amikor az élőlény egyszerűen csak visszaveri és vibráltatja a rá eső fényt, ami optikai folyamat, azaz a fizikához tartozik (fluoreszcenciának nevezzük). Bár a *Türelési kézikönyv* – mint az imént már láttuk – foglalkozik a biolumineszcenciával, ebben az esetben is inkább egy másik könyvre terelném a figyelmet.

George C. Williams neves evolúcióbíológus-ökológustól származik az a híres megállapítás, mely szerint *az emberi életnek egyetlen olyan területe sincs, amelyben az evolúció megértése ne lenne sorsfordító jelentőségű*. Ez a könnyedén igenelhető és a diákoknak is melegen ajánlható kijelentés Williams egyik alapvető munkájának, *A pónihal lámpása* című könyvének az utolsó mondata. Most azonban azért vesszük kézbe ezt a mestermunkát, hogy felidézzük a címében szereplő világítószervecske funkcióját. Nézzük tehát, hogyan és miért világít a pónihal.

A fénykibocsátó szerv – írja a kiváló tudós – az úszóhólyag fölött helyezkedik el, és a fény lefelé sugárzik, a zsigereken keresztül. A pónihal kicsi állat, és szövetei meglehetősen átlátszóak. A fény egy része tehát átjut rajtuk, s halvány derengést hoz létre a hal hasi felszínén. De mi haszna lehet egy halványan megvilágított hasnak? Talán elrejtí a pónihalat a maga sajátos élőhelyén. A pónihal a nyílt óceánban él, ahol szürkületkor a felszín közelébe úszik, a nappali órákat azonban a

---

55 *Uo.*, 56. Vö. továbbá: „A biolumineszkáló fények mindent átszöttek a Pandorán, magát a bolygót is. Ennek az volt az egyik célja, hogy a nézők a fényábrákban élő hálózatot lássanak, amolyan idegrendszer-félt, amely mindent és mindenkit összeköt egymással.” Lisa FITZPATRIK, *Avatar: James Cameron varázslatos világa*, ford. GÁLVÖLGYI Judit, DUNA International Könyvkiadó, Budapest, 2009, 15.

mélységben tölti, ahova fény alig jut le, és a mi mércénk szerint nagyon halvány derengés uralkodik.<sup>56</sup>

A dilemmát egy nagyon szellemes példával/párhuzammal oldja meg Williams. A gondolatkísérlet a következő jelenségre épül. Képzeld el, hogy esik a hó, s a havazásban felnézünk az égre. Mit látunk? Az ég ólomszürke, a hópelyhek sötét árnyaknak látszanak. A hó tehát a fényviszonyok miatt nem fehér, hanem a szürke éghez képest még szürkébb. „Ez azért van – érvel Williams –, mert a piszkosszürke ég a fényforrás, s Önök csupán a hópelyhek árnyékban lévő oldalát látják. Egyetlen, a szemlélő és a fényforrás közé kerülő tárgy sem tűnhet világosabbnak magánál a fényforrásnál. Ez ugyanúgy igaz a hópelyhekre, mint a halakra.”<sup>57</sup>

Vagyis hiába tökéletesen hófehér egy hal hasa, alulról, a felszín ellenfényében az állat feltűnő sötét foltként „virít”. Ha viszont ez az állat megvilágítja magát, s ennek következtében beolvad a háttérbe, elkerülheti a ragadozókat. Úgy bizony: „A pónihal fénye pontosan utánozza a nyílt óceán felszínéről a mélybe szüremelő fény erősségét és színképét”.<sup>58</sup> Szenzációs példa ez az alkalmazkodásra, és ezzel a „megoldással” a pónihal nincs egyedül (számtalan más példával is illusztrálhatjuk a jelenséget). De térjünk vissza egy kicsit a Pandorára.

A *Túlélési kézikönyv* a maga nemében sikeres vállalkozásnak tartható, felsorakoztatja az *Avatar* által bemutatott világ tudományos háttérismereteit. A Pandora állatvilágáról szóló fejezetben 21 faj részletes leírása szerepel. Ezek között olyan fajok is akadnak, melyek példányai a filmben nem tűnnek föl. Itt van például az úgynevezett *világító giliszta*. Egy kb. 10 centis, hengeres testű gerinctelen, amely a pandorai esőerdők korhadó növényi maradványaiban él. Még ez a korhadéklakó lény is biolumineszcens, azaz szüksége van arra, hogy maga által termelt fényt bocsásson ki. Hiszen a trutyiban (pontosabban a dögvirágligetben) neki is meg kell találnia a társait. Míg tehát a pónihal rejtőzködésre használja ezt az adottságot, addig a világító giliszta – a földi szentjánosbogarakhoz hasonlóan – ezzel hívja fel magára a figyelmet.<sup>59</sup>

---

56 George C. WILLIAMS, *A pónihal lámpása: Terv és cél a természetben*, ford. BÉRESI Csilla, Kulturtrade Kiadó, Budapest, 1997, 19.

57 *Uo.*, 20.

58 *Uo.*, 20.

59 További érdekes példák a biolumineszcens fénykibocsátásra: CAVELOS, *l. m.*, 74–75.



Végezetül, a biolumineszcencia még valami másra is jó (s ezzel kiegészíthető a *Túlélési kézikönyv* ide vonatkozó fejezete, hiszen egy olyan „túlvilágított” élettérben, mint a Pandora, kell lennie hasonlónak). A szentjánosbogarak között akad egy olyan faj is, melynek nőstényei azért produkálnak fényjelzéseket, hogy pázásra csábítsák más fajok hímjeit. Ez azonban átverés, ugyanis amint a felizgatott hím megközelíti a nőstényt, neki annyi. A nőstény rátámad, és zokszó nélkül elfogyasztja vacsorára – szex helyett.

A film látványvilágából kiindulva – mint látható – olyan kémiai folyamatok is tárgyalhatók (pl. biolumineszcencia), melyek átláthatóvá teszik a fikció mögötti tudományt.

\*\*\*

Az *Avatar* példája természetesen más alkotások bevonásával tovább differenciálható. (Mondjuk, a *Csillagok között* azért is alkalmas hasonló – elsősorban kozmológiai kérdések tárgyalására épülő – projekt indításához, mert a tudomány nyelvén beszél. Ilyen szempontból nagyobb hatású, mint sok száz tudományos közlemény együttvéve.) A kontraszthatás kedvéért álljon itt egy gyors példa arra, hogy bizonyos sci-fi filmekben éppen a sötétség működik funkcionális témagenerátorként.

A *Pitch Black* – 22 évente sötétség című alkotás (rendezte David Twohy) szintén elemezhető a darwinizmus kontextusában. Kétségtelen, hogy a *Pitch Black* bolygóján előforduló fajoknak nem mindennapi környezethez kellett alkalmazkodniuk; a kettős nap körül keringő planéták ugyanis olyan kaotikus pályán keringenek, hogy valószínűleg élet nem jöhet létre rajtuk, de ha már létrejött, akkor az evolúció beindul, vagyis ennek nincs *elvi* akadály. Ha ez mégis felmerülne, gondoljunk azon földi élőlényekre, melyeknek életciklusát a sötétség határozza meg (a hosszú éjszakáktól kezdve a fénytelen barlangokon vagy iszapágyon át a zord óceáni mélységekig). A *Pitch Black* kapcsán feltehetően nem ez a jelenség szorul magyarázatra, hanem az, hogyan alakul a közös szituációban a fajok együttes evolúciója, és ennek körüljárása ugyancsak érdekesítő órának ígérkezik. (Az elméleti biológia *K-szelekciónak* nevezi az olyan tulajdonságokat előtérbe állító kiválasztódást, amelyek stabil, megjósolható környezeti viszonyok között vezetnek sikerre. Ha 22 évente, meghatározható

időszakokra elsötétül az ég, elered az eső, csillapodik a forróság stb., akkor a környezet ilyennek számít.)

A keményebb műfajoknál maradvá (sci-fi-horror), izgalmas óra tartható a *Prometheus* című filmből kiindulva is, méghozzá olyan, amely magának az életnek az esélyeit latolgatja a tudomány segítségével. Ridley Scott produkciója azzal a lehetőséggel játszik el, hogy egy szuper intelligens faj, az úgynevezett Tervezők – a DNS-molekula rekombinációjának segítségével – megteremtették a földi életet; majd a többi elvégezte az evolúció. Eszerint az élet nem feltétlenül a Földön alakult ki. Megfontolandó az elmélettel kapcsolatban, hogy ha helytálló, akkor miért nem tapasztaljuk jelenleg is a Földre áramló mikrobákat. Illetve amennyiben a folyamat irányított, akkor miért csak kezdetleges élőlények érkeztek bolygónkra. Miért csak jóval később jelentek meg a többsejtű létformák? Ha mindennek utána szeretnénk járni, akkor a kurrens tudománypopularizáló irodalomból, mondjuk, John Gribbin *Egyedül vagyunk!* című könyvéhez tanácsos fordulnunk.<sup>60</sup> A rendkívül felkészült szerző egy igen lendületes és komplex gondolatmenetben támasztja alá a kötet címében jelölt szituációt. Amit tudatosítanunk kell Gribbin remek könyve alapján, az a következőképpen foglalható össze.

Ha mozgósítjuk mindazt, amit a galaxisunkról, a Tejútrendszeréről tudunk (s ez nem kevés ám!), akkor semmi okunk az optimizmusra. „Arra a következtetésre jutottam – írja a szerző –, hogy a hozzánk hasonló, intelligens élet olyan ritka, hogy talán a mi Földünkön kívül sehol másutt nem fordul elő. A kozmikus történelem jelen pillanatában az intelligens élet egyedül a Földön van jelen. [...] A Tejútrendszer néhány százmilliárd csillagból áll, de csaknem bizonyos, hogy csupán egyetlen intelligens civilizációt tartalmaz. Ebben az értelemben a mi civilizációnk magányos és különleges.”<sup>61</sup> Más teóriák szerint viszont a kozmoszban hemzseghet az élet, mely közkeletű vélekedésnek táptalajt nyújt az egyre-másra fölfedezett földtípusú exobolygók igen nagy száma. Érdemes a diákokat rávenni egy kis kutatásra ezzel kapcsolatban: gyűjtsenek érveket az egyik (egyedül vagyunk) vagy a másik (az élet burjánzik a világuűrben) álláspont

---

60 Indokolható lenne persze a következő művek bevonása is: ALMÁR Iván, *Kozmikus társ kereső: Exobolygók, asztrobiológia és SETI a XXI. században*, Kossuth Kiadó, Budapest, 2011.; Paul DAVIES, *A kísérteties csönd*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2010.

61 GRIBBIN, *Egyedül vagyunk!*, 15–16.

igazolására. A végeredmény nyilvánvalóan nem arra szolgál, hogy eldöntsük a vitát, hanem hogy rálássunk az érvelés minél több szeletére.

Problémafelvetésünk arra irányult, hogy alkalmas-e a populáris kultúra (itt: a tömegfilm) arra, hogy a természettudományhoz közelítsünk általa. A válasz eddig határozott igen. (Az *Avatar* kifejezetten jó választásnak bizonyulhat, amit a film világa iránti töretlen érdeklődés is alátámaszt. A Bangkokban és másutt rendezett interaktív kiállítás [*Avatar: Discover Pandora Exhibition*] példa erre, vö. <http://www.avatardiscoverpandora.com/>). Nézzük, hogy nehezebb (vagy inkább más természetű) problémák tárgyalása is sikeres lehet-e az alkalmazott elméleti-módszertani keretben.

### 3. Egy nehezen érthető fizikai jelenség körülhatárolása a populáris irodalom és a filmkultúra segítségével

Valószínűleg igen sokan ismerik a *Schrödinger macskája* elnevezésű gondolat-kísérletet. Ha máshonnan nem, a populáris irodalomból biztosan. Egy gyors példa. China Miéville *A város és a város között* című regénye a hasadt városok jelenségére épül. A hasadás nem a felszín és a földalatti régiók, a külső és a belső részek, az elitvilág és a nyomornegyedek (stb.) kettősségére utal, hanem valami olyasmire, ami jóval megfoghatatlanabb. A fikció szerint a valahol Közép- vagy Kelet-Európában lévő Beszel és Ul Qoma egy helyen fekszik, egy időben létezik, és sajátos mintázat szerint rendeződik el. Az elbeszélő három szóval adja vissza ezt a komplementerszerű viszonyt: a „totál, alter és átfedett zónák” a szerint különböztethetők meg, hogy a két város milyen takarásban van egymáshoz képest.

A cselekménybonyolítás szempontjából lényeges, hogy az egyik városból a másikba való átlépés nem történhet automatikusan, az áttűnések ellenére sem. Ha a lakók megpillantják is a máshova tartozó sziluetteket, kizárják a látványt. A határokat felügyelik, az illegitim közlekedést egy speciális alakulat vizsgálja ki. A nyomozást egy furcsa eset indítja el: a gyilkosság az egyik városban történik, a hullát viszont a másikban találják meg. Menet közben pedig felmerül, hogy valószínűleg a két város között a repedésekben egy harmadik is létezik: Orciny. Ez a háttér folyamatosan megkettőzi és elbizonytalanítja a szimpla nyomozást, melynek részletei itt most nem érdekesek.

A Kafka-, Dick-, Escher-párhuzamokon túl van ennek az elképzelésnek egy különleges aspektusa, amely mentén elgondolható a hasadt városok ontológiája. A regény vége felé az egyik gyanúsítottat Schrödinger gyalogosaként aposztrofálja az elbeszélő, mivel az precízen egyensúlyoz a két város között. Majd pár oldallal később ezt a „képességet” a *szuperpozíció* szóval adja vissza a főszereplő. Ha összerakjuk a képet, és értelmező alakzatként működtetjük, azaz kiterjesztjük a konstrukciós elvre is, az alapötlet megközelíthetővé válik a kvantumfizika felől.

Schrödinger híres gondolatkísérletében a dobozba zárt macska mellé egy radioaktív sugárforrást helyezünk, mely adott időn belül 50% eséllyel bomlik el, kinyíffantva ezzel a cicát. A kvantummechanika szerint a rendszer az élő macska és a halott macska szuperpozíciójából áll össze addig, amíg ki nem nyitjuk a dobozt, és bele nem nézünk.<sup>62</sup> Miéville regényében ehhez hasonlóan szituálható az említett gyalogos, ahogy az emberek is egyszerre élnek a két városban, de tudatosan kizárják valamelyiket. Innen nézve a város és a város (a „között” nincs az eredeti címben) valójában nem egy hely meg egy másik, hanem a ket-  
tő szuperpozíciója. Egy emberi mérettartományba helyezett kvantumvilág. De nem csak a szuperpozícióra érdemes fókuszálni.

A kvantummechanika az egyik legnehezebben érthető és legfurcsább jelenség-halmaz világunkban, mégis működik. („Korunkban – írja a téma egyik Nobel-díjas szakértője – az integrált áramköröktől a lézerekig szinte minden a kvantumelmélet sziklaszilárdnak bizonyult elvein alapul, és a kvantumelmélet egyik első elve az, hogy saját pontatlanságunkat beismerjük.”<sup>63</sup>) Nem kis kihívás lehet az egyetemi oktató számára, hogy bevezesse humánszakos diákjait a témakörbe. Erre alkalmas lehet az ún. sokvilág-elmélet, a kvantummechanika egyik értelmezése, amely közkedvelt téma a popkultúrában is. A sokvilág-értelmezés

[...] abból a meghökkentő előfeltételből indul ki, hogy az egész világegyetem minden mérési tevékenységgel kétfelé oszlik, az egyikben a részecskék a mért tulajdonsággal rendelkeznek, a másik világegyetemben pedig a másik lehetséges állapotot veszik fel. Ezt a tételt Hugh Everett III doktori értekezésében dolgozta ki a Princeton Egyetemen. [...] Ez a megközelítés különösen akkor látszik ésszerűnek, amikor Richard Feynman »történelmek összegzése«-módszerével kombinálják; ebben a megközelítésben azonosnak tekintik a hullámfüggvény valószínűségeit azokkal a különböző lehetséges eseményekkel, amik a kozmikus történelem során felléphettek, de mégsem léptek fel (vagy legalábbis abban a

---

62 A gondolatkísérlet leírása és értelmezése sok tudománynépszerűsítő könyvben megtalálható, például: John GRIBBIN, *Schrödinger macskája*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2001.; Brigitte RÖTHLEIN, *Schrödinger macskája: Bevezetés a kvantumfizikába*, ford. SZOLCSÁNYI Ferenc, Dialóg Campus Kiadó, Budapest – Pécs, 2007.

63 Leon LEDERMAN, *Az isteni a-tom: Mi a kérdés, ha a válasz a Világegyetem?*, ford. VASSY Zoltán, Typotex Kiadó, Budapest, 2010, 132–133.

világegyetemben nem, amit mi megfigyelünk).<sup>64</sup>

Mindemellett John Gribbin *Számolás kvantummacskákkal* című ismeretterjesztő könyve bemutatja, hogy milyen út vezetett a Turing-gépektől korunk számítástechnikai robbanásáig. Turing mellett Neumann János, Richard Feynman, John Bell, David Deutsch és Tony Leggett a könyv főhőse. A kitérőkkel (pl. a tudósok életrajzi vonatkozásaival) lazított gondolatmenet parádésan tárlja a kvantummechanika világát, a legnehezebb összefüggéseket is érthetően és elegánsan vázolja fel. Mindez nem könnyű feladat. Gondoljunk például arra, hogy a kvantumszámítógépek működése nehezen fogható fel a párhuzamos világok teóriájának ismerete nélkül. Nagyon leegyszerűsítve arról van szó, hogy a gépek gyorsasága csak úgy magyarázható, ha feltételezzük, hogy a számításokat sok-sok univerzumban végzik el egyszerre („csaknem azonos univerzumok miriádjában azonos számítógépmiriád dolgozik”), majd úgy összesíti az eredményt (interferencia), hogy a helytálló választ adja.

Bizonyos számítások elvégzése (pl. törzstényezőkre bontás, periodicitások keresése több száz számjegyből álló számok esetében) a klasszikus számítógépekkel hosszabb ideig tartana, mint amennyi a Világegyetem kora. Kvantumszámítógéppel – bármennyire hihetetlennek tűnik is – mindez pár percig tart. Egy 250 kubites memória – írja Gribbin – több bit információt képes tárolni, mint ahány atom a megfigyelhető Világegyetemet alkotja. David Deutsch tehát joggal tehetette fel a fogas kérdést *A valóság szövete* című könyvében: „Ha Shor algoritmusával törzstényezőire bontunk egy számot, amihez a ma rendelkezésünkre álló számítástechnikai kapacitásoknak mondjuk,  $10^{500}$ -szorosát használjuk fel, akkor hol történt meg ennek a számnak a törzstényezőkre bontása? Az egész megfigyelhető Világegyetemben mindössze  $10^{80}$  atom található, és ez a szám eltöppül a  $10^{500}$  mellett. Ha tehát a megfigyelhető Világegyetem lenne a fizikai valóság kiterjedése, akkor az egész fizikai valóság távolról sem tartalmazna annyi erőforrást, amennyi ennek a számnak a törzstényezőkre bontásához szükséges. Akkor hát ki végezte el a törzstényezőkre bontást? Hogyan és hol hajtódott végre a számítás?” A válasz tehát az, hogy a párhuzamos univerzumok sokaságában. Ezért állíthatja a kvantumuniverzummal foglalkozó tudósok egy-

---

64 Timothy FERRIS, *A világmindenség: Mai kozmológiai elméletek*, ford. MÁRKUS János, Typotex Kiadó, Budapest, 2011, 294., 305.

re jelentősebb része, hogy a sokvilág-elmélet már nem a kvantummechanika egyik értelmezése, hanem *maga a kvantummechanika*.<sup>65</sup>

A továbbiakban ezzel a nehéz területtel foglalkozunk, először – az időutazás kérdése felől indítva – négy regény, majd – a sokvilág-értelmezés alkalmazásait követve – három film segítségével. (Az anyag bőven elegendő akár egy féléves kurzus indításához is.) Az időutazásos történetek kedveltek a diákok körében, a továbbiakban ezekre hivatkozunk.

### 3.1. Időutazásos regények és a kvantummechanika

H. G. Wells *Az időgép* című klasszikus regénye (1895) és Einstein relativitáselmélete (1915) óta nem hagyja nyugodni az emberi képzeletet a *reális* időutazás gondolata (persze az iránta érzett vágy egyidős lehet az emberiséggel). Pontosabban, amivel az előbbi nézett szembe *komolyan* a fikció területén, azt az einsteini téridő-felfogás nem hogy kizárta volna, ellenkezőleg, alátámasztotta. Egyrészt, ahogy Michio Kaku *A lehetetlen fizikája* című könyvében megfogalmazza, az időutazás „a fizikusok játszóterévé” vált; másrészt, nincs abban semmi különös, hogy a popkultúrát azóta át- meg átszövik az időutazásra épülő kitalált történetek (legutóbb Stephen King alkotott maradandót a témakörben, *11/22/63* című, bár nem technológiai indíttatású regényével). Ezek között sok olyan van persze, melynek az időről kialakított képe bár szórakoztató, mégis feledhető, a tudomány szempontjából elhibázott (s erre oda kell figyelnünk az órákon); ám jó néhány olyan is akad, mely a témát nagyon is figyelemre méltó módon tárgyalja. Kezdjük az irodalommal, H. G. Wells művének utóéletével.

Három olyan regényt említenénk, melyek folytatják *Az időgépet*. De elsőként néhány mondat az alapműről. Kaku az említett könyvében így foglalja össze a cselekményt. A regény hőse találmánya segítségével a jövőbe, 802 701-be utazik.

Ebben a távoli jövőben az emberiség már genetikailag két fajra szakadt, a gonosz morlockokra, akik mocskos, föld alatti gépeiket működtetik, és a mihaszna,

---

65 John GRIBBIN, *Számolás kvantummacskákkal*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2015, 212–213. (A Deutsch-idézet ugyanitt szerepel.)

gyermeteg eloikra, akik a fenti világ napsütésében táncolnak, és nem ismerik fel borzalmas jövőjüket (azt, hogy a morlockok felfalják őket). Azóta az időutazás rendszeres vendég lett a tudományos-fantasztikus irodalom lapjain, a *Star Trektől* a *Vissza a jövőbe* című filmekig.<sup>66</sup>

A továbbiakhoz egy fontos mozzanatra szükség lesz, ezért kiegészítem Kakut. A mű végén az időjáró eltűnik, nem tér vissza a jelenbe. Wells alkotása ezzel az effektussal háttérben tart egy másik – vagy több – történetet is, hiszen találgathatunk: mi lett az időutazóval, merre járhat? Vagyis evidens, hogy *Az időgép* továbbírható.

Egon Friedell *Az időgép visszatér* című kisregénye Wells időjárójának újabb kalandjait beszéli el. Az 1995-be és 2123-ba tett utazásokra épülő történet két olyan elemet tartalmaz, melyekre érdemes utalnunk. Egyfelől, a távoli jövőbe vetődő főhős vitába bonyolódik két furcsa figurával, akik azt állítják neki, hogy a morlockok és az eloik világába tett, vagyis a Wells-regényben leírt útja „egy másik Földre” vezetett. Bár az időutazó nem fogadja el a jövőbeli történészek érveit, Friedell ezzel felvillant egy olyan problémát, amely a téma szempontjából nagyon is lényeges: *az időutazás beavatkozhat a történelem menetébe*, illetve megbonthatja a valóság egységét. Másfelől, a jelenbe való visszatérés során, egy malőr következtében az időutazóban megfogalmazódik a jogos gyanú: nem lehet a végtelenségig behatolni a múltba, legalábbis az időgép megépítése előtti tartományokba.<sup>67</sup> A tragikus körülmények között elhunyt Egon Friedell (a felkészült történész öngyilkos lett az Anschluss idején) tehát nagyon is mélyreható megfigyelésekkel gazdagította az időutazásra épülő sztorik előfeltevés-rendszerét.

A második példánk K. W. Jeter *A morlockok éjszakája* című regénye az 1970-es évekből. Érdekes, hogy a szerzőnek elvileg könnyebb dolga lehetett, mint az előző esetben, mivel menet közben a természettudományokban született egy-két rendkívüli időértelmezés, de ezeket Jeter – érdekes módon – kevésbé használta ki. Pontosabban a téma mitikus olvasatát nyújtja (a legendás Artúr

---

66 KAKU, *l. m.*, 273. Az eloik és a morlockok kapcsán evolúcióbiológiai kérdések is bevonhatók az elemzésbe.

67 Ehhez a momentumhoz hozzátehető Brandon Hackett *Az időutazás napja* c. regényének megfontolandó expozíciója, mely szerint, amikor feltalálják az időutazást, azonnal többmilliárd időutazó jelenik meg a Földön.



király megakadályozza a morlockok invázióját, melyet az időgép tett lehetővé), ám mégis belebonyolódik egy fontos kérdéstartományba. Szembesül az *időparadoxonnal*.

Ez *valóban* erőszaktétel az Univerzum természetes rendjén. Az egész időutazás-ügylet [...] kozmikus istenkáromlás. Jobb hagyni az éveket szépen leperegni egymás után, mintsem belepiskálni az orsóba, és megrántani a fonalat, hogy meglássuk, mi következik. Jöjjön, aminek jönnie kell! Az a paradoxon, hogy a morlockok megeszik távoli elődeiket, nem olyan tragikus, összehasonlítva a katasztrófával, mely a Földet fenyegeti az időgép pusztá használata következtében. Ez a katasztrófa pedig magának az időnek a kilyukadása.<sup>68</sup>

Tehát ha a morlockok elfogyasztják elődeiket, meg sem szülehetnek. Az időparadoxonok felvonultatása közkedvelt írói eljárás (a feloldásukról később lesz szó), de a század közepe óta megkerülhetetlen, hogy minden olyan konstrukció bukik, amely figyelmen kívül hagyja a kvantummechanikát. Nézzük a harmadik példát.

Stephen Baxter briliáns regénye, az *Időhajók* ott kezdődik, ahol Wells műve végződik, s egyben *Az időgép* újraértelmezését is nyújtja. Az időjáró újabb útja 657 208-ba vezet, és azonnal egy megdöbbentő jelenségre derül fény. Az első jövőbeli és a mostani út közti különbségek arra utalnak, hogy a történelem megváltozott, pontosabban sok párhuzamos változatra szakadt szét. Ennek oka pedig maga az időutazás és a róla készített beszámoló. (Ebből a szempontból Baxter konstrukciójának legközelebbi rokona Gregory Benford *Timescape* című regénye.) A történet morlock hőse az időutazó kérdésre, hogy mi a magyarázat a történelmek különválására, ezt válaszolja: „Ezzel a figyelmeztetéssel [tehát az időjáró kalandjainak elmesélésével] felvértezve az emberiség képes volt elkerülni a leépülést és azt a konfliktust, amely az eloik és a morlockok primitív, kegyetlen világát eredményezte. Ehelyett kifejlődtünk mi, és megzaboláztuk a Napot!”<sup>69</sup> A helyzet azonban bonyolultabb, mert ez a szétszalazódás nem csak

---

68 K. W. JETER, *A morlockok éjszakája*, ford. MORVAY NAGY Péter = *Utazások az időgéppel*, Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 1990, 223. (Kiemelés az eredetiben.) A kiadványban Wells és Friedell előbb emlegetett kisregényei is megtalálhatók.

69 Stephen BAXTER, *Időhajók*, ford. HIDY Mátvás, Metropolis Media, Budapest, 2012, 88–89.

egy irányú vagy hurkokat képező folyamat.

Mély rettetet kerített hatalmába – mondja az időutazó –, ahogy ott álltunk ezeknek a soha meg nem történt eseményeknek a közepén. Úgy tűnt, hogy még *az én múltam* sem volt állandó és változatlan: még ez is módosulhat az időutazók kénye-kedve szerint! Nem menekülhettem az időgép hatása alól; mintha az általa nyitott elágazások végigsöpörnének a múlton és a jövőn, akár egy kő, amelyet az idő nyugodtan hömpölygő folyójába dobtak.<sup>70</sup>

Baxter regényének koncepciója a kvantumvilág egyik legelképesztőbb értelmezésén nyugszik, az említett Everett-féle sokvilág-elméleten. Eszerint ha az univerzum egy kvantumszintű döntésre kényszerül, megduplázódik. Az időutazás révén – mivel minden pillanat potenciális elágazási pont – végtelen számú alternatív történelem hozható létre. Ahogy az *Időhajók* már idézett morlock hőse fogalmaz helyesen: „A kvantummechanika az általános teória, amelyen belül felállítható a szerteágazó történelmek elmélete, mi pedig éppen ezt éljük át!”<sup>71</sup> (A makrovilágban – tehetjük hozzá.) Ennek megfelelően hőseink tudatosítják, hogy az időutazás által előidézett változtatások új alternatív világokat eredményeznek (paradoxonok feloldva), s ezek között a kommunikáció vagy átjárási lehetőség akkor szakad meg, amikor meghozzák a jövőt befolyásoló döntéseket. Mindez a multiverzum – a szerteágazó történelmek hatalmas panorámája – olyan leírásához vezet, mely tudományos szempontból is korrekt és hallatlanul izgalmas. Másrészt a szereplők rádöbbennek, hogy bármit tesznek, az hatással van az időelágazásokra, vagyis a szerteágazó történelmek kikerülnek az irányításuk alól.

Nem kerülhetjük el, hogy bele ne avatkozzunk saját múltunkba. Minden lélegzetvételünkkel, minden kivágott fával, minden megölt állattal új világokat teremtünk a sokaságban. Ennyi az egész. Ez elkerülhetetlen!<sup>72</sup>

Mint látható, Stephen Baxter regénye olyan alkotás, amely értelmezi saját elő-

---

70 *Uo.*, 171–172. (Kiemelés az eredetiben.)

71 *Uo.*, 206.

72 *Uo.*, 300.

feltevés-rendszerét (a sokvilág-értelmezés leírásának külön fejezetet szentel), ezért igen alkalmas arra, hogy bevezessen a szóban forgó elméleti keretbe.

Egy utalást megér továbbá, hogy a kortárs alkotások között olyan is akad, mint Wesley Chu *Időrabló* című regénye, melyben az időutazás felfedezése lehetővé teszi, hogy az ún. kronotropok a múltból ritka technológiai eszközöket szállítsanak át a jelenbe, méghozzá úgy, hogy nem változik meg az idővonal. (Pontosabban az apróbb hullámok kisimulnak, a nagyobbak megváltoztatják a kronofolyamot, de ez alig fordul elő.) Főhősünknek fogalma sincs arról, hogyan lehetséges az időutazás. A kronotrop szerint ő pusztá felhasználó, nem kell tudnia, min alapszik a találmány. Ez a vélemény remekül szemlélteti korunk átlagemberének gondolkodásmódját és a felhasználói társadalom egyik alapelvét. Szinte mindenki használ számítógépet, mégis csak kevesen tudják, hogyan működik. A bonyolultabb technológiák esetében ez feltétlenül így van, s ennek megfelelően a kronotrop is csak annyit tud az időutazásról, hogy kvantummechanikai alapja van. Bár a tudományos magyarázat részleges megkerülésével az *Időrabló* elkanyarodik a hard science fiction egyik kiindulópontjától, ez a manőver úgy is felfogható, hogy – szó szerint – a technológia megalkotóiról áttevődik a figyelem a felhasználóra; ezzel viszont a működésmódra tett utalások arra készítetik az olvasót, hogy másutt keresgéljen magyarázat után. Vagyis a regény – és ez nem paradoxon – éppen ebben a résben alapoz meg egyfajta tudományos kíváncsiságot.

Átkötésként egy laza példa a filmkultúra területéről (a lehetséges több száz közül). A *Men in Black*-filmek sok-sok sziporkázó ötlettel gazdagították a science fiction mozi repertoárját. A mérettartományokkal való játék (pl. minigalaxis egy macska nyakörvén, civilizáció egy szekrényben, az általunk észlelt univerzummal játszadozó interdimenzionális monstroomok), illetve a különféle intelligens fajok keveredése New Yorkban (pl. a popsztárok mint idegenek: Elvistől kezdve Michael Jacksonon át Lady Gagáig) megannyi poénra adott alkalmat. A széria harmadik darabja mindemellett időutazásos történet: J ügynöknek (Will Smith) egy időhurok kialakulása következtében vissza kell mennie a múltba, hogy megmentse K ügynököt (Tommy Lee Jones, illetve Josh Brolin) és a világot. Az akció természetesen sikerrel zárul, amihez nagyban hozzájárul egy idegen, Griffin (Michael Stuhlbarg), akinek elképesztő tulajdonságai vannak. Ezek közül is a legfigyelemreméltóbb, hogy ez a lény egyszerre érzékeli a

jövő lehetséges kimeneteleit. Vagyis úgy él, hogy látja az elágazási pontokból születő alternatívákat. Griffin tehát mindazt tudja, amit a kvantummechanikával felvértezett science fiction oly nehezen adoptált, de végül sikerült: *Az események minden lehetséges variációjához egy új történelem tartozik.*<sup>73</sup>

Az irodalmi szövegekkel foglalkozó órákat kiegészíthetjük olyan filmelemző órákkal, melyek közelebb vihetnek az adott jelenségkör megértéséhez. Három példát hoznék is erre.

### 3.2. Sokvilág-elmélet és határidő-dramaturgia: Forráskód

Duncan Jones második egészestés filmje, a *Forráskód* agyas határidő-dramaturgiát működtet. A DVD-kiadás hátlapszövege a következőképpen foglalja össze a szituációt (kicsit hosszabban idézem, s aztán csak egy-egy mozzanatra térünk vissza).

Colter Stevens százados (Jake Gyllenhaal) egy száguldó vonaton tér magához, és fogalma sincs, hogyan került oda. Egy ismeretlen nő (Michelle Monaghan) ül vele szemben, aki viszont azt hiszi, hogy ismeri őt. A százados a mosdóba menekül, ahol a tükörbe nézve egy másik ember arcát látja, a tárcájában lévő igazolvány alapján pedig Sean Fentressnek hívják, és tanár. Ekkor hatalmas robbanás rázza meg a vonatot. A következő pillanatban Colter egy ultramodern kapszulában találja magát, és megtudja: fontos küldetésen vett részt, amelynek célja azonosítani a merénylőt, aki elpusztította a vonatot, és aki egy még erősebb bombával ezek megölésére készül Chicago szívében. A »Forráskód« fedőnevű szupertitkos program lehetővé teszi, hogy Colter egy párhuzamos valóságban rövid időre felvegye Fentress személyiségét a végzet felé tartó vonaton. Valahányszor visszatér a szerelvényre, Colternek csak nyolc perce van, hogy megtalálja a merénylőt. Minden alkalommal újabb bizonyítékokra bukkan, de a gyanúsított gégrutat nyer. Minél többet tud, annál biztosabb benne, hogy meg tudná akadá-

---

73 Lényegében ez az alapötlet működteti Elan Mastai *Felbolydult napjaink* c. regényét is, melyben az időutazások következtében egy olyan karakter jön létre, akinek elméjében egymásra rajzolódnak és megőrződnek a lehetséges idővonalak. A saját változataiból álló személyiség kalandja szubjektum- és lételméleti kérdéseket vet föl, melyek kapcsán eltűnődhetünk idő és tudat kapcsolatáról.

lyozni a robbanást – ha egyszer nem futna ki az időből.

Kiegészítésképpen, a tudományos fikció a következő. A kvantummechanikából kiindulva létrehozható az ún. forráskód-program. A felfedezés szerint az agy elektromágneses mezeje kis ideig töltve marad a halál után is, sőt az aktív neuronok működésben tartanak egy kb. nyolc perc időtartamú memóriasávot. Ha a kettőt kombinálják, az agy halál utáni aktivitását és a nyolcperces memóriabankot, a forráskód segítségével hasznosíthatják ezt az átfedést. Fentress szinaptikus rendszerével kompatibilis – az egyébként „félhalott” – Stevensé, ezért alkalmas a küldetésre. Az akciót vezető tudóscsapat szerint azonban nem élhet a forráskódban Fentress nyolc percén túl. Ahogy a feltaláló fogalmaz: „A forráskód nem időutazás, hanem az idő újrendezése. Beenged egy párhuzamos valóságba.” A kiindulópontot a történet megcsavarja majd, s ennek időbeli vonatkozásai is lesznek, de erről majd később.

Ebből a szinopsziszból két „apróság” lesz fontos a továbbiakban. Az egyik – természetesen – a *párhuzamos világok* teóriája, melynek megértéséhez John Gribbin *A multiverzum nyomában* című könyvét lapozzuk fel;<sup>74</sup> a másik pedig az *idő* természete. Vágjunk bele. Egyre felkapottabb elképzelés tudományos körökben (is) – kb. fél évszázada –, hogy „[...] a valóságnak nagyon sok, különböző változata létezik, amelyek valahogy »egymás szomszédságában« fekszenek, mint egy könyv lapjai”.<sup>75</sup> Tehát arra a kérdésre, hogy léteznek-e más univerzumok, ez az elmélet igennel válaszol; a világmindenségek sokaságát pedig a multiverzum szóval adja vissza. A párhuzamos világoknak több alaptípusa különíthető el. Ezek közül most a szóban forgó sokvilág-elmélet lesz érdekes, melyet a kvantumvilág furcsaságai hívtak életre. Eszerint a párhuzamos világok itt vannak a közvetlen szomszédságunkban, mivel ha egy eseménynek többféle lehetséges kimenetele van, akkor ezek mindegyike meg is valósul. Azaz folyamatosan új univerzumok jönnek létre, irdatlan nagyszámú párhuzamos világot eredményezve. Az alapgondolat szerint ugyanis – mint már említettük – mindannyiszor, amikor a világegyetem egy kvantummechanikai szintű dön-

---

74 Egy másik ajánlható könyv a kérdéskörhöz: Michio KAKU, *Párhuzamos világok*, ford. CSIZMADIA Szilárd, Akkord Kiadó, Budapest, 2009.

75 John GRIBBIN, *A multiverzum nyomában*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2010, 336.

téshelyzetbe kerül, megduplázódik.

A kvantumeseemények részletei helyett (melyeket a hétköznapi elme nehezen fog fel) vegyünk egy kezelhetőbb példát. „Az amőbák – írja Gribbin az elmélet megalkotója, Everett alapján – osztódással szaporodnak. Ha létezne egy jó emlékezőtehetségű, intelligens amőba, akkor az osztódás előtt egyetlen egyed lenne, az osztódás után viszont kettő, amelyek teljesen azonosak egymással, sőt addig a pontig az emlékeik is teljesen azonosak, ám az osztódás után különböző utat bejárva, egymástól független életet élnek.<sup>76</sup> A *független* itt szó szerint értendő, mert az egymástól elvált univerzumok (kb. egy olyan fát alkotva, melynek nincs törzse) el is szigetelődnek egymástól, nem lehetséges köztük kommunikáció. Van azonban egyetlen kivétel: az időutazás.

Mindez nagyon szórakoztató regények alapját képezheti. A meglepő a dologban az, hogy a fizika ismert törvényei között egyetlen olyan sincs, amelyik tiltaná az időutazást, jóllehet az időgép megépítése rendkívül bonyolult feladat lenne. Az általános relativitáselmélet [...] egyenletei megengedik az időutazás lehetőségét; nem engedik meg viszont azt, hogy az időgép megépítésénél korábbi időpontba utazzunk vissza a múltba.<sup>77</sup>

Egy pillanatra érdemes megállni ennél a kérdéskörnél, a sokvilág-elmélet ugyanis – mint fentebb jeleztük – megoldja az időutazással kapcsolatos paradoxonokat. Hiszen belepiszkálni a múltba itt azt jelenti, hogy csupán egy új, másik, párhuzamos világ múltját módosítjuk. Nézzük kicsit részletesebben. Az egyik alapséma szerint az időutazó visszamegy a múltba, ott megváltoztat valamit, majd visszatér egy olyan jelenbe, amely eltér attól, amelyikből elindult. Gribbin ezt így értelmezi újra a sokvilág-elmélet felől:

[...] elképzelhető, hogy az utazó a történelem egyik ágán (az egyik univerzumban) visszamegy az időben, majd egy másik ágon (másik univerzumban) előremegy az időben. Nincs arról szó, hogy megváltoztatná a történelmet, hiszen mindkét változat már eleve létezett.<sup>78</sup>

---

76 *Uo.*, 53.

77 *Uo.*, 59. Vö. az elemzett regények tapasztalatával.

78 *Uo.*, 58–59.

Ebben a kontextusban a klasszikus „nagy-mama-paradoxon” érvényét veszti, mivel ha az időutazó a múltban megöli saját öreganyját, ez az esemény egy új univerzum kiágazásának a pillanatát jelenti. Nem vezet tehát ahhoz az ellentmondáshoz, hogy aki a múltban meggyilkolja a nagyit, meg sem született volna stb. Ráadásul az egyik ágban a nagy-mama nem is halt meg, ez pedig végképp feloldja a dilemmát.

Most már vethetünk egy újabb pillantást Duncan Jones filmjére, de előtte még egy gyors kitérő. Az írók és a rendezők imádják a párhuzamos világokat, mert remek cselekménybonyolító témának minősülnek. Ha eltekintünk az *Alice Csodaországban*-típusú portál-fantasyktól és meseregényektől, és azokra a művekre koncentrálnak, melyek a párhuzamos univerzumok technológiai indoklását nyújtják, akkor iniciatív darabként Jack Williamson *The Legion of Time* (Seregyei idő) című alkotására kell utalnunk. Ebben két alternatív világ szerepel, melyek „[...] egyike sem jut el a konkrét valóságosság szintjére, mindaddig, amíg nem hajtanak végre valamilyen kulcsfontosságú akciót egy múltbeli, kritikus időpontban, amikor a két világ fejlődése szétartó volt”.<sup>79</sup> A történetben tehát az egyik világ akkor omlik össze, amikor a kritikus döntés

---

79 GRIBBIN, *Schrödinger macskája*, 216. Az 1938-ban (tehát Everett sokvilág-elmélete előtt) megjelent regény a világ kvantummechanikai leírásából indul ki. Az egyik szereplő a következőképpen magyarázza a történeteket. „Amikor a valószínűségi hullámokat konkrét részecskékre alkalmazzuk, akkor az objektumok világvonalai többé már nem lesznek rögzítettek és nem olyan egyszerű pályákat írnak le, mint korábban. A geodetikus vonalak lehetséges ágak végtelen sokaságára szakadnak, a szubatomi határozatlanság szeszélyeinek megfelelően.” Idézi GRIBBIN, *Uo.*, 216. (Rengeteg olyan műre lehetne még utalni, melyben a kvantumelmélet vagy a párhuzamos világok teóriája valamilyen formában kulcsfontosságú eleme a történetnek [pl. Ian McDonald Örökkévaló-sorozatában a párhuzamos dimenziók létezése evidens, a főhőst pedig Everettnak hívják...]. Ezek közül egyet kiemelnék itt, mivel Philip Pullman Sötét anyag-trilógiájáról – mint fentebb említettük – Gribbinék egy egész könyvet írtak: Mary & John GRIBBIN, *The Science of Philip Pullman’s His Dark Materials*, Hodder Headline Limited, London, 2003. A történet párhuzamos világok sokaságában játszódik, melyeket a sötét anyag áramlása köt össze, s melyek között a szereplők egy találmány és egy tárgy segítségével képesek közlekedni. A *titokzatos* késben még Everettre is hivatkozik az egyik mellékszereplő: „Nagyon örülnék, ha például a kutatásukat a tudat manipulálására irányoznák. Másodszer, a több világra vonatkozó feltevés – emlékeznek, ugyebár, Everett munkásságára, úgy 1957 körül –: meggyőződésem, hogy önök a nyomára jutottak valaminek, ami jócskán előbbre vihetné ezt az elméletet”. Philip PULLMAN, *A titokzatos kés*, ford. BORBÁS Mária, Magyar Könyvklub, Budapest, 2002, 242.)

megszületik, és ezzel a másik világ lesz reális. Everett kiküszöböli ezt a nehezen megfogható kvantumfizikai magyarázatot (a hullámfüggvény összeomlását), hiszen a sokvilág-elmélet szerint *minden egyes világ egyformán valóságos*. A szóban forgó film Williamson elgondolása alapján is értelmezhető, de – Everett (és Gribbin) segítségével – menjünk egy kicsit tovább ennél.

A *Forráskód*ban még azt is láthatjuk, miként hasad le egy alternatív világ a mi valóságunkról. (Ami márpedig lehetetlen, mármint megfigyelni – mivel a leszakadás általunk érzékelhetetlen dimenziókat vesz igénybe –, de ez most nem érdekes.) Pontosabban az történik, hogy amikor Colter módosít valamit a robbanás előtti percekben, létrejön egy párhuzamos világ, ám ezek közül lesz majd egy olyan is, amelyben a merénylet meghiúsul. Ennek az utolsó változatnak a kialakulását a film – a főszereplő minden egyes visszatérésekor – gyors képsorokkal előrevetíti, majd a történet végén Colter és Goodwin (Vera Farmiga) jóvoltából megszületik az „új világ”. A *Forráskód* mindezek fényében nemcsak arra épül, hogy egy embernek, akire a biztos pusztulás vár, az egyirányú út jelentheti az egyetlen alternatívát, hanem arra is, hogy ez az út egy oldalirányban elhelyezkedő konkrét párhuzamos világba vezet, melyben a robbanás nem történt meg, és egyelőre a forráskódot sem alkalmazták.

E koncepció tehát igencsak emlékeztet a sokvilág-elmélet multiverzum-felfogására.

A párhuzamos univerzumok végeláthatatlan sokaságában – írja Gribbin – a szomszédos univerzumok szinte megkülönböztethetetlenek a miénktől, a valamivel távolabbi univerzumok már kicsit jobban eltérnek, míg a multiverzum távoli univerzumi merőben mások, mint a mi Világegyetemünk.<sup>80</sup>

Ha ezt a képet a *Forráskód*ból származó szekvenciákkal szeretnénk illusztrálni az órán, akkor nem lenne más dolgunk, mint hogy egymás mellé helyezzük a fentebb említett nyolcperces részeket. (Az alapverzióban Colter passzív elszenvédője a terrorcselekménynek; egy másikban felfedezi a bombát; a harmadikban elkap egy gyanúsítottat, de melléfog; a negyedikben azonosítja az elkövetőt, de nem sikerül megállítania; az ötödikben megmenti Christinát [Michelle Monaghan]; és így tovább, majd az ikszedikben megakadályozza a robbantást,

---

80 GRIBBIN, *A multiverzum nyomában*, 60.



és kiiktatja a tettet... A számozás nem érdekes, az újabb variációk viszont újabb – de az elsőtől egyre eltérőbb – valóságokat jelenítenek meg.)

A film innen nézve tényleg megadhatja a kezdőlökést ahhoz, hogy másként tekintsünk az univerzumra.<sup>81</sup> A sokvilág-elmélet pedig keretet nyújt a „tekintetünk” számára. Gribbin helyesen jegyzi meg, hogy:

A legjobb ok, amiért érdemes a sokvilág-értelmezést komolyan venni, az, hogy soha, senki nem talált még más módszert a Világegyetem leírására a kvantumfizika fogalmaival.<sup>82</sup>

Bár – mint látható – a *Forráskód* és Everett teóriája számos ponton összeér, mégis azt kell mondanom erről az elképesztő „ötletéről”, hogy nem könnyű ám a nyomába érni. Könnyen lehet ugyanis, hogy a párhuzamos világok elmélete minden addigi fantasztikus történetnél fantasztikusabb, s ezért a diákok játszva elsajátíthatják a megértéséhez szükséges előfeltevéseket. Nézzük ennek kontextusában a második filmet.

### 3.3. Tangens univerzum és életszakaszok: Donnie Darko

A *Forráskód*hoz hasonlóan Richard Kelly első alkotása, a *Donnie Darko* is megközelíthető a kvantummechanika Everett-féle leírása felől, sőt véleményünk szerint a konstrukció akkor működik igazán. Pontosabban, *legalább* olyan jól működik, mintha a legkézenfekvőbb értelmezési lehetőségei felől közelítenénk hozzá (ezekre menet közben egyszer-egyszer hivatkozni fogok). Nézzük, miről is van szó.

Induljunk ki a film idővonalából. (A diákok többsége első megtekintés után időutazásos történetnek tartja a *Donnie Darkót*. Helytálló ez az értelmezés?) A történet elején a címszereplőt Frank (nyúlmaszkban) kihívja a házból, és közli vele, hogy 28 nap, 6 óra, 42 perc és 12 másodperc múlva vége lesz a világnak. Ennek köszönhetően Donnie (Jake Gyllenhaal) megmenekül, ugyanis nem

---

<sup>81</sup> Ez természetesen elsősorban azokra a nézőkre és diákokra vonatkozik, akik még nem vagy kevésbé szembesültek a multiverzum-teóriák terjedésével.

<sup>82</sup> GRIBBIN, *l. m.*, 60–61. (Részben ez vezetett a kvantumkozmológia megszületéséhez.)

tartózkodik a lakásban, amikor arra ráesik egy repülőgép-hajtómű. Később a srác több olyan magánakciót hajt végre (pl. az iskola eláztatása, Cunningham [Patrick Swayze] házának felgyújtása), melyet Frank (James Duval) sugall neki (s megtudjuk azt is, hogy Donnie paranoid skizofrén<sup>83</sup>). Közben megismerkedik új osztálytársával, Gretchennel (Jena Malone), akivel egymásba szeretnek. A történet további részletei szempontunkból itt nem fontosak (átugorhatók), mindaddig, amíg – kontingenciákon át – el nem érkezik a végső fordulat.<sup>84</sup> Donnie és barátja meglepi a tolvajokat Halálnagyi (Patience Cleveland) házában, a dulakodás következtében Gretchen az útra esik, majd az érkező autó halálra gázolja. A sofőrt, a halloweeni jelmezt viselő Franket (aki a főszereplő nővérenek [Maggie Gyllenhaal] a barátja) Donnie fejbe lövi. Ezzel párhuzamosan Donnie édesanyja (Mary McDonnell) a táncsoportos lányokkal hazafelé tart Los Angelesből, repülőgépük viharba kerül, a gép hajtóműve pedig belezuhan egy, a viharban keletkező féreglyukba. Eddig a pontig a történet lineáris; itt azonban álljunk meg egy pillanatra.

Foglaljuk össze röviden, mit tudunk ezekről a fura képződményekről, a féreglyukokról. Nem Stephen Hawkingot fogom idézni (bár evidens volna, hiszen a filmben a fizikatanár [Noah Wyle] utal rá), de nem is John Gribbint (akit a *Forráskód* kapcsán emlegettem), hanem a húrelmélet egyik specialistáját, Brian Greene-t. A méltán világhírű tudós *A kozmosz szövedéke* című szuper

---

83 A félreértések elkerülése végett: a skizofréniában szenvedő emberek *nem* többszörös személyiséggel rendelkeznek. Egyetlen személyiségük van, amely széthasadt vagy széthullott. „A modern pszichológiai vagy pszichiátriai szaknyelvben a skizofréniát szót az olyan, súlyos pszichotikus zavar megnevezésére használják, amelyre a valóság drámai megbomlása jellemző [...]. Az ebben a betegségben szenvedő embereket általában zavaros gondolatok és kiszámíthatatlan hangulatok gyötrik, és gyakran téveszmék (rögzült, téves hiedelmek; például amikor a beteg azt hiszi, hogy követik) és hallucinációk (szenzoros inger nélküli érzékleti tapasztalatok, például amikor a beteg hangokat hall) áldozatául esnek.” Scott O. LILIENFELD – Steven Jay LYNN – John RUSCIO – Barry L. BEYERSTEIN, *50 pszichológiai tévhit: Hiánypótló gyűjtemény a lélektan közhiedelméről*, ford. CZICZELSZKY Judit, Partvonal Kiadó, Budapest, 2010, 235.

84 A történetelemek kombinációja alapján a film igen produktív hibridnek (thriller, sci-fi, tinihorror, love story stb. ötvözetének) tartható. Lásd ehhez: H. NAGY Péter, *Életképes hibridek = Uő., Extrák*, NAP Kiadó, Dunaszerdahely, 2008, 26–32. A kontingencia (esetlegesség) filmbeli szerepéről külön tanulmányt lehetne írni, hiszen a történetelemek összeillesztésében döntő funkciót tölt be a véletlenszerű illeszkedés. Példa lehet erre a „pinceajtó” jelölősor, amelyet az angoltanár (Drew Barrymore) dob be a játékba, majd Donnie és Gretchen tényleg rátalál egy pinceajtóra. És így tovább...



séhez. A repülőgép-hajtómű tehát behullik a féreglyukba, és ezáltal 28 napot visszautazik az időben. Rázuhan Darkóék házára, most viszont azt látjuk, hogy a fiú a szobájában van; majd a vágás után kiderül, hogy meghalt. Újraindul a történet (más irányban); azonban itt van vége a filmnek. Nos, fontos tudatosítanunk valamit. Attól függetlenül, hogy *kétszer* látjuk a hajtómű becsapódását, valójában *egyetlen* effektusról van szó. Viszont amit előidéző, ahhoz jól jön nekünk az Everett-féle sokvilág-elmélet. Emlékezzünk csak, ez azt állítja, hogy ha az univerzum egy kvantumszintű döntésre kényszerül, megduplázódik. Vagyis a hajtómű megérkezése a féregjáraton keresztül, a detonáció pillanatában megkettőzi az univerzumot.<sup>87</sup> Az egyikben Donnie él, Gretchen meghal (ez a film tulajdonképpeni cselekménye), a másikban fordítva, Donnie hal meg, és ezzel Gretchen élheti saját életét, mivel nem is találkozik a fiúval. Tehát Richard Kelly szenzációs forgatókönyve maximálisan megérthető innen nézve is, senkinek nem kell járkálnia az időben, „mindössze” – egy neuralgikus ponton – megkettőződik a világ.<sup>88</sup>

Menjünk kicsit tovább, mert mindennek van még egy fontos komponense, s ezt sem árt hangsúlyozni az órán. Méghozzá Donnie Darko tudata. Persze, el lehet játszani a gondolattal, hogy az egész csak a fiú elméjében pörgött le, ez azonban rövidre zár egy hangsúlyos kérdésirányt. Donnie skizofréniája ugyanis nemcsak azt segíti elő, hogy Frankkel társalogjon, hanem azt is, hogy a történet

---

87 Kevésbé lényeges, de ha az időhurkot tesszük meg központi alakzattá, akkor elmondható, hogy – fentebb volt róla szó – „[...] az időutazás generálta paradoxonok új, alternatív univerzumokat hoznak létre. Így minden egyes pillanat párhuzamos világok sorozatának potenciális elágazási pontja. Az időutazás révén tehát végtelen számú párhuzamos univerzumot kreálhatunk”. Joseph D. MILLER, *Párhuzamos univerzumok: Fantasy vagy science fiction?*, ford. BALAJTHY Ágnes, Prae, 2011/3., 5. Erre az alapötletre épül pl. Stephen Baxter fentebb említett, *Időhajók* című nagyszabású regénye.

88 Úgy vélem, ez a megközelítés legalább annyira helytálló, mint a történet azon olvasata, amely a spekulatív fikciók működésmódjából indul ki. Ez utóbbi Hegedűs Orsolya pontos megfogalmazásában így hangzik: „A film a címszereplő halálát tekinti olyan divergáló pontnak, amely mentén felépíthető egy alternatív életszakasz. A konstrukció mindezt retrospektív módon találja: csak a történet legvégén szembesíti a nézőt azzal, hogy amit valóságnak gondolt, vagy akként nézett, az valójában meg sem történt”. HEGEDŰS Orsolya, *A mágia szövedéke: Bevezetés a magyar fantasy olvasásába I.*, Liliium Aurum, Dunaszerdahely, 2012, 143. Az ilyen típusú konstrukciókhoz ajánlhatók még *A nő kétszer*, a *Bárcsak* és *A lé meg a Lola* című filmek. Mindhárom egy elágazási pontból kiinduló alternatívákat mutat be, és a *Donnie Darko*hoz hasonlóan megközelíthetők a szóban forgó elméleti keret felől.

elején megússza a balesetet. (Az értékinstanciáktól most tekintünk el, amúgy ezekkel is úgyesen bánik a film.) Gondoljunk csak bele: a skizofrénián múlik, hogy Donnie az egyik alternatív világban élve marad (mivel Frank megjelenik). A másik univerzumban nem látjuk a nyúlmaszkos alakot a ház előtt, Donnie az ágyában ülve mosolyog. Ez a mosoly azonban ne tévesszen meg minket, hiszen ha Donnie – látszólag – sejtí is, mi történik (vagyis mintha feláldozná magát Gretchenért, pontosabban így is nézhető a jelenet),<sup>89</sup> *magán* az elágazási ponton nem tud változtatni. *Láttuk*, mi történik, ha a fiú élve marad, majd a világ képi „visszacavarása” után *tudjuk*, milyen lesz a világ nélküle. Érdektelen. (Donnie tudatával kapcsolatban felvethető továbbá, hogy „skizofréniája” nem a két világ kereszteződése-e.)

Végezetül kiemelnék egy lényegesnek tűnő mozzanatot a film rendezői változatából. Ebben a verzióban nagyobb hangsúlyt kap a Roberta Sparrow (a Halálnagy) által írt könyv (*Az időutazás filozófiája*), amelynek egyes oldalai szerepet játszanak a történet tagolásában. Ez a szerkezet valószínűleg arra utal, hogy Donnie életrészeinek alakulása megfeleltethető a könyvben írottaknak. Az egyik legfontosabb részlet így szól:

Ha egy tangens univerzum létrejön, rendkívül instabil lesz, néhány hétig képes csak fennmaradni. Végül önmagába zuhan, fekete lyukat alkotva az elsődleges univerzumban, ami képes megsemmisíteni a teljes létet.<sup>90</sup>

Úgy tűnik, ez volt tehát Richard Kelly alapötlete, s innen nézve nem is annyira meglepő, amikor a fiatal rendező a Director's Cut DVD-kiadásához írt jegyzetében megállapítja, hogy „Tangens univerzumban élünk. Ez az egyetlen a logikus magyarázat”.<sup>91</sup>

---

89 Ekkor persze az addig látottak fényében ok-okozati kapcsolatot tételezünk fel a dolgok között, holott az talán nincs is. A film számos ponton hívja elő ezt a befogadói magatartást, s ez által képes saját értelemirányait is többszörözni. (Olykor ehhez elegendő egyetlen gesztus, pl. Donnie Darko mosolya.)

90 Roberta SPARROW, *The Philosophy of Time Travel = A Note from Writer/Director Richard KELLY = Donnie Darko. The Director's Cut. 2 Disc Edition*, 2004, kísérőfüzet, 2.

91 *Uo.*, 2. A tangens univerzum összeomlásának képi megfelelője lehet a történet „visszacavarása”, amikor a film végén visszafelé látjuk „megtörténni” az eseményeket, és visszajutunk a kezdőpontra, a hajtómű leeséséig (amely így a tangens univerzumból érkezett egy féregjáraton az elsődleges univerzumba).

Mint láttuk, van más logikus magyarázat is (több is), s mindezt érdemes vitára bocsátani a tanóra keretében. Kiegészítésképpen érdemes megemlíteni továbbá, hogy a kozmológia zsebuniverzumoknak nevezi az ahhoz hasonló képződményeket, mint amilyenekre Kelly hivatkozik. Ehhez a látásmódhoz jól passzol a következő film is.

### 3.4. Divergencia és entrópia: Mr. Nobody

A harmadik példaként elemzendő film az egyik legbonyolultabb szerkezetű alkotás a közelmúltból, érdemes a megtekintése közben jegyzetelni. Ha a diákok a *Mr. Nobody* című filmet (írta és rendezte Jaco Van Dormael) nehéznek találják, akkor átkötésként a *Donnie Darko* után ki lehet próbálni, boldogulnak-e a *Pillangó-hatás* (rendezte Eric Bress és J. Mackye Gruber) feltérképezésével. A főhősnek (Ashton Kutcher) ugyanis az amnézia-pontokba való visszatéréseivel elsőre is áttekinthető elágazási rendszer jön létre, s ha a diákok sikeresen veszik az akadályt, továbbléphetnek a *Mr. Nobody* terepére. (Ezek a filmek egytől egyig az átlagnál jóval nagyobb mértékben veszik igénybe a néző konstrukciós képességét, és teszik próbára a tudományban való jártasságát.)

Először – az előfeltevések tisztázásához – nézzük, hogyan foglalta össze John és Mary Gribbin a termodinamika három alaptörvényét. „1. Nem győzhetsz. 2. Még a döntetlenre sincs esélyed. 3. Nem szállhatsz ki a játékból.”<sup>92</sup> Vicces. (Elmagyarázhatjuk a diákoknak, miért az.) Az első tétel az energia- és tömegmegmaradás törvénye, a második főtétel szerint a hő soha nem áramlik a hidegebb helyről a melegebbre (egy zárt rendszer entrópiája nem csökkenhet), a harmadik törvény kimondja, hogy soha nem lehet egy testet abszolút nulla hőmérsékletre (0 kelvin = -273 °C) hűteni. Számunkra ezek közül a második főtétel lesz fontos a továbbiakban, hiszen az a film, amelyről szó lesz – annak rendje és módja szerint, ahogyan a spekulatív fikció spektrumában ez lenni szokott –, feje tetejére állítja ezt a szabályt.

Érdemes tehát komolyan vennünk a dolgot, ahogyan erre az első, és egyben minden idők egyik legnagyobb asztrofizikusa, Arthur Eddington figyelmeztetett:

---

92 John és Mary GRIBBIN, *A természettudományokról mindenkinek: A világmindenség, az élet meg minden*, ford. MÜNZ Márton, SIMON Tamás, Akkord Kiadó, Budapest, 2002, 28.

Úgy vélem, a termodinamika második törvénye a természet összes törvénye közül a legfontosabb. Ha kedvenc elméleted az univerzumból összegeyztetetetlen a Maxwell-egyenletekkel – talán éppen a Maxwell-egyenletekben van a hiba. Ha az elméleted nem egyezik a kísérleti megfigyelésekkel – nos, a kísérleti fizikusok gyakran melléfognak. De ha az elméleted a termodinamika második törvényével ellenkezik, akkor nem sok reményt adhatok; nincs más hátra, mint alázatosan elvetni az egészet.<sup>93</sup>

Ennek fényében tökéletesen érthető, hogy a kozmológiában miért megkerülhetetlen a termodinamika második főtétele. A közelmúltban két olyan jelentős munka is megjelent, amely valójában az entrópiáról szól, s mindkettő remekül felhasználható ama szubverzív film értelmezéséhez. Az egyik Sean Carroll *Most vagy mindörökké* című könyve, a másik Roger Penrose *Az idő ciklusai* című opusa. Elemzésünkben az utóbbit fogjuk hasznosítani, mely *Az univerzum radikálisan új szemlélete* alcímet viseli. Carroll teljesítménye előtti tisztelgésül viszont ez a harmadik eszmefuttatás a *Most vagy mindörökké* egyik részének témájáról (*Az entrópia és az idő iránya*) fog szólni a *Mr. Nobody* című film és a Penrose-könyv alapján.

Nézzük hát. Mi is az entrópia, és mi köze van az időhöz? Az entrópia a fizikai rendszerek rendezetlenségének mértékére szolgáló mennyiség. Valójában a rendszert alkotó elemi összetevők azon átcsoportosításainak száma, melyek a rendszer általános megjelenését változatlanul hagyják. Tehát minél nagyobb az entrópia, a rendszer annál kevésbé rendezett, illetve annál inkább random jellegű. Minél kisebb az entrópia, a rendszer annál rendezettebb. Nézzük egy kicsit kevésbé elvontan. Mindenki tapasztalta már, hogy a jelenségek csak egy irányba mehetnek végbe, fordítva sohasem. Például, ha az asztról leesik egy pohár, és széttörik, többé nem áll össze magától, és nem ugrik vissza az asztra. Vagy: a tojásrántottából nem nyerhető vissza az ép tojás; és így tovább.<sup>94</sup>

---

93 *Uo.*, 26. (Az idézett mű: Arthur EDDINGTON, *The Nature of the Physical World*, [1928].)

94 Sean Carroll példái a következők: „a tojásból könnyedén készíthetünk rántottát, a rántottából azonban nem tudjuk visszacsinálni a tojást; a parfüm eloszlik a szoba levegőjében, de sohasem gyűlik össze újra a parfümös üvegben; a jégkockák elolvadnak, de egy pohár langyos vízből nem formálódnak maguktól jégkockák”. Sean CARROLL, *Most vagy mindörökké: A végső időelmélet nyomában*, ford. GILICZE Bálint, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010, 49.

Ezek a folyamatok rendkívül lényegesek a múlt és a jövő különválasztása szempontjából. Ahogy anno Richard Feynman, a zseniális fizikus nagyon szellemenesen, de lényegbevágóan megfogalmazta:

[...] léteznie kellene egy olyan elvnek, hogy, teszem azt, az »üngyümök« csak »büngyümökké« fejlődhetnek, de fordítva ez nem lehetséges – tehát egész idő alatt a természet úgy fejlődik, hogy »üngyüm« jellegűből »büngyüm« jellegűvé alakul át, és a kölcsönhatások ilyen egyirányúsága eredményezi aztán azt, hogy a világ jelenségei csak egy irányba mehetnek végbe, megfordíthatatlanok.<sup>95</sup>

Ez – a fenti példákkal kiegészítve – egyben azt is jelenti, hogy a múlt rendeztebb volt, mint a jelen. Ezért mondhatjuk azt, hogy az entrópia-törvény irányt szab az időnek. Penrose szavaival élve, az ilyen folyamatokat nem tartjuk furcsának, míg például ugyanezen jelenségek filmfelvétele visszafelé játszva igencsak különösnek tűnik, és olyasmit jelenít meg, amit a rendes időirányban nem tapasztalunk. „Az ilyen »teleológia« tehát tökéletesen elfogadható, ha a múlt felé tekintünk, azonban tapasztalataink körén kívül esik, ha a jövő irányába nézünk.”<sup>96</sup>

No persze, se szeri, se száma azoknak a művészi alkotásoknak, melyek sportot űznek e szabály felborításából. (Egyes irodalomtörténészek még olyasmiről is „tudnak”, hogy „magas entrópiájú szöveg”...) Említsük meg gyorsan Philip K. Dick *Visszafelé világ* című regényét (Thomas Pynchon *Entrópia* című novellája helyett), melyben:

A világ belépett a Hobart-fázisba, és az idő visszafordult. Így a könyvtárak gyűjtés helyett megsemmisítik a könyveket, a nemzés nem az élet elejét, hanem a végét jelenti, a cigaretták csikkból nőnek teljessé, és a temetők csendjét a sírban feléledt emberek kiáltásai verik fel. [...] Sosem tudhatjuk biztosan, mit hoz a tegnap.<sup>97</sup>

---

95 Richard FEYNMAN, *A fizikai törvények jellege*, ford. GAJZÁGÓ Éva, Magvető Kiadó, Budapest, 1984, 178–179.

96 Roger PENROSE, *Az idő ciklusai: Az univerzum radikálisan új szemlélete*, ford. GILICZE Bálint, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011, 54. A szerző ugyanitt beszél arról is, hogy a fokozatos entrópiánövedés milyen összefüggésben van a Nagy Bummal.

97 Az idézet az alábbi kiadás hátlapszövegéből származik: Philip K. DICK, *Visszafelé világ*, ford. PÉK Zoltán, Agave Könyvek, Budapest, 2009.



Ez még hagyján, de van itt nagyobb poén is: például evés helyett öklendeznek, kérődznek az emberek (ez az ún. táplálkozási nyomaték), s ennél már csak a kiöklendezett étkek hűtőszekrénye gusztusosabb, amelynek regenerálódott tartalmát időnként el kell vinni a szupermarketbe. Ugorjunk.

A *Mr. Nobody* lényegében egyenes ági leszármazottja Dick művének (avagy ugyanahhoz a vírustörzshöz tartozik), ám ez csak a film végén derül ki. A koncepció a következő. (Leegyszerűsítve, mert nem könnyű összefoglalni.) Mr. Nemo Nobody (Jared Leto alakítása), az utolsó, *nem* halhatatlan ember elbeszéli élete történetét a médiának. Három időpontot jelöl ki a múltban; illetve ezekből elágazó alternatív életutakat, melyeket apró döntések generálnak (vö. sokvilág-elmélet, pillangó-hatás). A film azonban azzal indít, hogy ezek közül néhány a főhős halálával végződik, azaz fiktív természetű (hiszen Mr. Nobody él). Az elbeszélés mindenesetre ezeket egyenrangú variánsokként kezeli. Szóval, a három időpont, amikor a főhős 9 éves, és szülei elválnak; amikor 16 éves, és bőszen udvarol; illetőleg amikor 34 éves, és a házasságainak kifutását látjuk. A háromféle választás (Elis, Jean és Anna között) értelemszerűen háromféle életutat indít be. (Plusz ezeken belül is megjelennek elágazások és fiktív szálak, de ezeket most tegyük félre.) A kérdés a következő: ha pontosan követjük Mr. Nobody előadását, az öregember képzetét, a mozaikjellegnek megfelelően összerakható lesz a főszereplő élete, de nem tudjuk, hogy ez kitaláció-e. A paraméterek ugyanis látszólag *Anna* felé mutatnak. Ama hölgy felé, akivel felnőttként is keresik/keresték egymást (s akitől tinédzserként elválasztották, és aki a vágyaiban folyamatosan jelen van). És akinek – bármelyik irányból is olvassuk – a neve *ugyanaz*.<sup>98</sup>

Ez azért érdekes, mert szépen leképezi az előre-hátraugráló, alineáris narratív sémát. Ugyanakkor ez sem feltétlenül bizonyul „a helyes útnak”, hiszen a teljes élettörténet úgy is működhet, hogy az valójában az első neuralgikus vagy traumatikus ponton, a 9 éves kisfiú fejében játszódik le, s mivel ő a film végén a harmadik utat választja, Mr. Nobody élete *nem* az általunk nézett elágazási rendszer. Az oszcilláló mozgás közepette a film azonban nem csak azzal fog-

---

98 Vö. „te olyan vagy hátulról, mint előlről / A–N–A”. Schwitters *An Anna Blume* című versének ezen részletéhez: L. VARGA Péter, „s ami a legtragikusabb az életben, az az egyenes vonal”: *Jegyzetek Kassához, az avantgárdhoz és az intermedialitáshoz*, Szörös Kő, 2007/3., 48.

lalkozik, hogy sokféleképpen beszélhető el egy ember élete (divergencia- vagy neuralgikus pontokból kiindulva), hanem azzal is, hogy mindezt milyen tudományos elméletek keresztelik (pl. káoszelmélet). Több jelenet utal például az entrópiára is (ha összekeverünk két dolgot – tejbepapit lekvárral –, bármennyire is keverjük, nem fog kettéválni), majd a történet végén azt látjuk, hogy megfordul az idő iránya, az entrópia csökkenését pedig szintúgy jelzi a vizuális anyag (sok-sok keverés után mégiscsak kettéválik a lötyty). Az események visszafordítása a Nagy Reccs hipotézissel hozható kapcsolatba, s itt érdemes megállnunk egy pillanatra. Jöhet ismét Penrose.

A tudós – részben hajmeresztő, igen komplex – gondolatmenete világossá teszi, hogy az univerzum éppen hogy nem fog egy Nagy Reccsben véget érni, nem fog megfordulni az idő iránya (vagyis nem lesz visszapattanás, a tágulás után összehúzódás), sőt. Az ún. konform ciklikus kozmológia (= CCC) szerint a világegyetem történetének nem a Nagy Bumm és a Nagy Reccs jelöli ki a határait.

Végeredményben azt kapjuk – írja Penrose –, hogy a CCC nem csak a Nagy Bumm szingularitásáról árul el fontos részleteket, de arról is, hogy mi történik, ha a fizikai folyamatokat a jövő felé folytatjuk – a jövő felé, mely visszavonhatatlanul véget ér egy fekete lyukban, vagy határtalanul folytatódik, mígnem a CCC szerint egy következő eón nagy bummjában születik újjá.<sup>99</sup>

Tehát a CCC arra a kérdésre is választ ad, hogy mi volt a Nagy Bumm előtt... A legelképesztőbb hozadéka azonban talán az, hogy képes feloldani azt a dilemmát is, miszerint univerzumunk, azaz a jelenlegi eón entrópiája folyamatosan növekszik, miközben az univerzum nagyon korai és igen késői állapota gyanúsán hasonlít egymásra. (A kulcs: a fekete lyukakban lezajló információvesztés nem jár a második törvény sérülésével.)

Végeredményben a kortárs kozmológia és Penrose túlmegy a *Mr. Nobody* univerzum-felfogásán, ez azonban nem csökkenti az utóbbi jelentőségét. Ne feledjük, hogy bárhonnan is nézzük és olvassuk a film legfontosabbnak tűnő mintázatát, Anna örök, és folyamatosan ismétlődik... Ez azonban megtévesztő mintázat lehet. A film úgy is nézhető, mint a *divergens gondolkodás* példája,

---

99 PENROSE, *l. m.*, 187.

amely egyszerre több tényező párhuzamos futtatására épül. Az órán érdemes megvitatnunk a diákokkal, hogy a filmben szereplő sok világ közül végül melyik lesz az, amelyikkel azonosítható a főhős élettörténete (azonosítható-e bármelyikkel is), illetve, hogy összerakható-e maradéktalanul a cselekmény idővonala. (Ehhez mellékelünk egy ábrát a könyv végén.)

Másrészt a filmmel kapcsolatban érdemes meglátogatni a *The Science of Mr. Nobody* című webhelyet (<https://nobodys-universe.weebly.com>), mely röviden, a diákok által egy olvasásra feldolgozható módon tárgyalja a következő tudományos problémákat: Nagy Reccs, pillangó-hatás, kvázi-halhatatlanság, húrelmélet. A teóriák mindegyikéhez egy idézet is tartozik a filmből, ami a történeten belüli elhelyezésüket is megkönnyíti. Mindez ismét nagyon jó példa arra, hogy a tudomány hogyan közelíthető meg egy film alapján. Ezek a társítások ugyanakkor arra is jók, hogy a diákok többféle olvasásmódot próbáljanak ki a történet értelmezése közben, s ezáltal azzal szembesüljenek, hogy ami nagyon bonyolultnak tűnik, valójában egy-két alapelv szerint épül fel.

\*\*\*

Az *Avatar* példája mellett a fenti, a *Forráskódról*, a *Donnie Darkó*ról és a *Mr. Nobody*ről szóló mikroelemzések is arra utalnak, hogy kérdés- és problémafelvetésünk nem volt elhibázott. Ráadásul a kvantummechanika sokvilág-értelmezése mellett olyan jelenségekre is kitérhettünk, mint például a párhuzamos univerzumok teóriája, a féreglyukak fizikája vagy az entrópia működése.

A példatár természetesen szélesíthető, hiszen a kvantummechanika furcsaságait – mint említettük – a popkultúra folyamatosan felhasználja. Csak egyetlen hivatkozás ráadásként: Kim Stanley Robinson *Vörös Hold* című regényének egyik főszereplője egy kvantumgépész, s ennek megfelelően a párbeszédekben és a cselekményben is számos utalás történik a kvantummechanikára. Ugyanakkor a határozatlansági állapot a menekülésben lévő két karakter bizonytalan sorsára vetül, a kvantum-összefonódás pedig az amerikai férfi és a kínai hölgy kapcsolatát vetíti előre. Ezek az átgondolt megoldások azt sejtetik, hogy a tudományos kontextust Robinson könnyedén alkalmazza olyan folyamatok ábrázolására, melyek nem pusztán a világ-, hanem inkább a karakterépítést szolgálják.

Mindez arra is utal, hogy a popkultúra tudományos „telítettsége” jóval na-

gyobb, mint azt gondoltuk (vagy gondolták azok az oktatók, akik idegenkednek tőle). Folytatásként, illetve a változatosság kedvéért vegyünk szemügyre közelebbről egy általános sci-fi-problémát, mely a fizikával van kapcsolatban, majd egy olyan sci-fi művet, mely a molekuláris biológia (és a nanotechnológia) vonatkozási rendszerében lehet beszédes vállalkozás, végül egy biopunk regényt és egy ifjúsági cyberpunk alkotást, melyek problémafelvetései korunk aktuális kérdéseihez vezetnek.

## 4. Science fiction és tudományos aktualitás

„A sci-fi legjava szerintem igenis jelentékeny irodalmi forma, noha egyes irodalomtudósok sznob módon lebecsülik.”<sup>100</sup> Richard Dawkins helyzetjelentése annak ellenére megállja a helyét, hogy ellenpéldákat is lehetne sorolni a közelmúltból: a sci-fire és a peremműfajokra irányuló figyelem begyűrűzött az irodalomtudomány és a kultúrakutatás egyéb területeire is. (Az utóbbira példa Tóth Csaba *A sci-fi politológiája* című könyve.) Az angol sztárbiológus persze nem az egyetlen, aki – természettudós lévén – az irodalom és a filmipar eme speciális válfajának (alternatív kánonjának) megkerülhetetlenségére és produktivására figyelmeztet. Se szeri, se száma azoknak a nyilatkozatoknak, melyek a fenti szituációból indulnak ki. Sőt, a tudománynépszerűsítő irodalom rendre beleütközik ehhez hasonló dilemmákba.

Carl Sagan szerint: „A sci-fi jelentősége az emberiség egésze szempontjából az lehet, hogy a jövőre vonatkozó kísérletként szolgál, felmutatja a kutatás alternatív célpontjait és megpróbálja csökkenteni a jövő eseményei okozta megzúrást.”<sup>101</sup> Kétségtelen ugyanis, hogy rengeteg sci-fi ötlet szolgáltat alapot bizonyos – korántsem légből kapott – teóriák magyarázatához, elősegítve ezzel igen bonyolult kérdések megértését.<sup>102</sup> Egyetérthetünk tehát Kánai András meghatározásával is, mely szerint a science fiction nemcsak fantázia és jóslás, hanem egyfajta gondolkodásmód.<sup>103</sup> Indokolt tehát, hogy felvillantsunk valamit ebből a produktivitásból, szem előtt tartva az eddigi látásmódot és oktatathatósági szempontokat. (Az óratervezéshez és újabb ötletek kidolgozásához felhasználhatók a *HiperGalaktika* magazin kötetei és a *MetaGalaktika* v9.5,

---

100 DAWKINS, *Szívárványbontás*, 40.

101 Vö. Carl SAGAN, *Magánvélemény a tudományos-fantasztikus irodalomról* = Uő., *Broca agya: Gondolatok a tudomány romantikájáról*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2001, 157.

102 Carl Sagan tanulmányai mellett Stephen Hawking eszmefuttatásai említhetők itt, melyekben szintén megfigyelhető ez a jótékony együttműködés. Vagy ide sorolhatók a *The Science of...* típusú könyvek is, melyekről volt szó.

103 KÁNAI, *l. m.*, 7–8.

melyek sci-fi-novellákat és tudományos kommentárokat tartalmaznak. A *HyperGalaktika 02* a felsőoktatás jövőjével foglalkozó különszám.)

#### 4.1. Az űropera és a fizika

Amióta bizonyossá vált, hogy légüres térben semmilyen, tömeggel rendelkező test nem haladhat a fény sebességénél gyorsabban, az emberi képzeletet fokozott mértékben kezdte izgatni ez a fizikai probléma. Ebből a kontextusból kiemelhető egy „műfaj”, az űropera, melynek saját létalapjával függ össze, hogy újabb és újabb verziókat találjon ki a fénysebesség áthágására. Az űropera ugyanis olyan (űr)fikció, melynek cselekménye galaktikus méreteken játszódik, ezért meg kell oldania a nagy távolságokon belüli gyors információáramlás, illetve utazás dilemmáját.

Bemelegítésképpen vessünk egy pillantást a mi galaxisunk méreteire, hogy lássuk, mit is kell áthidalniuk az űroperák szerzőinek. A Tejútrendszer kerekítve 100 000 fényév átmérőjű spirálgalaxis. Vagyis a fénynek 100 000 évbe telik, amíg átszeli a Tejutat. A galaxison belüli furikázás az óriási távolságok miatt meglehetősen időigényes tevékenység. A Tejúton belüli kapcsolatokat remekül szemlélteti az alábbi híres gondolat kísérlet: Legyen a Nap akkora, mint egy narancs, ekkor a Föld egy homokszem, amely tíz méterre kering körülötte; a Jupiter, amely tizenegyszer szélesebb a Földnél, akkora, mint egy cseresznye-mag, s ez hetven méterre, vagyis háztömbnyi távolságra kering a narancstól. A Tejútrendszer ebben a léptékben százmilliárd narancs, egymástól átlagosan ezerhatszáz kilométer távolságban.<sup>104</sup> Mit kezd a fantázia ezzel a problémával? A *Star Trek* az ún. térhajtómű bevezetésével válaszol a kihívásra.

Az alapötlet lényege – írja Lawrence M. Krauss *A Star Trek fizikája* című könyvében –, hogy hajtómű gyanánt egyáltalán ne rakétát, hanem magát a téridőt használjuk. [...] A tér görbülete a speciális relativitáselmélet értelmében ördögi kört

---

104 Vö. Francis CRICK, *Az élet mikéntje: Eredete és természete*, ford. BÜKI Kálmán, Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1987, 22. A szerző két csillagászra hivatkozva idézi ezt a találó példát arra vonatkozóan, „hogy mekkora az űrben levő égitestek közötti távolság a nagyságukhoz képest”.

eredményez – és ez a kör elég nagy ahhoz, hogy átférjen rajta a Föderáció egy csillaghajója. Ha magát a téridőt lehetséges manipulálni, akkor a maguk helyén kis gyorsulással mozgó tárgyakat körülvevő tér tágulása, illetve összehúzódása lehetővé teszi, hogy rövid idő alatt hatalmas távolságokat tegyünk meg.<sup>105</sup>

Ez feltétlenül jó megoldásnak számít, ugyanis a fény sebességénél gyorsabb utazás akkor is elképzelhető, ha térben lehetetlen. Krauss kifejti, hogy ennek egyik módja az, amikor az űrhajó előtt összehúzódik, mögötte pedig tágul a téridő, és az így létrejövő hullám magát a fényt is viszi, ezért az űrhajó lokálisan mégsem halad nála gyorsabban. Azaz látszólag nem sérülnek a fizika törvényei. (A helyzet bonyolultabb, de a részletek most nem érdekesek, elég megértenünk az alapötletet.)

Nézzük a *Star Wars* javaslatát. A *Csillagok háborúja* galaxisában az űrhajók az ún. propulzió (vagy lökhajtás) elvét használják. Jeanne Cavelos *A csillagok útján* (eredetiben: *The Science of Star Wars*) című könyve szerint:

A magfúziót gyakran emlegetik, mint a propulzió táplálásához elegendő energiát szolgáltató, elképzelhető energiaforrást. Vannak arra utaló jelek, hogy a *Csillagok háborúja* univerzumában a magfúzió szerepet játszik. [...] A *Csillagok háborúja enciklopédia* azt is elárulja, hogy »a hiperhajtóműveket fúziós reaktorok segítségével látják el energiával.«<sup>106</sup>

De termelhet-e a fúzió ilyen óriási mennyiségű energiát? – teszi fel a kérdést Cavelos. A válasz óvatosságra int, hiszen bár hatékony folyamatról van szó, de mégsem ez a leghatékonyabb eljárás. A jelenlegi kémián alapuló propulziós módszerek feltuningolhatók, ám közel sem annyira, hogy elérhető távolságba kerüljenek a távoli csillagok. A *Star Wars*-ban azonban felsejlik az a lehetőség is, melyet fentebb a *Star Trek* kapcsán említettünk, illetve az Ezeréves Súlyom hipertérbeli ugrásai arra is utalhatnak, hogy fűregjáratok szelik át a messzi-messzi galaxist.

Kétségtelen, hogy a fűregjáratok létezésére vonatkozó hipotézis felvetése – a fekete lyukak leírhatóságának kontextusában – a kozmológia talán „leglátvá-

---

105 KRAUSS, *l. m.*, 76–77.

106 CAVELOS, *l. m.*, 124.

nyosabb” és legizgalmasabb eredménye. Az úgynevezett Einstein–Rosen-híd – fentebb volt róla szó – a téridő két tartományát összekötő alagút – ezt nevezik féregjáratnak. Ha az univerzum ilyen féregjáratokkal összekötött terekből áll, elvileg lehetőség nyílik arra, hogy a két pont közötti utazás ideje kardinálisan csökkenjen, illetve „járművünk” átlépje a fénysebességet (ennek minden következményével – például időbeli vonzataival – egyetemben). Azt a szerkezetet, amely ezt lehetővé tenné, Warp-hajtóműnek hívják. A Warp (hajlítás) elméleti elképzelés a téridő manipulálhatóságáról, arról, hogy egy erre képes hajtómű féregjáratokon keresztül felgyorsítaná a világegyetem távoli régióinak összekapcsolását. A Warp-hajtómű feltalálása (vagy megtalálása) valóra váltaná tehát a sci-fi-írók és a tudósok „legvadabb” elképzeléseit, és valószínűleg az emberiség történetének egyik legfontosabb állomása lenne. (Egy másik ide csatolható ötlet: Arthur C. Clarke és Stephen Baxter közösen írt műve, a *Régmúlt napok fénye* egy olyan médium létrehozásának a történetét beszéli el, amely lehetővé teszi, hogy a múlt minden eseménye visszanezhetővé váljon. Ez a médium egy féregjárat-technológián alapuló időlencse.)

Annak ellenére, hogy nem létező megoldásokkal nem igazán tudunk számolni a gyakorlatban, több mű, például a *Kapcsolat* című regény és film felteszi a kérdést, mi lenne, ha egy ilyen hajtómű tervét megkapnánk egy idegen civilizációtól, vagy felfedeznénk a környezetünkben egy féreglyuk bejáratát, mint a *Csillagok között* című filmben. Az „ami nem lehetséges” típusú kérdésekkel rendkívüli módon vigyázni kell, hiszen ezekre lépten-nyomon rácsafol a tudomány.

Amennyire izgalmasnak tűnnek a távoli jövő eme hajtóműrendszerei – írja Kip Thorne az *Interstellarról* szóló könyvében –, annyira vesznek valóban a távoli jövő kódébe. Huszonegyedik századi technológiával évezredekre vagyunk más naprendszerek elérésétől. Egy földi katasztrófa esetén egyetlen (nagyon halvány) reményünk a gyorsabb csillagközi utazásra egy féregjárat, mint a *Csillagok között*-ben, vagy a téridőgörbület valamilyen más extrém formája.<sup>107</sup>

Ezek a lehetőségek az űroperákban, az Iain M. Banks, Peter F. Hamilton, Jack McDevitt, Alastair Reynolds, Dan Simmons nevével jelölhető horizontban rendre felbukkannak különböző ötletek formájában. Dan Simmons *Hyperio-*

---

107 THORNE, *l. m.*, 145.



*ni énekek*-ciklusában ún. Hawking-hajtóművekkel közlekednek a szereplők. Technikai részleteket ugyan nem tudunk meg erről a meghajtásról, de az elnevezésből és abból, hogy féreglyukakkal tagolt világban járunk, gyaníthatjuk, hogy egyfajta Warp-hajtóműről lehet szó. Minden idők egyik legötletesebb válasza erre a kihívásra azonban egy olyan műben szerepel, amely sem itt, sem másutt nem kerülhető meg, ha sci-fi-ötletek kerülnek szóba. Douglas Adams *Galaxis Útikalauz stopposoknak* című fergeteges sci-fi-paródiájában szerepel az ún. Végtelen Valószínűtlenség Hajtóműve. A hiperűrutazás érdekében a szatíra a valószínűséget teszi meg hajtóműnek, ami nonszensz metamorfózisok sorát eredményezi. Mindenesetre az űrhajónak (Arany Szívnek hívják) sikerül transzformálnia a legvalószínűtlenebb eseményekhez társítható óriási számokat, s ennek köszönhetően az univerzum bármely pontján felbukkanhat, mivel annak esélye, hogy éppen ott bukkan fel, nem nulla.

Douglas Adams fején találta a szöveget – írja Michael Hanlon *A Galaxis Útikalauz tudománya* című kiváló könyvében –. A valószínűség valóban hatalmas erő, és ha jó kezekbe kerül, éles fegyver, amely képes elválasztani a fontosat a jelentéktelentől, a veszélyeset az ártalmatlantól, és persze a leheletest az abszurdtól; életet menthet és gazdaggá tehet. Ha rossz kezekbe kerül [...], akkor nincs mese. A valószínűséggel rendkívül furcsa és veszélyes helyre juthatunk.<sup>108</sup>

A tudományos-technológiai forradalom előtt a valószínűség fogalmán nyugodtan át lehetett siklani, ma már azonban nélkülözhetetlen a mintázatfelismeréshez. Éppen ezért belátható, hogy a nagyon távoli lehetőségek nem biztos, hogy lehetetlenek. Ahogy Krauss fogalmazza meg a *Star Trek* kapcsán: „Valószínű, hogy soha nem szállunk fel olyan űrhajóra, amely a csillagok közé tart, de még ennek az apró kék bolygónak a börtönéből is képesek voltunk áthatolni az éjszakai égen, és hihetetlen csodákat fedeztünk föl. Nincs kétségem afelől, hogy újabbak következnek.”<sup>109</sup> Tehát ha a fenti művek befogadásakor olykor fel is kell függesztenünk a referenciákat, van okunk az optimizmusra. A *valószínűség* és a *mintázatfelismerés* ugyanakkor olyan területek, melyek ismertetése szintén megkerülhetetlen a bölcsészek tudományos képzésében.

---

108 HANLON, *l. m.*, 163.

109 KRAUSS, *l. m.*, 85.

## 4.2. Géngépezet: Greg Bear: A vér zenéje

Scott Bukatman szerint Greg Bear *A vér zenéje* című szövege „[...] példaértékű elbeszélése a vírusfertőzés, a mutáció, az organikus/technológiai interfész belső robbanásának; a test eltűnésének és a szubjektum halálának.”<sup>110</sup> Konkrétan fogalmazva, a regény arra épül, hogy olyan, genetikailag módosított limfociták támadják meg az emberiséget, melyek értelmes vírusokként szaporodnak és terjednek. A molekulák komplex mikroorganizmussá állnak össze, melynek saját viselkedése, szociális rendszere és napirendje van. A fertőzés során ezek a lények átépítik a gazdatestet és kommunikálnak vele; a járvány eltörli az individualitást, majd kaput nyit egyfajta poszthumán rendnek. Emellett az egyik tudós az átalakítás közben azzal szembesül, hogy a noociták feltérképezik énjének minden szegmensét, és felfedezik, hogy az ember maga is sok-sok komponensből tevődik össze („addig nem kezdeményezünk semmit, amíg engedélyt nem kapunk rá összes szellemi részeidről [all your mental fragments]”<sup>111</sup>). A vér tehát önálló életre kel, s a folyamat következtében a szereplők – bizonyos perspektívából tekintve – milliárdnyi apró lény galaxisaivá változnak át, mielőtt beolvadnának a „gondolat univerzumába”. Vegyük szemügyre a folyamatot kicsit közelebbről a molekuláris biológia eredményei alapján.

Ha mind egyformán érzékenyek lennénk egy vírusra, akkor egyetlen járvány az egész emberiséget elpusztíthatná.<sup>112</sup>

Látenszen ez a gondolat képezi Greg Bear regényének kiindulópontját, kiegészülve azzal a kérdéssel, hogy mi is történne, ha ezek a támadók intelligenciával rendelkeznének. Az inváziós sci-fi hagyományának módosításaként azonban ezek az „idegenek” nem valamely *külső* világból érkeznek, hanem *belülről* támadják meg az emberiséget, egyénenként. Ugyanakkor a járványt mesterséges körülmények között kikísérletezett organizmusok okozzák, mely jelenség a re-

---

110 Scott BUKATMAN, *Terminal Identity: The Virtual Subject in Postmodern Science Fiction*, Duke University Press, Durham and London, 1993, 268.

111 Greg BEAR, *A vér zenéje*, ford. SZILÁGYI Tibor, Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 1991, 191.

112 François JACOB, *A lehetséges és a tényleges valóság*, ford. SZILÁGYI Tibor, Európa Könyvkiadó, Budapest, 1986, 128.

gényben elválaszthatatlan a DNS-kutatástól. Nézzük röviden, miről is van szó.

Vergil I. Ulam a Genetron cég kutatója – akinek neve az I am Gulliver, a Vergilius (Dante kísérője) és a S. Ulam matematikus (aki részt vett az atom-bomba megalkotásában) nevének összekapcsolása – magánkísérleteket folytat: DNS-összetevőket tervez tiltott mikroorganizmusokhoz; emlősök génjeit rekombinálja, vírus- és baktériumgéneket kever hozzájuk. Célja az értelmes sejt kitenyésztése. Munkáját a „biologika” felfedezése kifejezéssel illeti, ami a biocsip-fejlesztés egyik mellékága a fikció szerint. Eljárása a következőképpen működik. Bázisláncokat dolgoz ki, melyek mindegyike egy DNS-RNS-fehérje-logika alapját képezi. Ezeket *E. coli* baktériumokba ülteti körkörös plazmidok formájában. A baktériumok beépítik saját DNS-állományukba a plazmidokat, majd osztódáskor továbbadják a „biologikát” az új sejteknek. Közben Vergil vírusok közreműködésével (fordítótranszkriptáz) létrehozza a visszacsatolási hurkot az RNS és a DNS között. „Mihelyt a hurok a helyére került, a sejtek kifejlesztették saját memóriájukat, valamint azt a képességet, hogy feldolgozzák a környezetükből származó információkat és azok szerint működjenek.” Ezzel tulajdonképpen – nanotechnológiai párhuzammal élve – apró számítógépeket hoz létre, melyek autonóm egységekként működnek; elkezdenek „gondolkodni”, illetve elkezdenek bonyolultabb „agyat” felépíteni. „A baktériumok – ezek az alacsonyrendű, sejtmag nélküli lények – többre lettek képesek a soksejtű eukariótáknál” – összegzi a folyamatot az elbeszélő.

A java azonban még csak ezután következik. A módosított *E. coli*-ből Vergil kiveszi „a legfinomabb biológiai szekvenciákat”, és B-limfocitákba, a saját véréből származó fehérjesejtekbe ülteti be őket. Közben számos intronszál (fehérjéket nem kódoló memóriatárolókat) kicserél a maga által fejlesztett láncokkal. Az eredmény: a limfociták képesek lesznek arra, hogy interakcióba lépjenek egymással és a környezetükkel, illetve a hihetetlen gyors tanulás közepette nem önmagukat reprodukálják, hanem belevetik magukat a „genetikai cserék orgiájába”. Mindez természetesen lenyűgözi az alkotót: „Vergil áhítattal figyelte a dolgukat végző limfocitákat. Gyönyörűek voltak. A gyermekei voltak, vér a véreből, gondosan táplálta, nevelte, operálta őket, legalább ezerbe személyesen, saját kezűleg oltotta be a biológiai anyagot. Most pedig szorgosan átalakították összes társaikat és így tovább és így tovább...” Nos, miután Vergil munkáját felfüggeszti a cég vezetősége, a biológus magába fecskendez egy adag intelligens

limfocitát, és a beláthatatlan következményekkel járó történet itt veszi kezdetét.

Mielőtt továbbmennénk, érdemes röviden kitérni néhány szövegszerű összefüggésre. A regénybeli elbeszélő többször megemlíti, hogy Ulam nem a semmiből teremtette meg a sejtekben a „biologikát”. Ez a kijelentés nemcsak a történetek előzményeire tett önreferens, illetve a természeti folyamatok továbbvitelére tett utalásként fogható fel, hanem olyanként is, amely kifejezetten a *biológia* közelmúltjára tereli a figyelmet. Egyfelől elmondható, hogy a „biologika” metaforája által jelölt eseménysor kidolgozása nagy valószínűséggel sokat köszönhet James D. Watson kutatási eredményeinek. Az amerikai tudós ugyanis számos alapműben tette közzé azokat a fejleményeket, melyek megváltoztatták a 20. századi biológia érdeklődési irányát. (A DNS genetikai szerveződése mellett a limfociták viselkedésére is kitér a szerző *A gén molekuláris biológiája* című könyvében.<sup>113</sup>)

Másrészt a regényben utalás történik Dawkins „önző gén”-elméletére és ezzel párhuzamosan az „életerő”-hipotézis cáfolatára is. Ennél azonban itt fontosabb, hogy a génmanipulált limfociták jellegének megközelítéséhez kiindulópontot nyújthat a ráksejtek burjánzása, illetve a szimbionta baktériumok néhány tulajdonságának megértése. Az előbbi érdekessége, hogy a ráksejtek saját vérkeringést indítanak be, az áttétképződés során pedig az alapmembrán lebontása után a véreket vándorlási útvonalként használják.<sup>114</sup> Az utóbbiból azt érdemes kiemelni, hogy a faji emlékezet átadása szerint a szimbionta baktériumokba és vírusokba beoltódik a molekuláris memória, a fertőzés során aztán átviszik ezt a „memóriát” a másik egyedbe, a szomatikus sejtekbe. Ulam limfocitái (a noociták) szintén a vérben közlekednek, illetve a gazdaszervezettel való kommunikációjuk során átrendezik, tökéletesítik azt. A regénybeli járvány innen nézve akár jótékony hatású mechanizmusként is felfogható, hiszen a testi képességek feljavítása után egyfajta testen túli létezés (virtuális memória) jutalmával kecsegtetnek.

A történet további menetében fontos állomás a noociták szétraajzása. Civilizációjuk fejlődése után ugyanis e mikroorganizmusok képesek lesznek elhagy-

---

113 James D. WATSON, *A gén molekuláris biológiája*, ford. Dr. GERVAI Judit – VERESS Zoltán, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1980.

114 Vö. Robert A. WEINBERG, *Ha egy sejt megkerül. Hogyan alakul ki a rák?*, ford. SCHOKET Zsófia, Vince Kiadó, Budapest, 1999, 128–131.

ni a gazdaszervezetek határait. „Az a rózsaszín a vízben nem szappanhabnak látszott. [...] – A bőrömből jön. Nem mondanak meg nekem mindent, de azt hiszem, felderítőket küldenek ki. Űrhajósokat!” – kommentálja az eseményeket Ulam. Remek allegóriája ez annak, ahogy a földi civilizáció is felépült és komplexebbé vált. A néhai kitűnő Carl Sagan szokta emlegetni, hogy ha egy külső megfigyelő folyamatosan a Földet tanulmányozná nagy távolságból (tehát nem az evolúció menetére, a kontinensek mozgására stb. koncentrálna), igen sokáig nem tapasztalna szinte semmit. A statikus kép aztán egyszer csak óriásit változna: apró tárgyak jelennének meg a bolygó körül, illetve indulnának naprendszerbeli utazásra, majd azon túlra.<sup>115</sup> A noociták esetében ugyanez zajlik, egy bizonyos határt elérve képesek lesznek elhagyni „saját” galaxisukat. Ezzel a mozzanattal veszi kezdetét a noocita civilizáció „űrkorszaka” és a Föld totális átépítése, melynek első fázisa Amerika biológiai tájja változtatása.

Az intelligens járvány több szálon futó terjedésében fontos szerepet játszik továbbá a fentebb idézett Jacob-féle összefüggés, mely szerint a fertőzésre való fogékonyság tekintetében mindenkor vannak kivételek. A regény Ulam halála és Bernard karanténba vonulása utáni része több ágra szakad, a fókusz azokra az embercsoportokra helyeződik, melyek ellenállnak a „kórokozónak”. A magyarázat kémiai: ezeket a szervezeteket azért nem „támadják meg” a noociták, mert nem hatolhatnak beléjük anélkül, hogy el ne pusztítanak őket. Ez az elv a szimbionta kapcsolatok lényegének újabb kiváló példája. Gazdatest és parazita (időszakos) együttműködésének feltárása kulcsszerephez jutott az utóbbi évtizedek biológiai gondolkodásában. Bear regényének keletkezésével kb. egy időben ugyanis rendkívül megnőtt az érdeklődés a szimbiogenezis iránt. A téma kutatási eredményeinek remek összefoglalását nyújtja Lynn Margulis *Az együttélés bolygója* című könyve, mely az evolúciós változásokat szimbionta kapcsolatokra vezeti vissza.

A szimbiózis nem marginális vagy ritka, hanem sokkal inkább természetes és általános jelenség. Szimbiotikus világban élünk – írja a tudós szerző.<sup>116</sup>

---

115 SAGAN, *Broca agya*, 159–160.

116 Lynn MARGULIS, *Az együttélés bolygója. Az evolúció új megközelítése*, ford. SCHOKET Zsófia, Vince Kiadó, Budapest, 2000, 13.

Szempontunkból természetesen az érdemel nagyobb figyelmet, ami a regény említett „túlélési” cselekményszálát megalapozza. Ez a következőképpen foglалható össze. A paraziták rendszerint nem ölik meg a gazdát, hiszen ez nem áll érdekükben, ugyanis életterük szűnne meg. A gazda–parazita viszony jelentékeny hányada egyfajta „intim” kapcsolat, melyből mindkét fél hasznot húz. Sőt, a szimbionta kapcsolatban a partnerek kölcsönösen növelik a másik fél túlélési és szaporodási sikerét. A noociták esetében úgynevezett *kolóniaparazitákkal* állunk szemben, melyek célpontja nem egyetlen egyed, hanem „civilizációjuk” fejlődése után a gazdaegyedek teljes kolóniája. Itt válik érthetővé, hogy ebből az invázióból olykor kimaradhatnak egyedek, melyek éppen azért alkalmatlanok a gazdaszerepre, hogy „megfertőzésük” azonnali halálukat okozza, s így alkalmatlanok a járvány terjesztésére. A noociták figyelme tehát korántsem egyfajta „humánus” megnyilvánulása, hanem nagyon is következetes biológiai viselkedés.

A felvillantott összefüggésekből talán kitetszik, hogy a Greg Bear-regény befogadását nagyban befolyásolhatják az olvasó biológiai előfeltevései. Megkockáztatható, hogy azok, akik a fentiekhez hasonló kérdésirányok felől közelítenek a regényhez, érzékelné fogják annak kettős dinamikáját. Az irodalmi hagyomány alkalmazása ugyanis pusztán azt tenné lehetővé, hogy Ulam történetét kortárs *Frankenstein*-újraértelmezésként interpretáljuk, mely a tudomány veszélyeire, önpusztító erejére figyelmeztet. Arra nevezetesen, hogy Ulam a tudományra támaszkodva szörnyeteget alkotott. A szituáció azonban *nem ennyire egyszerű*. A noociták által nyitott „kapu” ugyanis evolúciós lépésként is felfogható, mely átvezeti az emberiséget egy újabb távlatokat nyitó szimbiózisba. Az individualitás eltörlődése, az „egyén” millió másolatban való továbbbegisztálása ebben az esetben nem feltétlenül veszélyként funkcionál, hanem pozitívumként, mely előfeltétele egy mindenfajta utópikusságtól mentes kollektivitásnak. Az egybeolvadás következtében a csoporttudat képes lesz arra, hogy – mint az a regény végső jelenetéből kiderül – memóriájából lejtássa a személyiség meg nem valósult, alternatív életét.

Millió irányban indulhatok el, millió életet élhetek (és nem pusztán a vér zenéjében – a Gondolat, a Képzelet, a Fantázia Univerzumában!), aztán összegyűjthetem énjeimet, konferenciát rendezhetünk, és kezdünk mindent előlről. Büszk-

keségen túli, pozitív narcizmus ez, mert nagyszerűbb, mint egyszerűen örökké élni. [...] Elég hosszú idő alatt a millió én legtöbbször már nem is fog emlékeztetni a jelenlegi énemre, mert végtelenül változékonyak vagyunk. Szellemeink az élet alapjainak végtelen változatosságán dolgoznak – vallja utolsó naplójegyzetében Bernard.<sup>117</sup>

A „Gondolat, a Képzelet, a Fantázia Univerzuma” tehát biológiai perspektívából akár előrelépésként is értelmezhető. E kettős kötődésű modalitás olyan ismérve Bear regényének, mely bizonyosan esztétikai megformáltságot eredményez, melynek fontos komponense a biológiai dimenzió.

Elképzelhető persze a regénynek olyan befogadója is, akinek a világképe nem teszi lehetővé az ilyen jellegű olvasatot. (Érdeemes megkérdezni a diákokat, hogy ki melyik változatot érzi magához közelebb állónak. A válaszokból következtetni lehet a hallgatók tudományhoz való viszonyára.) James D. Watson fogalmazott egyszer úgy, hogy nem a tudomány eredményeitől kell tartani, hanem azoktól, akik félreértelmezve vagy ideologikus okokból kihasználják azokat.<sup>118</sup> Greg Bear regényének az is érdeme, hogy következetesen végigvisz egy ezt modelláló történetet, miközben a szereplőkön keresztül rálátást biztosít annak mindkét oldalára. (Nem véletlen a szöveg vége felé az Einstein Rooseveltnak írt levelére tett utalás!) *A vér zenéje* innen nézve – Bear Watson-olvasataként – arról is szól, hogy az emberiség olyan evolúciós partnert is kifejleszthet, amely az egyedi organizmus szempontjából megszünteti ugyan, de egy másik, molekuláris – és információalapú – dimenzióban újraalkotja azt, amit *életnek* nevezünk. Más megfogalmazásban:

A regényben az individuum, az egyediség, az egyéniség, az eredetiség stb. »emberi« kategóriák eltűnését követően – a fikció alapján – egy szabadabb, megértőbb közösség – ahol azonban nem oldódik föl teljesen – tagja lesz a halhatatlan ember.<sup>119</sup>

---

117 BEAR, *l. m.*, 244–245.

118 James D. WATSON, *DNS – Az élet titka*, ford. BOROSS Ottilia – GARAI Attila, HVG Könyvek, Budapest, 2004. Valójában a teljes könyv ajánlható ehhez a problémakörhöz, hiszen – ahogy a szerző fogalmaz – „[...] az ideológia és a tudomány nem fér meg egy csárdában.” *Uo.*, 382.

119 SÁNTA Szilárd, *Mesterséges horizontok: Bevezetés a kortárs sci-fi olvasásába*, Liliium

Ennek a kérdésiránynak a felvetése a tanórán szintén alkalmas lehet arra, hogy a tudomány bevonásával közelítsenek a diákok a földi evolúció jelenségeihez.

Az ilyen típusú kurzusokhoz melegen ajánlhatók Joan Slonczewski regényei is. A mikrobiológus író *Génszimfónia* című alkotásának cselekménye nagyrészt a Prokarion nevű bolygón játszódik, melynek élővilága – a földihez viszonyítva – alternatív evolúció eredménye. A bolygón ugyanis (ahogy neve is sejteti) nem az eukarióták (a sejtmaggal rendelkező szervezetek), hanem a prokarióták (a baktériumok) lettek az evolúció „győztesei”. A kulcs a prokarioti sejtek felépítésében rejlik, melyek maghártya nélküliek, körkörös kromoszómákat tartalmaznak, de egyúttal gyűrű alakúak is. A többsejtű élőlények (sejtközösségek) ugyanezt az alakot vették fel: például a gumiabroncsra emlékeztető állatszerű lények (zooidok) a mezőkön gurulva legelésznek; ily módon a Prokarionon honos élőlények alapja a gyűrű alakzat. Rácz I. Péter nagyszerű tanulmányában a következőket mondja e különös bioszféráról:

A sejtmag, mely a földi életben a DNS-t rejt, kialakulatlansága (eukarióták hiánya) tehát nem kizáró tényező a törzsejlődés szempontjából, a sejten belüli munkamegosztás, majd több sejt kooperációjából születő »épületek«: többsejtűek léte nem igényli a sejtszerkezet ilyen tagozódását. A DNS, azaz a replikációra képes génláncolat, a maga kromoszómaival *hasonló* módon kialakulhatott. Hasonlóan, de eltérően, ugyanis a Prokarion élővilágának DNS-ei a földi duplexről (dupla helix, kettős spirál vagy kettős csigalépcső) különbözően triplexek [...], jobbra ugyanazon anyagokból épülnek fel (hidrogén, szén, oxigén, nitrogén, de kén és foszfor helyett arzén), de sokkal több kapcsolódásra képesek. [...] A gének vagy cisztonok elemeinek összekapcsolódása és a sejtek reprodukciója a triplexből adódóan máshogy megy végbe, mint a földi verzióban. Esetünkben mitózis (sejtosztódás) a bevett szokás, a Prokarion gyűrű vagy fánk alakú sejtjeinél két sejt összevegyül, DNS-csigalépcsőik felbomlanak, majd kettésével összekapcsolódnak, így három utód-sejtet hoznak létre két-két DNS-lánccal, majd az utódsejtek láncai a nukleotid kapcsolódás (földihez hasonló) szabályai szerint létrehozzák, felépítik a harmadik láncot. A sejtek evolúciója ezen különlegesség mentén hozta létre a prokarioti élővilág evolúcióját, ahol [...] a lények követik a



sejtek alakzatát.<sup>120</sup>

A regény szerint ennek a földitől eltérő evolúciónak van egy-két fontos következménye. (Csak egyetlen példa.) A Prokariion baktériumhoz hasonló intelligens szervezetei (a mikrozooidok) ugyanis képesek szimbiózisba lépni az emberekkel, akik ezáltal („kölcsonös érdekből”) lemondanak a bolygó terraformálásáról, egyúttal képessé válnak újabb világok meghódítására is. Ezzel azonban a mikrók útja szintén a világűrbe vezet. (Rokonságot mutat ezekkel a művekkel a *Star Wars* is, hiszen a *Baljós árnyak*ban kiderül, hogy a Jedik vérében az ún. midi-chlorianok koncentrációja igen magas. Ezek a minden élőlény sejteiben megtalálható mikroszkopikus szimbióták közvetítik az Erő akaratát; e „távoli galaxisban” nélkülük nem létezhetne élet, s ők nemzették Anakin Skywalker, a majdani Dart Vadert.)

Joan Slonczewski kapcsán érdemes megjegyezni, hogy olyan tudósról van szó, aki szintén tartott olyan egyetemi órákat, melyeken sci-fi regényekből kiindulva közelítenek a jelenlévők biológiai jelenségekhez. A Kenyon College weboldalán – többek között – a következő kurzusra bukkanhatnak az érdeklődők: Biology in Science Fiction. A tantárgy olvasmánylistája bátran ajánlható hasonló tantárgy indításához.

### 4.3. A cheshire-lecke: Paolo Bacigalupi: A felhúzzhatós lány

Természetesen a sci-fi-írókat (is) régóta foglalkoztatja a mesterséges ember problémája, sőt mintha ez a zsáner egyik kitüntetett sajátossága lenne, mely egyben a mindenkori identitás aktuális problémahorizontjára vetül. A klasszikus vagy episztemológiai sci-fiben a robot (pl. Isaac Asimovnál), az új hullámban vagy az ontológiai sci-fiben az android (pl. Philip K. Dicknél), a cyberpunkban pedig a kiborg, illetve a különféle hardvereken futtatható szoftver, a mesterséges intelligencia (mondjuk William Gibsonnál) nélkülözhetetlen eleme a történeteknek. A *Mátrix*ban az embereket termesztik, a *Felhőatlasz*ban klónozzák, majd reciklálják, a *Prometheus*ban szereplő David (Michael Fassbender alakítja) mintapéldája az emberi intelligenciával egyenértékű MI-nek

---

120 RÁ CZ I. Péter, *Evolúció másként*, Prae, 2007/2., 21.

– és a sor nagyon hosszan folytatható. (Olyan humoros művek is produktív kérdésfelvetésként értékelhetők a téma szempontjából, mint például Douglas Adams *Galaxis Útikalauz stopposoknak* című mesterműve, amelyben kulcsszerepet játszik egy depresszióra hajlamos gépezet, Marvin, a paranoid android, vagy Eric Idle *Hakni az űrben* című alkotása, amelyben fontos dilemma, hogy az androidoknak van-e humorérzékük.) Számunkra most egy olyan kortárs regény lesz fontos, amely a genetikailag módosított ember dilemmáját járja körül, revelatív módon. Paolo Bacigalupi *A felhúzzhatós lány* című biopunk regényében az új ember kérdése olyan kontextusban jelenik meg, melynek számos komponense egyben korunk égető problémája is. Tekintsük át ezeket röviden a hallgatók közreműködésével.

1. *Az energiaválság* következtében a regény világában (a jövő Bangkokja, mely a kulturális idegenség színtere is egyben) az energiát lendrugós dobtárakban tárolják, s ezeket mechanikus felhúzással működtetik. A ventilátorokat és a számítógépeket úgyszintén. A regény innen nyeri egyik központi alakzatát, a Terjeszkedés és az Összehúzódnak időszakainak váltakozására vonatkozó utalásrendszert. Lovelock szerint: „Elméletben könnyű energiafelhasználásunkat javítani azzal, hogy csökkentjük a pazarlást. A bőség idején azonban, amikor még hiányzik az akarat, nehéz ezt a gyakorlatban megvalósítani. Sokat lehetne tenni egyszerű technológiai újításokkal, hogy kevesebb fosszilis fűtőanyagot használjunk fel az energiatermeléshez, és remélem is, hogy a mai gyengélkedő gazdaság ezt ösztönöznöni fogja.”<sup>121</sup> Bacigalupi verziója szerint ez a folyamat nem volt kézben tartható, a Föld energiaterképe átrajzolódott és radikálisan megváltozott. Ugyanakkor a jelen energiagondjainak extrapolációja (pontosabban meghosszabbítása) abból a szempontból is érdekes, hogy a mechanikus technológiai háttér alapján a szöveg a steampunkkal kerülhet kapcsolatba. Vagyis a tudományos alapfeltevés átvezet a mű olvasási kontextusába (is).

2. *A globális felmelegedés* következtében megemelkedett a tengerek és az óceánok vízszintje, a tengerparti nagyvárosok többsége eltűnt, víz alá került. Bangkokot gátrendszerekkel, zsilipekkel és szivattyúkkal védik. Az elnézett energiaszerződések és a szennyezési kvóták csereberélése miatt mindennapos a klímavétség. Nem véletlen tehát, hogy a regény egy másik központi metaforája a felhevülés és a lehűlés játéktere. Flannery szerint: „Egyelőre nem tudjuk ki-

---

121 LOVELOCK, *Gaia halványuló arca: Utolsó figyelmeztetés*, 87.

számítani, hogy milyen szintű melegedés indíthatja be az összeomlást, de a már lezajlott 0,63 °C-os emelkedés kellőképpen bizonyította hatása gyilkos voltát olyan nagy kiterjedésű vidékeken, mint a Száhel-övezet vagy az arktikus és antarktikus tengerek. A 3 °C-os melegedéssel sokkal szélesebb körű, a kontinenseket is destabilizáló hatások párosulhatnak. A skála másik végén, 11 °C-nál, a következmények egyszerűen beláthatatlanok, de nagy valószínűséggel egész fajunk fennmaradása lenne a tét.<sup>122</sup> Bacigalupi regénye úgy érzékelteti ennek a megállíthatatlan folyamatnak az egyik köztes állomását, hogy diszkurzív elemeit bevési a szöveg retorikájába.

3. Az ökoszisztéma felbomlása következtében a *fajkihalás* felgyorsult. Mindennaposak a járványok, az invazív fajok kiszorítják az őshonos élőlényeket. A regény egyik legfontosabb kérdése, hogy a genetika segítségével pótolhatók-e a kihalt fajok, abban az értelemben, hogy az új átveszi a régi helyét. (Erre vonatkozik a cheshire-lecke is, de erről később.) Pálffy szerint: „Minden, szinte leküzdhetetlen bizonytalansági tényező ellenére valószínű, hogy az emberi tevékenység hatására bekövetkező fajpusztulás nagyságrendjét illető sötét jóslatok sajnos nem túlzóak. [...] Az elmúlt félmilliárd év »öt nagy« kihalása az őslénytani adatokon alapuló tény. A biológusok szerint a körülöttünk zajló hatodik kihalás valódiságában sem kételkedhetünk.”<sup>123</sup> Bacigalupi diagnózisa a tömeges kipusztulási hullámról tehát korántsem tűnik túlzásnak, sőt olyan megalapozott előfeltevés, melyre nagy biztonsággal építhető tudományos fikció.

4. A *genetikai hadviselés* következtében a világ örökségét azok a növényi magvak jelentik, melyek magbankokban raktározódva biztosítják a genetikai változatosságot. A kalóriatársaságok az élelmiszeripar irányítására törnek, ezért megpróbálják megszerezni a génripperek által kreált új növények forgalmazása feletti monopóliumokat. A regény egyik cselekményszála egy génmanipulált gyümölcs utáni nyomozással veszi kezdetét, majd elvezet az akkori világ

---

122 Tim FLANNERY, *Időjáráscsinálók: Hogyan változtatja meg az ember a Föld klímáját, és milyen hatással van mindez az életre?*, ford. KOVÁCS Tibor, Akkord Kiadó, Budapest, 2006, 225. (A legfrisebb adatok, az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete [IPCC] metaanalízise szerint a felmelegedés nagyobb ütemben gyorsul a vártnál. A jelentés szerint azonnali lépésekre van szükség.)

123 PÁLFY József, *Kihaltak és túlélők: Félmilliárd év nagy fajpusztulásai*, Vince Kiadó, Budapest, 2000, 191., 195. Pálffy állításához: ELIZABETH KOLBERT, *A hatodik kihalás*, ford. TÁBORI Zoltán, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2016.

legprofibb géntechnológusához, Gibbonshoz. (Róla még lesz szó.) Venetianer szerint: „A földi élőlények évmilliók evolúciója során alakultak ki, a sejtjeiket alkotó különböző molekulák óraműszerű pontossággal összehangolt működését nem lehet tetszés szerint befolyásolni, összezavarni. Az elméletileg elgondolható lehetőségeknek csak elenyészően csekély hányadát sikerült vagy sikerülhet a jövőben megvalósítani.”<sup>124</sup> Ez tehát az a pont, ahol Bacigalupi regénye a leginkább eltávolodik a realitástól, viszont jó példa arra, hogy a géntechnológia kapcsán milyen irányban szárnyalhat a képzelet. Ez a keret ugyanakkor mégis alkalmas arra, hogy a kérdésről tovább gondolkodhassunk.

Ebben a közegben követjük nyomon a felhúzhatós lány történetét. A címszereplő egy génhekkelt ember, akinek a viselkedése a tervezettség és a kiszámíthatóság jegyeit mutatja (pl. engedelmes, mint egy kutya), de olyan rejtett tulajdonságai is vannak, melyek időnként előtörnek, felpörögnek (gyors reakciók, gyilkolási hajlam). Emikó meddő; mivel a bőrén csak apró pórusok vannak, lépten-nyomon túlhevül; felhúzhatós-baba-mozgása elárulja mesterséges mivoltát (ezért a helyiek démonként tekintenek rá); ugyanakkor gyönyörű. A regény narrátora így foglalja össze a helyzetet: „A felhúzhatósoknak nincs lelkük. De nagyon szépek.”<sup>125</sup>

Sánta Szilárd *Mesterséges horizontok* című könyvében így ragadja meg Bacigalupi regényének lényegét: „Az új emberek léte az ember határaitra kérdez rá. A regény a természetes és mesterséges oppozíció újragondolására sarkall a flóra és a fauna szintjén is.”<sup>126</sup> Ez tökéletesen helytálló megállapítás, illetve párhuzam, és alátámasztható az ún. cheshire-leckével. A műben a génrippelt cheshire macskákról megtudjuk, hogy elterjedésük a természetes macskák kipusztulásához vezetett. A génmódosítás ebben az esetben egy olyan túlélőgépet eredményezett, amely kiirthatatlannak bizonyult. „A cheshire-lecke nélkül – mondja az elbeszélő – Emikó fajtájának lehetősége lett volna, hogy idővel a teljes emberiséget saját, fejlesztett verziójával szorítsa ki. Ehelyett genetikai zsákutca.”<sup>127</sup>

Bacigalupi műve azonban itt nem áll meg. A regény végén Gibbons találko-

---

124 VENETIANER Pál, *Génmódosított növények – Mire jők?*, Typotex Kiadó, Budapest, 2010, 19.

125 PAOLO BACIGALUPI, *A felhúzhatós lány*, ford. HORVÁTH NORBERT, Ad Astra Kiadó, Budapest, 2012, 380.

126 SÁNTA, *I. m.*, 113.

127 BACIGALUPI, *I. m.*, 181.

zik Emikóval, és felvillantja neki, hogy a felhúzhatóságok következő generációját termékennyé teheti, ehhez elegendő a lány egyetlen hajszála. A szerző tehát kilátásba helyez egy olyan újragondolt Frankenstein-történetet, amelyben a rippelt DNS-sel előállított új ember – a cheshire-lecke alapján – kiszoríthatja a régit. Ezért *A felhúzhatós lány* emberképe nemcsak a sci-fi és a popkultúra kontextusára vonatkoztatható, hanem tágabb értelemben véve egy olyan poszt-humán horizontra is, melynek az lehet az alaptapasztalata (és egyben jóslata), hogy *nem csak úgy léphetők át a természet határai, hogy közben szörnyek keletkeznek*.<sup>128</sup> A regényben fölvetett bármelyik probléma fontos téma lehet a bölcsész órákon, nem nehéz rávezetni a hallgatókat arra, hogy a regényben megfogalmazódó dilemmákról a tudomány segítségével alakíthatnak ki helytálló képet, amely aztán újabb kérdéseket generálhat például a *klónozással* kapcsolatban. Ez utóbbi igen alkalmas produktív órai viták indításához.

#### 4.4. Kódolás és hálózat: Cory Doctorow: Kis Testvér

Cory Doctorow *Kis Testvér* című alkotása egy olyan kurrens problémával szembesít, melynek megértése az alkalmazott tudománnyal és a technológiával áll kapcsolatban. A kanadai szerző bizonyos körökben kultikus, mások által pedig kárhoztatott művének főhősei ifjú titánok, hackerek, akiknek tevékenysége egy olyan hatalom ellen irányul, amely a humanista gondolat deklarálásán és a biztonsági rendszereken alapul. A *Kis Testvér* a technokultúra és az ellenkultúra, illetve az újmédia korának egyik legelismertebb szövegeként olyan közeljövőt mutat be, melyben a fenyegető elem az amerikai terrorelhárítás. (Nem véletlenül: 9/11 médiavisszhangja arról tanúskodik, hogy a terrorizmus fogalmának ártértékelése, és egyáltalán, a terrorelhárítás funkciójának kiterjesztése olyan eseménysorozathoz vezetett, amelynek hatása alól senki sem vonhatja ki magát.)

Míg az akció a kriptóanalízisen alapul (kódfeltörés, titkosítás, alternatív internethálózat stb.), és sikeresen zárul, ami a törvényesség helyreállítását he-

---

<sup>128</sup> Ennek a fontos tapasztalatnak a tudományos kontextusához vö. Emily ANTHES, *Frankenstein macskája: A szép új világ állatai*, ford. ZSÉLYI Ferenc, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2014. (A kérdéskörhöz a teljes könyv ajánlható.)

lyezi kilátásba, addig az is nyilvánvalóvá válik, hogy nemcsak az egyik oldal lepleződik le potens összeesküvőként, a szabadság korlátozójaként, hanem az eseményekben egy teljes társadalom paranoid jellege nyilvánul meg. Andrew „bunnie” Huang provokatív kérdésével élve: „Annyira a félelem rabjaivá váltunk, hogy most már művészek, hackerek, vagy akár egy csapat Harajuku Fan Madnesst játszó kölyök is minden további nélkül terroristának tekintendő?”<sup>129</sup> Úgy tűnik, valami hiba lehet a mátrixban. Mindjárt látni fogjuk, mi az, előbb azonban ki kell térnünk egy korszakalkotó jelenségre.

Doctorow regényében az orwelli értelemben vett Nagy Testvér kijátszását egy kriptográfiai mozzanat teszi lehetővé. Ez az úgynevezett *kulcsmegosztás dilemmája*: ha valaki kódolt üzenetet küld partnerének, akkor valahogyan el kell juttatnia neki a kulcsot is, hiszen a nélkül nem fogja tudni elolvasni az üzenetet. Ennek persze számtalan módja van, de tétélezzük fel, hogy kettejük érintkezését egy harmadik fél folyamatosan figyeli, és megpróbálja elfogni az üzenetet, következésképp a kulcsot is. Hogyan zárható ki a kommunikációból ez a harmadik fél? A titkosítóknak tényleg meg kell osztaniuk a kulcsot? Vagyis ahhoz, hogy két ember megoszson egymással egy titkot, eleve birtokában kell lenniük egy közös titoknak, a kulcsnak? A válasz erre a kérdésre sokáig egyértelmű igen volt, s ez már-már örületbe kergette a kriptográfusokat. Elvégezhető azonban egy gondolatkísérlet, amely alapján megoldható a 22-es csapdájának tűnő dilemma.

Képzeljünk el egy olyan állapotot, amelyben minden üzenetet elolvasnak az illetéktelenek, ha ahhoz hozzáférnek (Doctorow regényében a terrorelhárítás). A szóban forgó feladó–címzett páros azonban a következőképpen cselekszik. Egyikük a titkos küldeményt berakja egy vasládikába, lezárja a lakatot a saját kulcsával, majd elküldi a címzettnek. Ez az utóbbi természetesen – mivel nem rendelkezik a kulccsal – nem fog hozzájutni az üzenethez, de egyelőre nem is ez a célja. Eszébe jut ugyanis egy fölöttébb hasznos megoldás. Ő is fog egy lakatot, szintén lezárja a vasládikát, majd visszaküldi a feladónak. A küldemény tehát visszajut a kiindulópontjához, immár két lakattal biztosítva. Az illető fogja a vasládikát, és a saját eredeti lakatját kinyitja, majd így küldi el ismét a címzethez. Aki pedig – mivel már csak az a lakat van a ládikán, amit ő rakott

---

129 Andrew „bunnie” Huang utószava = Cory DOCTOROW, *Kis Testvér*, ford. CSÖRGŐ Norbert, Metropolis Media, Budapest, 2010, 345.

rá – kinyitja a zárat, és elolvashatja az üzenetet. A mindig figyelő Nagy Testvért ily módon sikerül kizárni a kommunikációból.

A *Kis Testvér*ben a titkosítás a nyilvános kulcsú kódolásra épül – melynek „[...] nagy előnye, hogy kiküszöböli a hagyományos sifrírozás és desifrírozás minden problémáját [...]”,<sup>130</sup> de a végeredmény ugyanez. Érdeemes idézni a műből.

A nyilvános kulcsú kódolás esetében mindkét fél két kulccsal rendelkezik. [...] Amit az egyik kulccsal bekódolsz, azt a másikkal lehet kikódolni, és persze fordítva. [...] Tehát, fogod e két kulcs valamelyikét (mindegy, melyiket), és nyilvánossá teszed. [...] A másikat viszont az elméd legsötétebb zugaiban tárolod, és védelmezed az életed árán is. [...] Először [az üzenetet] bekódolod a saját kulcsoddal, aztán elküldöd, és amikor megérkezik, ők tudni fogják, hogy az tőled érkezett. Honnan? Hát onnan, hogy ha meg tudják fejteni a te nyilvános kódodat használva, akkor az üzenet csakis a te saját kulcsoddal készülhetett. [...] Azonban ez sajnos nem fogja titokban tartani az üzeneteidet. [...] Ezért nem csak a te saját kulcsoddal kell titkosítanod az üzeneteidet, hanem a másik fél nyilvános kulcsával is. Így már két lakat is védi. Az első – a másik fél nyilvános kulcsa – csak akkor nyílik ki, ha megfejtik a másik fél saját kulcsát használva. A második – a te saját kulcsod – viszont csak a te nyilvános kulcsod révén értelmezhető. Amikor a másik fél, akivel kommunikálsz, megkapja az üzenetet, mindkét kulccsal kikódolja, és most már biztos lehet abban, hogy te írtad, és csak ő tudja elolvasni.<sup>131</sup>

Visszatérve a központi problematikához, mint említettük, a Nagy Testvér Doctorow regényében a terrorelhárítás az a szervezet, melyben a lakosság védelmének ideológiája szembefordul az egyéni szabadsággal, és mindenki gyanúsítottá válik. Azaz ebben a világban veszendőbe ment az az alapelv, mely szerint: „A magánélet szerves része a biztonságnak, nem pedig az ellensége.”<sup>132</sup> A regény tehát jocosan veti fel a kérdést: *ha néhány tinédzser képes kijátszani*

---

130 SIMON SINGH, *Kódkönyv: A rejtjelezés és rejtjelfejtés története*, ford. SZENTGYÖRGYI József, Park Könyvkiadó, Budapest, 2001, harmadik kiadás: 2007, 284. (Az ismertetett gondolat kísérlet megtalálható ugyanitt, 264. A nyilvános kulcsú kódolás alaposabb megértéséhez a teljes fejezetre szükség van, 249–299.)

131 DOCTOROW, *I. m.*, 140–141.

132 Bruce Schneier *utószava* = DOCTOROW, *I. m.*, 340.

*az antiterrorista rendszert, akkor az a valódi terroristák ellen sem nyújt védelmet.* Ennek a viszonyrendszernek az átláthatósága a jövő társadalmá és a titkosítási médiumok összefonódása szempontjából valóban döntőnek bizonyulhat: „A biztonsági rendszerek esetében – olvasható Doctorow regényében a főszereplő első blogbejegyzéseként – nem az a fontos, miként működnek, hanem az, hogy miként omlanak össze.”<sup>133</sup> Különös erővel vésődik ez a cáfolhatatlan kijelentés a tudatunkba, hiszen a szóban forgó regény erőteljesen sugallja, hogy minden Nagy Testvér valójában csak egy kriptográfiai dilemma, amely megoldható; sorsa ezért elkerülhetetlenül a megsemmisülés.

Cory Doctorow regényének aktualitása kétségbevonhatatlan, ugyanakkor olyan kiindulópontot nyújt az órai munkához, amely többszörösen is megtérülhet. A diákok megismerkedhetnek a kriptográfia egyik kulcsmozzanatával, bepillanthatnak az Internet működésének technológiai alapjaiba, és mindez visszavezet az egyéni szabadság kérdéséhez, ami a bölcsészképzésben rendre fölmerülő dilemma. Ha az órán a kettős kulcsú kódolás *matematikai* alapjaival is megismertetjük az érdeklődőket (ehhez Simon Singh idézett munkája vezérfonalul szolgálhat), jobban átláthatják, hogyan működnek az őket körülvevő biztonsági rendszerek. Bár a matematika nem természettudomány, de nélküle a tudomány nem képzelhető el, ezért érdemes bevonnunk valahol a projekt menetébe. A *prímszámok* az említett regény kódrendszere alapján megközelíthetőek, a témához pedig kitűnő támpontot nyújt a tudományészerű irodalom jó néhány alapműve,<sup>134</sup> míg a prímszámokkal történő titkosítás, illetve kódfeltörés kapcsolatban van a kvantumszámítógép korábban említett tulajdonságaival. A kvantumszámítógép pedig – a mesterséges intelligencia mellett – a jövő várva várt technológiája.

\*\*\*

Ha a fenti mikrointerpretációs sorozattal összefüggő praxeológiai vonatkozásokat kívánjuk tudatosítani, a következőre érdemes még figyelniünk. A popkultúrával (és így a sci-fivel) való foglalkozás elől sok esetben az zárja el az utat (szinte

---

133 *Uo.*, 116.

134 Lásd pl. Marcus DU SAUTOY, *A prímszámok zenéje: Miért olyan fontos a matematika egyik megoldatlan problémája?*, ford. GYENES Zoltán, Park Könyvkiadó, Budapest, 2017.



végérvényesen), ha az oktató lecövekel annál az ideológiánál és értékinstanciánál, amely a saját pozíciója szempontjából kényelmes. Bár az elfogultságukat kevesen ismerik el, mégis a popkultúra leértékelői általában *előre eldöntöttként* kezelik, hogy mi értékes és mi nem, mi lehet művészet (vagy kulturális tényező), és mi nem, milyen művek kapcsolódhatnak össze, és melyek nem stb. Ez döntő pont. Ha viszont az oktató képes meghaladni ezt a beidegződést (azaz önmaga előfeltevéseit nem tekinti kőbe vésett tételeknek; máshonnan nézve: képes tudományosan gondolkodni), akkor megpillanthatja a komplexitást ott is, ahol előzetesen nem, vagy kevésbé számított rá. Ez a hozzáállás elősegítheti, hogy a populáris regisztert (is) releváns közvetítőközegként használhassuk a tudományos jelenségek oktatásakor.

## 5. Összegzés helyett

Kulcsár Szabó Ernőnek tehát igazat adhatunk az indító gondolatként felvillanított – töprengésre késztető – kettősség kapcsán (a bolognai folyamatok kritikájával pedig mélységesen egyetértek). Annál is inkább, mert álláspontját így finomítja:

Az írásnak a filológiai tudományokban ma feltűnően terjedő kultúrtechnikai (mediális-materiális) értelmezése [...] csak akkor nyerhet új ösztönzéseket, ha pusztá illetékességi megfontolásból nem tartja távol saját írás-fogalmait a matematika, a kémia vagy akár a zenei notáció alkalmazta technikáktól sem. A »fiziológiára és híradástechnikára szétesett ember« metaforája talán túlságosan is a meghökkentő hatásra tör, de valóságos tapasztalatról beszél. Arról, hogy mindannak a hihetetlenül gazdag hagyománya, amit a humán tudományok – a Plátón-féle *Prótagorasz*tól Rousseau-n át Herderig és Kanttól Nietzsche és Freudon át Gehlenig – tudásként fölhalmoztak a »teremtés első szabadon-bocsátottjáról«, épp a humán tudományok határain túlról és a nem-humán tudással való kooperáció formájában igényli saját újraértelmezését.<sup>135</sup>

Kérdés tehát, hogy a hermeneutika hatékonysága nem növelhető-e a természettudomány közreműködésével. (Pontosabban nem kérdés, hiszen az idézetből is az derül ki, hogy növelhető.) Hiszen ne felejtjük el, hogy a fizikai törvények nemcsak időt állóbbak, mint mondjuk a *Faust* problematikája, de legalább annyira izgalmasak és felemelőek is lehetnek, ha megfelelően közelí-

---

135 KULCSÁR SZABÓ, *Üzem vagy műhely? = I. m.*, 304–305. A Kittler-utaláshoz vö. „Hogy a fonográf és a mozi feltalálhatóvá váljon, ahhoz az emberiség róluk szóló ősrégi álmai nem elegendőek. A szemnek, a fülnek és az agynak a maguk fiziológiájában kell a kutatás tárgyaivá válniuk. Az írás gépi optimalizálásához többé nem szabad individuumok kifejeződéseként vagy testek nyomaként álmodozni róla. Magukat a betűk formáit, különbségeit és frekvenciáit kell képletekre hozni. Az úgynevezett Ember fiziológiára és hírközlő technikára esik szét.” Friedrich KITTLER, *Gramofon – film – írógép. Előszó*, ford. TÓTH-CZIFRA Júlia, Prae, 2014/4., 91.

tünk hozzájuk. (Erre ad számtalan ötletet a tudománynépszerűsítő irodalom.) A bölcsészképzésben tehát nem szabadna lemondani a természettudományos gondolatmenetek olvasásáról és interpretációjáról sem.<sup>136</sup> Összefüggésben azzal az egyénekre vonatkozó tapasztalattal, melyet így fogalmazhatunk meg: *Ha valaki egyféle ismeretre szakosodik, ez megakadályozhatja abban, hogy más területekhez is közeledjen, és lássa a valóság más aspektusait.* Mi sem indokolja jobban az interdiszciplináris látásmód és munka szükségességét.

Ez a tudományközi álláspont tehát már nem az egyes diszciplínák szimpla *belügye* („Kezdetét veheti a nyelvi, zenei, filmes és költészeti tanulmányok módszertani integrációja” – ahogy Kittler fogalmazott<sup>137</sup>), hanem *széleskörű módszertani* következményei vannak. Jane Stokes egyre népszerűbbé váló – pragmatikai indíttatású – módszertani kézikönyvében nem csak regisztrálja az adott helyzetet, de sürgeti is annak felülvizsgálatát.

Sajnos a kvantitatív és a kvalitatív megjelölés mára erős sztereotípiákkal kapcsolódott össze, amelyek sokszor megakadályozzák a kutatókat abban, hogy meglássák a bennük rejlő lehetőségeket. Az egyik vagy másik módszertani megközelítés elszánt hívei elbarikádozzák magukat, és mereven elzárkóznak a »másik oldal« érvei, eszközei elől. Ez a szigorú elválasztás azonban véleményem szerint káros hatással van a kutatási és elemzési módszerek megértésére. [...] A tudatlanság és az előítéletek azonban gyakran megakadályozzák a kutatókat abban, hogy meglássák a másik paradigmában rejlő értékeket. [...] Én úgy vélem, hogy ez egy mesterséges elkülönítés, amely sokat árt az érintett tudományterületeknek.<sup>138</sup>

---

136 A tudományközi (természettudományok és bölcsészettudományok közti) dialógus szép és követendő példája az a veszprémi kezdeményezés, melynek dokumentációja a következő kötetben jelent meg: *A tudomány kultúrája: Tanulmányok a Pannon Egyetem Irodalom- és kultúratudományi Műhelyéből*, szerk. PAPP Sándor – KOVÁCS Gábor, Pannon Egyetem Modern Filológiai és Társadalomtudományi Kar, Veszprém, 2015.

137 Friedrich KITTLER, *Egyetemek: Nedves, merev, puha és még merevebb*, ford. VÁSÁRI Melinda, Prae, 2014/4., 125. Kittler aztán a szellemtudományok és a természettudományok megkülönböztetésén való túllépés feltételeit veszi sorra.

138 Jane STOKES, *A média- és kultúrakutatás gyakorlata*, ford. KÁROLYI Júlia, Gondolat Kiadó – PTE Kommunikáció- és Médiatudományi Tanszék, Budapest – Pécs, 2008, 13–14. (Zárójelben megjegyzendő, hogy a médiatudomány valóban kiindulópontot nyújthat a módszertani integrációhoz.)

Megfontolva mindezt, megelölegezhetjük, hogy a fentebb ismertetett projektnek az lehet a *kézzelfogható* eredménye, hogy a diákok könnyebben sajátítják el a természettudományos gondolkodást, hiszen általuk is kedvelt alkotások segítségével történik mindez. Az ilyen jellegű tapasztalat be tud épülni a diákok kultúrafelfogásába, és kialakítja bennük, beláttatja velük, hogy a természettudomány legalább annyira előfeltételezi a képzelőerőt, mint a művészi-értelmezői tevékenység, így erre felépíthető egy reflektált módszertan. Ha valaki ebben – mindenféle próba nélkül, pusztán meggyőződésből – kételkedik, még inkább megerősíti, hogy a bölcsész szakokon a tudományos ismeretterjesztésre óriási szükség van. A dolog szépsége továbbá abban rejlik, hogy a párhuzamos mintázatok felismerése során fellépő élvezetet az általunk választott trükkökkel fokozhatjuk is. (Ne a multimediális órára gondoljunk, itt nem arról van szó, a filmvetítés nem helyettesítheti a problémák közvetítését.) A popkultúra kimeríthetetlen, komplex adatbázis. Csak észre kell vennünk a benne megbúvó lehetőségeket.

Konklúzió helyett, zárásképpen ismét egy filmre szeretnék utalni. Alejandro Amenábar (rendező) *Agora* című filmjének cselekményét a következőképpen foglalja össze a produkció DVD-kiadásának hátlapja: „A Római Birodalom utolsó napjaiban mindent elsöprő lázadás készül kitörni, amellyel veszélybe kerül az örök tudás fellegvára, az alexandriai Könyvtár. [...] A birodalmi központot egy éles eszű asztronómus, Hypatia (Rachel Weisz) és tanítványai hivatottak megvédeni. A feszültséggel teli cselekményt bonyolítja, hogy Hypatia két férfi, Orestes (Oscar Isaac) és hű rabszolgája, Davius (Max Minghella) szerelme között örlődik. Az elszánt és merész nő vezette ellenállás dacára a civilizáció elérkezik a végétéhez, és az emberiség története visszafordíthatatlanul megváltozik.”

Nagyon leegyszerűsítve tehát, és eltekintve a szerelmi konfliktustól: Hypatia – aki „[...] a görög tudomány és racionalizmus megtestesülése volt [...]”<sup>139</sup> – a fanatikus vallási ideológiák közepette megpróbálja megmenteni az alexandriai Könyvtár örökségét. Ami itt nem más, mint a tudományos gondolkodás.

---

139 Leonard MŁODINOW, *Eukleidész ablaka: A Geometria története a párhuzamosoktól a hipertérig*, ford. ABONYI Iván, Akkord Kiadó, Budapest, 2003, 56. (A könyvben olvasható Hypatia – vélhetően – igaz, és a filmbeli verziónál még szomorúbb története is: *Uo.*, 54–56. Vö. továbbá: Ian STEWART, *A matematika története*, ford. KÖRMENDY Ágnes, Helikon Kiadó, Budapest, 2008, 37.)

Hypatia ugyanis nem hajt fejet az igazolhatatlan tanok előtt, nem hódol be a spekulációra épülő hatalomnak, tántoríthatatlanul kitart a gondolkodás szabadsága mellett. „Mindössze” arra a kérdésre keresi a választ, hogy miért nem stimmel az univerzum Ptolemaiosz-féle modellje. Valami baj van a körpályákkal? Hypatia a történet végén rájön a megoldásra: igen, baj van, a bolygók ugyanis nem tökéletes kör-, hanem ellipszispályán mozognak.

Az *Agora* tehát azzal a lehetőséggel játszik el, hogy a 4. és 5. század fordulóján egy alexandriai tudós nő már rájött arra, amit majd 1609-ben Kepler számítt ki és tesz közzé. A történet szépsége azonban nem pusztán ez, hanem az, ami mögötte van. Hypatiának ugyanis ehhez a felfedezéshez el kellett vetnie a körrel – mint a legtökéletesebb síkbeli alakzatról – szóló mítoszt. Ahogyan tehát a cselekmény szintjén elutasítja a vallási fanatizmust, úgy veti el a kör vallásos dogmáját is (hiszen a kör tökéletességét isteni eredetűnek tartották). Megjegyzendő, hogy a bolygópályák rejtélyének megoldása elképesztő szellemi teljesítmény eredménye, mert bár egyszerűnek tűnik (innen a 21. századból nézve legalábbis), még Kepler korában sem támogatta a kultúra, annyira erősen élt a kör tökéletességének elve. (Ráadásul a szabad szemmel megfigyelhető bolygók pályája alig tér el a kör alaktól.)<sup>140</sup>

Nos, Hypatiától sajnos semmilyen írás nem maradt ránk (munkáit meggyilkolása után egytől egyig elpusztították), de azt tudjuk, hogy Hypatia miért vált a tudomány- és kultúrtörténetben az egyik legfontosabb jelképpé. Megfontolandó, hogy ha a Könyvtár és az antik tudás nem semmisült volna meg, akkor kb. ezer évvel hamarabb kezdődhetett volna a felvilágosodás, így jóval hamarabb szállhattunk volna le a Holdon is, az e sorokban szorgalmazott órákat pedig valószínűleg a Marson tarthatnánk. Science fiction? Alternatív történelem? Nos, az *Agora* című filmet is bátran beemelhetjük a témakínálatba, mivel jó példa arra, hogy miért kellene nagyon-nagyon vigyázni az egyoldalú, monokulturális (és tudományellenes) ideológiákkal. Gumbrecht szerint a jó tudományos tanítás a komplexitást viszi színre, s ezzel egyetértve, fel kell vállalnunk a bölcsészhallgatók látókörének szélesítésére irányuló törekvéseket. Ehhez részben – ahogy láttuk – a popkultúrán keresztül vezet(het) az út. Ha elindulunk ezen az úton, a megfelelő oktatástechnikával olyan innovációs hul-

---

140 Vö. Simon SINGH, *A Nagy Bumm: Minden idők legfontosabb tudományos felfedezésének története*, ford. SZÉCSÉNYI-NAGY Gábor, Park Könyvkiadó, Budapest, 2006, 70–77.

lámot gerjeszhetünk, amely alkalmazhatóvá teszi intézményeinkben a képzelet tudományát.

## 6. Irodalom

- ADAMS, Douglas, *Galaxis Útikalauz stopposoknak*, ford. MOLNÁR István, Kozmosz Könyvek, Budapest, 1987.
- ALMÁR Iván, *Kozmikus társkereső: Exobolygók, asztrobiológia és SETI a XXI. században*, Kossuth Kiadó, Budapest, 2011.
- ANGIER, Natalie, *Az alapok*, ford. HORVÁTH Zita, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2010.
- ANTHES, Emily, *Frankenstein macskája: A szép új világ állatai*, ford. ZSÉLYI Ferenc, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2014.
- BACIGALUPI, Paolo, *A felhúzzhatós lány*, ford. HORVÁTH Norbert, Ad Astra Kiadó, Budapest, 2012.
- BARABÁSI Albert-László, *Behálózva: A hálózatok új tudománya*, ford. VICSEK Mária, Libri Kiadó, Budapest, 2018 (Ötödik kiadás).
- BAXTER, Stephen, *Időhajók*, ford. HIDY Mátyás, Metropolis Media, Budapest, 2012.
- BAXTER, Stephen, *The Science of Avatar*, Victor Gollancz, London, 2012.
- BEAR, Greg, *A vér zenéje*, ford. SZILÁGYI Tibor, Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 1991.
- BINZBERGER VIKTOR, *Léteznek-e a mémek?* = LÁSZLÓ János – KÁLLAI János – BEREZKEI Tamás szerk., *A reprezentáció szintjei*, Gondolat Kiadó, Budapest, 2004, 304–317.
- BRONOWSKI, Jacob, *A természet logikája*, ford. ZACHÁR Zsófia, Európa Könyvkiadó, Budapest, 1986.

- BUKATMAN, Scott, *Terminal Identity: The Virtual Subject in Postmodern Science Fiction*, Duke University Press, Durham and London, 1993.
- BURGER István főszerk., *HiperGalaktika 02*, Metropolis Media, Budapest, 2009.
- CALVIN, William H., *A gondolkodó agy: Az intelligencia fejlődéstörténete*, ford. CSILLAG András, Kulturtrade Kiadó, Budapest, 1997.
- CARROLL, Sean, *Most vagy mindörökké: A végső időelmélet nyomában*, ford. GILICZE Bálint, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010.
- CAVELOS, Jeanne, *A csillagok útján*, ford. STEINBACH Júlia – MICSIK Tamás, Athenaeum 2000, Budapest, 2001.
- CHANGEUX, Jean-Pierre, *Agyunk által világosan: A neuronális ember avagy az agykutatás keresztmetszete*, ford. GERVAIN Judit, Typotex Kiadó, Budapest, 2000.
- CHU, Wesley, *Időrabló*, ford. KERÉKES Éva, Agave Könyvek, Budapest, 2017.
- CLARKE, Arthur C. – BAXTER, Stephen, *Régmúlt napok fénye*, ford. J. MAGYAR Nelly, Metropolis Media, Budapest, 2011.
- COX, Brian – COHEN, Andrew, *A természet erői*, ford. Both Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2017.
- COX, Brian – FORSHAW, Jeff,  *$E = mc^2$  (De miért olyan nagy ügy ez?)*, ford. PATAKI János, Európa Kiadó, Budapest, 2012.
- CRICK, Francis, *Az élet mikéntje: Eredete és természete*, ford. BÜKI Kálmán, Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1987.
- CRICK, Francis, *Molekulákról és emberekről*, ford. ERŐS László Antal, Magvető Kiadó, Budapest, 1985.



- DAVIES, Paul, *A kísérteties csönd*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2010.
- DAWKINS, Richard, *A Valószínűtlenség Hegyének meghódítása*, ford. ORTMANN-NÉ AJKAI Adrienne, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001.
- DAWKINS, Richard, *Az Ördög Káplánja: Válogatott tanulmányok*, szerk. LATHA MENON, ford. ANGSTER László, Vince Kiadó, Budapest, 2005.
- DAWKINS, Richard, *Gyertyaláng a sötétben: Életem a tudomány tükrében*, ford. KELEMEN László, Libri Kiadó, Budapest, 2015.
- DAWKINS, Richard, *Szivárványbontás: Tudomány, szemfényvesztés és a csoda igézete*, ford. KERTÉSZ Balázs, Vince Kiadó, Budapest, 2001.
- DAWKINS, Richard, *The Oxford Book of Modern Science Writing*, Oxford University Press, Oxford – New York, 2008.
- DEGRASSE TYSON, Neil, *Ha felfal egy fekete lyuk: És egyéb kozmikus komplikációk*, ford. LAKI Mihály, Kossuth Kiadó, Budapest, 2017.
- DE MAN, Paul, *Ellenszegülés az elméletnek*, ford. HUBA Miklós = BACSÓ Béla szerk., *Szöveg és interpretáció*, Cserépfalvi Könyvkiadó, Budapest, é. n., 97–115.
- DE WAAL, Frans, *Elég okosak vagyunk, hogy megértsük, milyen okosak az állatok?*, ford. MÁTICS Róbert, Alexandra Kiadó, Budapest, 2018.
- DIAMOND, Jared, *A harmadik csimpánz felemelkedése és bukása*, ford. GYÖRVÁRI Borbála, Typotex Kiadó, Budapest, 2002.
- DICK, Philip K., *Visszafelé világ*, ford. PÉK Zoltán, Agave Könyvek, Budapest, 2009.
- DOCTOROW, Cory, *Kis Testvér*, ford. CSÖRGŐ Norbert, Metropolis Media, Budapest, 2010.

- DU SAUTOY, Marcus, *A prímszámok zenéje: Miért olyan fontos a matematika egyik megoldatlan problémája?*, ford. GYENES Zoltán, Park Könyvkiadó, Budapest, 2017.
- ERDÉLYI Margit szerk., *Az irodalomoktatás új kihívásai*, Gondolat Kiadó, Budapest, 2014.
- FERRIS, Timothy, *A világmindenség: Mai kozmológiai elméletek*, ford. MÁRKUS János, Typotex Kiadó, Budapest, 2011.
- FEYNMAN, Richard, *A fizikai törvények jellege*, ford. GAJZÁGÓ Éva, Magvető Kiadó, Budapest, 1984.
- FITZPATRIK, Lisa, *Avatar: James Cameron varázslatos világa*, ford. GÁLVÖLGYI Judit, DUNA International Könyvkiadó, Budapest, 2009.
- FLANNERY, Tim, *Időjáráscsinálók: Hogyan változtatja meg az ember a Föld klímáját, és milyen hatással van mindez az életre?*, ford. KOVÁCS Tibor, Akkord Kiadó, Budapest, 2006.
- GOULD, Stephen Jay, *A panda hüvelykujja*, válogatta SOMLYÓ Bálint, ford. RÓZSAHEGYI István – BACSÓNÉ MÓDOS Magdolna, Európa Könyvkiadó, Budapest, 1990, 103–120.
- GREENE, Brian, *A kozmosz szövedéke: A tér, az idő és a valóság szerkezete*, ford. KORONCZAY Dávid – MARSCHALKÓ Gábor, Akkord Kiadó, Budapest, 2011.
- GRIBBIN, John, *A multiverzum nyomában*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2010.
- GRIBBIN, John, *Egyedül vagyunk!*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2012.
- GRIBBIN, John, *Schrödinger macskája*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2001.

- GRIBBIN, John, *Számolás kvantummacskákkal*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2015.
- GRIBBIN, John és Mary, *A természettudományokról mindenkinek: A világmindenség, az élet meg minden*, ford. MÜNZ Márton – SIMON Tamás, Akkord Kiadó, Budapest, 2002.
- GRIBBIN, Mary & John, *The Science of Philip Pullman's His Dark Materials*, Hodder Headline Limited, London, 2003.
- GUMBRECHT, Hans Ulrich, *A jelenlét előállítása: Amit a jelentés nem közvetít*, ford. PALKÓ Gábor, Ráció Kiadó – Historia Litteraria Alapítvány, Budapest, 2010.
- GUMBRECHT, Hans Ulrich, *Szellemtudományok – mi végre? Budapesti előadások*, ford. NEMESKÉRI Luca és mts., Kijarat Kiadó, Budapest, 2013.
- HACKETT, Brandon, *Az időutazás napja*, Agave Könyvek, Budapest, 2014.
- HANLON, Michael, *A Galaxis Útikalauz tudománya*, ford. KOVÁCS Levente, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011.
- HEGEDŰS Orsolya, *A mágia szövedéke: Bevezetés a magyar fantasy olvasásába I.*, Lilium Aurum, Dunaszerdahely, 2012.
- HÓDOSY Annamária, *Biomozzi: Ökokritika és populáris film*, Tiszatáj, Szeged, 2018.
- IDLE, Eric, *Hakni az Ūrben: Egy poszt-modem regény*, ford. KÖVESDI Miklós, GABO Könyvkiadó, Budapest, 2003.
- JACOB, François, *A lehetséges és a tényleges valóság*, ford. SZILÁGYI Tibor, Európa Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- JEMISIN, N. K., *Az ötödik évszak*, ford. BALLAI Mária, Agave Könyvek, Budapest, 2016.

- JÉKELY Gáspár, *Mester, ébren vagy? Regényes párbeszéd a genetikáról, az egyedfejlődésről és az evolúcióról*, Pesti Kalligram, Budapest, 2006.
- KAKU, Michio, *A jövő fizikája*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2012.
- KAKU, Michio, *A lehetetlen fizikája*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2010.
- KAKU, Michio, *Párhuzamos világok*, ford. CSIZMADIA Szilárd, Akkord Kiadó, Budapest, 2009.
- KÁNAI András, *Holnap történt: Öt sci-fi téma, amely valósággá válhat*, HVG Könyvek, Budapest, 2018.
- KITTLER, Friedrich, *A szimbolikus világa – a gép világa*, ford. FENYVES Miklós, Prae irodalmi folyóirat, 2014/4., 104–119.
- KITTLER, Friedrich, *Egyetemek: Nedves, merev, puha és még merevebb*, ford. VÁSÁRI Melinda, Prae irodalmi folyóirat, 2014/4., 119–130.
- KITTLER, Friedrich, *Gramofon – film – írógép. Előszó*, ford. TÓTH-CZIFRA Júlia, Prae irodalmi folyóirat, 2014/4., 74–95.
- KOLBERT, Elizabeth, *A hatodik kihalás*, ford. TÁBORI Zoltán, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2016.
- KRAUSS, Lawrence M., *A Star Trek fizikája*, ford. HETTHÉSSY Judit Réka, Cartaphilus Kiadó, Budapest, 2008.
- KULCSÁR SZABÓ Ernő, *Irodalom és hermeneutika*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2000.
- KULCSÁR SZABÓ Ernő, *Megkülönböztetések: Médium és jelentés az irodalmi modernségben*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010.

- LANE, Nick, *Hajrá, élet! Az evolúció tíz legnagyobb találmánya*, ford. BOZAI Ágota, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2012.
- LEDERMAN, Leon, *Az isteni a-tom: Mi a kérdés, ha a válasz a Világegyetem?*, ford. VASSY Zoltán, Typotex Kiadó, Budapest, 2010.
- LILIENFELD, Scott O. – LYNN, Steven Jay – RUSCIO, John – BEYERSTEIN, Barry L., *50 pszichológiai tévhit: Hiánypótló gyűjtemény a lélektan közhitelmeiről*, ford. CZICZELSZKY Judit, Partvonal Könyvkiadó, Budapest, 2010.
- LOVELOCK, J. E., *Gaia: A földi élet egy új nézőpontból*, ford. ifj. ÁRKOS Antal, Göncöl Kiadó, Budapest, 1987.
- LOVELOCK, James, *Gaia halványuló arca: Az utolsó figyelmeztetés*, ford. BARNA László, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010.
- MARGULIS, Lynn, *Az együttélés bolygója: Az evolúció új megközelítése*, ford. SCHOKET Zsófia, Vince Kiadó, Budapest, 2000.
- MASTAI, Elan, *Felbolydult napjaink*, ford. BALLAI Mária, Agave Könyvek, Budapest, 2017.
- MCDONALD, Ian, *Síkvándor: Örökkévaló-sorozat I.*, ford. Sziklai István, GABO Könyvkiadó, Budapest, 2014.
- MIÉVILLE, China, *A város és a város között*, ford. JUHÁSZ Viktor, Agave Könyvek, Budapest, 2018.
- MILLER, Joseph D., *Párhuzamos univerzumok: fantasy vagy science fiction?*, ford. BALAJTHY Ágnes, Prae irodalmi folyóirat, 2011/3., 2–8.
- MŁODINOW, Leonard, *Eukleidész ablaka: A Geometria története a párhuzamosoktól a hipertérig*, ford. ABONYI Iván, Akkord Kiadó, Budapest, 2003.

- MORIN, Edgar, *Az ember belső megettöződöttsége*, ford. BALOGH István = Dietmar KAMPER – Christoph WULF szerk., *Antropológia az ember halála után*, József Műhely Kiadó, Budapest, 1998, 15–28.
- H. NAGY Péter, *Adatok tánca*, Liliium Aurum, Dunaszerdahely, 2012.
- H. NAGY Péter, *Alternatívák: A popkultúra kapcsolatrendszerei*, PRAE.HU, Budapest, 2016.
- H. NAGY Péter, *Extrák*, NAP Kiadó, Dunaszerdahely, 2008.
- H. NAGY Péter, *Párhuzamos mintázatok*, Dunaszerdahely, NAP Kiadó, 2012.
- H. NAGY Péter, *Protézisek*, NAP Kiadó, Dunaszerdahely, 2010.
- NÉMETH Zoltán, *Feszített nyelvtükör*, NAP Kiadó, Dunaszerdahely, 2011.
- ORWELL, George, *1984*, ford. SZÍJGYÁRTÓ László, Európa Könyvkiadó, Budapest, 1989.
- PÁLFY József, *Kihaltak és túlélők: Félmilliárd év nagy fajpusztulásai*, Vince Kiadó, Budapest, 2000.
- PAPP Sándor – KOVÁCS Gábor szerk., *A tudomány kultúrája: Tanulmányok a Pannon Egyetem Irodalom- és kultúratudományi Műhelyéből*, Pannon Egyetem Modern Filológiai és Társadalomtudományi Kar, Veszprém, 2015.
- PENROSE, Roger, *Az idő ciklusai: Az univerzum radikálisan új szemlélete*, ford. GILICZE Bálint, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011.
- PERKOWITZ, Sidney, *Hollywood Science: Movies, Science and the End of the World*, Columbia University Press, New York, 2007.

- PINKER, Steven, *Hogyan működik az elme*, ford. CSIBA Gergely, Osiris Kiadó, Budapest, 2002.
- PÓLYA György, *A gondolkodás iskolája*, ford. LAKATOS Imre, Akkord Kiadó, Budapest, 2000.
- PULLMAN, Philip, *A titokzatos kés*, ford. BORBÁS Mária, Magyar Könyvklub, Budapest, 2002.
- PUNSET, Eduardo, *A lélek az agyban van*, ford. MATOLCSI Balázs, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2011.
- RÁCZ I. Péter, *Evolúció másként*, Prae irodalmi folyóirat, 2007/2., 19–23.
- RADNÓTI Katalin, *Az atomenergia megítélése és a természettudományos tanárképzés*, Iskolakultúra, 1996/4., 65–75.
- ROBINSON, Kim Stanley, *Vörös Hold*, ford. FARKAS Veronika, Agave Könyvek, Budapest, 2018.
- RÖTHLEIN, Brigitte, *Schrödinger macskája: Bevezetés a kvantumfizikába*, ford. SZOLCSÁNYI Ferenc, Dialóg Campus Kiadó, Budapest – Pécs, 2007.
- SAGAN, Carl, *Broca agya: Gondolatok a tudomány romantikájáról*, ford. BOTH Előd, Akkord Kiadó, Budapest, 2001.
- SAGAN, Carl, *Korok és démonok*, ford. HRASKÓ Péter, Typotex Kiadó, Budapest, 1999.
- SÁNTA Szilárd, *Mesterséges horizontok: Bevezetés a kortárs sci-fi olvasásába*, Liliium Aurum, Dunaszerdahely, 2012.
- SHELLEY, Mary, *Frankenstein*, ford. GÖNCZ Árpád, Kozmosz Könyvek, Budapest, 1977.

- SIMMONS, Dan, *Hyperion*, ford. HUSZÁR András, Agave Könyvek, Budapest, 2010.
- SIMONYI Károly, *A fizika kultúrtörténete*, Gondolat Kiadó, Budapest, 1986. (3., átdolgozott kiadás)
- SINGH, Simon, *A Nagy Bumm: Minden idők legfontosabb tudományos felfedezésének története*, ford. SZÉCSÉNYI-NAGY Gábor, Park Könyvkiadó, Budapest, 2006.
- SINGH, Simon, *Kódkönyv: A rejtjelezés és rejtjelfejtés története*, ford. SZENTGYÖRGYI József, Park Könyvkiadó, Budapest, 2001.
- SLONCZEWSKI, Joan, *Génszimfónia*, ford. KOLLÁRIK Péter, Metropolis Media, Budapest, 2006.
- STEWART, Ian, *A matematika története*, ford. KÖRMENDY Ágnes, Helikon Kiadó, Budapest, 2008.
- STOKES, Jane, *A média- és kultúrakutatás gyakorlata*, ford. KÁROLYI Júlia, Gondolat Kiadó – PTE Kommunikáció- és Médiatudományi Tanszék, Budapest – Pécs, 2008.
- SYKES, Brian, *Éva hét leánya*, ford. KOMÁROMY Rudolf, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2002.
- SWAAB, Dick, *A kreatív agy: Hogyan hat egymásra az ember és a világ*, ford. WEKERLE Szabolcs, Libri Kiadó, Budapest, 2017.
- THORNE, Kip, *Az Interstellar és a tudomány*, ford. KOVÁCS József, Európa Könyvkiadó, Budapest, 2015.
- TÓTH Balázs – CSÁNYI Vilmos, *Hiedelmeink: Az emberi gondolatok építőkövei*, Libri Kiadó, Budapest, 2017.
- TÓTH Csaba, *A sci-fi politológiája*, Athenaeum Kiadó, Budapest, 2016.



- L. VARGA Péter, „*s ami a letragikusabb az életben, az az egyenes vonal*”. *Jegyzetek Kassához, az avantgárdhoz és az intermedialitáshoz*, Szörös Kö, 2007/3., 45–50.
- VENETIANER Pál, *Génmódosított növények – Mire jók?*, Typotex Kiadó, Budapest, 2010.
- WATSON, James D., *A gén molekuláris biológiája*, ford. Dr. GERVAI Judit – VERESS Zoltán, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- WATSON, James D., *DNS – Az élet titka*, ford. BOROSS Otilia – GARAI Attila, HVG Könyvek, Budapest, 2004.
- WEINBERG, Robert A., *Ha egy sejt megkergül: Hogyan alakul ki a rák?*, ford. SCHOKET Zsófia, Vince Kiadó, Budapest, 1999.
- WELLS, H. G. – FRIEDEL, Egon – JETER, K. W., *Utazások az időgéppel*, ford. KONCZ Éva – MORVAY NAGY Péter – RUZITSKA Mária, Móra Kiadó, Budapest, 1990.
- WILHELM, Maria – MATHISON, Dirk, *Avatar: Túlélési kézikönyv a Pandorához*, ford. TÓTH Tamás Boldizsár, Egmont Kiadó, Budapest, 2010.
- WILLIAMS, George C., *A pónihal lámpása: Terv és cél a természetben*, ford. BÉRESI Csilla, Kulturtrade Kiadó, Budapest, 1997.

## 7. Filmográfia

*Agora* (Spain, 2009, Focus Features, Newmarket Films, Telecino Cinema), **rendező:** Alejandro Amenábar, **forgatókönyv:** Alejandro Amenábar, Mateo Gil, **operatőr:** Xavi Giménez, **vágó:** Nacho Ruiz Capillas, **szereplők:** Rachel Weisz, Max Minghella, Oscar Isaac, **zeneszerző:** Dario Marianelli

*A nyolcadik utas: a Halál* (Alien, Nagy-Britannia, 1979, Twentieth Century Fox – Brandywine Productions), **r:** Ridley Scott, **f:** Dan O’Bannon, Roland Shusett, **o:** Derek Vanlint, **v:** Terry Rawlings, Peter Weatherley, **sz:** Sigourney Weaver, Tom Skerritt, Ian Holm, Harry Dean Stanton, Veronika Cartwright, John Hurt, Yaphet Koto, **z:** Jerry Goldsmith

*Avatar* (USA, 2009, Twentieth Century Fox), **r:** James Cameron, **f:** James Cameron, **o:** Mauro Fiore, **v:** Stephen Rivkin, John Refoua, James Cameron, **sz:** Sam Worthington, Zoë Saldana, Stephen Lang, Michelle Rodriguez, Sigourney Weaver, **z:** James Horner

*Csillagok háborúja I: Baljós árnyak* (Star Wars Episode I: The Phantom Menace, USA, 1999, Lucasfilm), **r:** George Lucas, **f:** George Lucas, **o:** David Tattersall, **v:** Paul Martin Smith, Ben Burtt, **sz:** Liam Neeson, Ewan McGregor, Natalie Portman, Jake Lloyd, Ian McDiarmid, **z:** John Williams

*Csillagok között* (Interstellar, USA – United Kingdom, 2014, Paramount Pictures – Warner Bros.), **r:** Christopher Nolan, **f:** Christopher Nolan, Jonathan Nolan, **o:** Hoyte van Hoytema, **v:** Lee Smith, **sz:** Matthew McConaughey, Anne Hathaway, Jessica Chastain, Michael Caine, Casey Affleck, Ellen Burstyn, John Lithgow, Matt Damon, David Gyasi, **z:** Hans Zimmer

*Donnie Darko* (USA, 2001, Newmarket Films – Pandora Cinema – Flower Films), **r:** Richard Kelly, **f:** Richard Kelly, **o:** Steven B. Poster, **v:** Sam Bauer, Eric Strand, **sz:** Jake Gyllenhaal, Jena Malone, Drew Barrymore, Partick Swayze, Noah Wyle, Katherine Ross, Mary McDonnell, Holmes Osborne, **z:** Michael Andrews

***Forráskód*** (Source Code, USA, 2011, Vendôme Pictures – The Mark Gordon Company), **r:** Duncan Jones, **f:** Ben Ripley, **o:** Don Burgess, **v:** Paul Hirsch, **sz:** Jake Gyllenhaal, Michelle Monaghan, Vera Farmiga, Jeffrey Wright, Michael Arden, **z:** Chris Bacon

***Kapcsolat*** (Contact, USA, 1997, Warner Bros. – South Side Amusement Company), **r:** Robert Zemeckis, **f:** James V. Hart, Michael Goldenberg, **o:** Don Burgess, **v:** Arthur Schmidt, **sz:** Jodie Foster, Matthew McConaughey, James Woods, John Hurt, Tom Skerritt, Angela Bassett, **z:** Alan Silvestri

***Men in Black – Sötét zsaruk 3.*** (Men in Black 3., USA, 2012, Hemisphere Media Capital – Amblin Entertainment – Parkes/MacDonald Productions – Image Nation Abu Dhabi), **r:** Barry Sonnenfeld, **f:** Etan Coen, David Koepp, Jeff Nathanson, Michael Soccio, Lowell Cunningham, **o:** Bill Pope, **v:** Don Zimmerman, **sz:** Will Smith, Alice Eve, Josh Brolin, Emma Thompson, Toomy Lee Jones, **z:** Danny Elfman

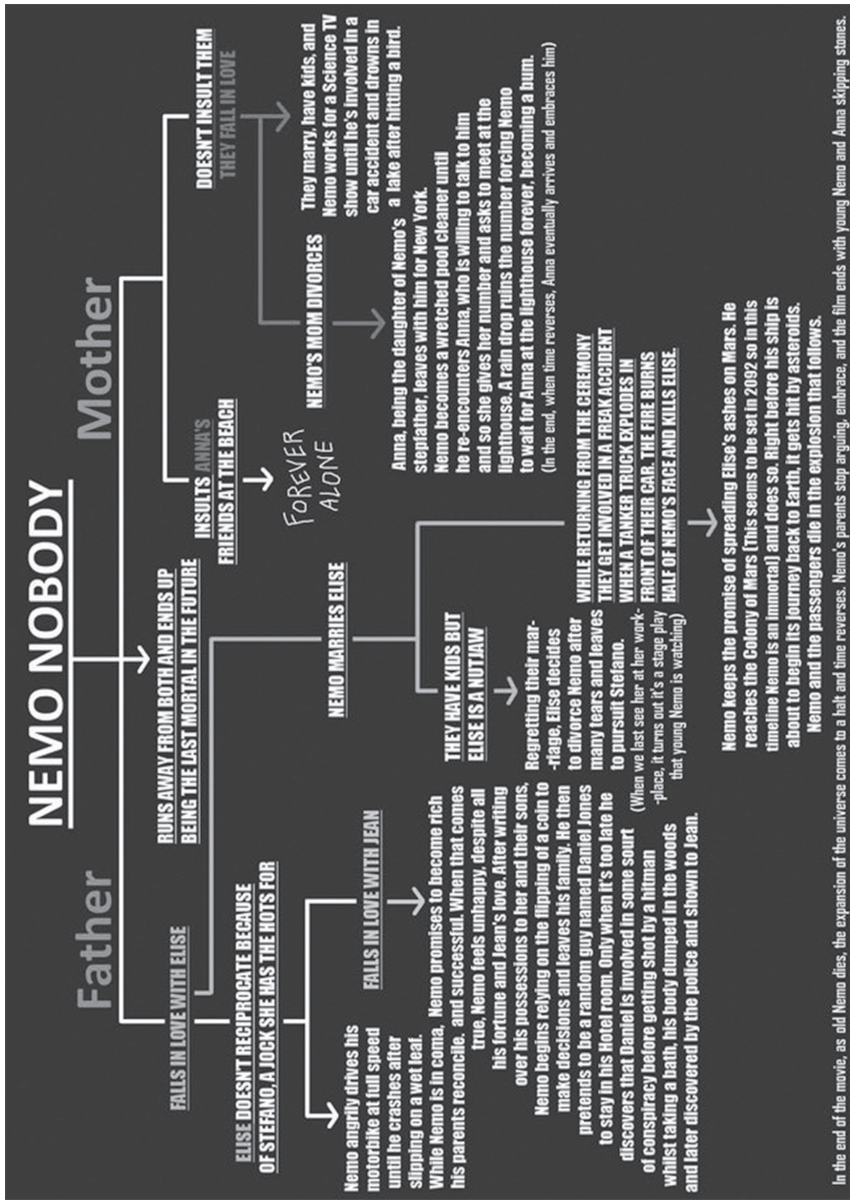
***Mr. Nobody*** (Belgium, Franciaország, Kanada, Németország, 2009, Pan Européenne), **r:** Jaco van Dormael, **f:** Jaco van Dormael, **o:** Christophe Beaucarne, **v:** Matyas Veress, Susan Shipton, **sz:** Jared Leto, Diane Kruger, Sarah Polley, Rhys Ifans, **z:** Pierre van Dormael

***Pillangó-batás*** (The Butterfly Effect, USA, 2004, FilmEngine – Katalyst Films), **r:** Eric Bress, J. Mackye Gruber, **f:** Eric Bress, J. Mackye Gruber, **o:** Matthew F. Leonetti, **v:** Peter Amundson, **sz:** Ashton Kutcher, Amy Smart, Eric Stoltz, Elden Henson, William Lee Scott, Melora Walters, **z:** Michael Suby

***Pitch Black – 22 évente sötétség*** (Pitch Black, USA, 1999, PolyGram Filmed Entertainment – Interscope Communications – Gramercy Pictures), **r:** David Twohy, **f:** Jim Wheat, Ken Wheat, David Twohy, **o:** David Egby, **v:** Rick Shaine, **sz:** Vin Diesel, Radha Mitchell, Cole Hauser, Keith David, **z:** Graeme Revell

***Prometheus*** (USA, 2012, Scott Free Productions – Brandywine Productions – Dune Entertainment – 20th Century Fox), **r:** Ridley Scott, **f:** Damon Lindelof, Jon Spaihts, **o:** Dariusz Wolski, **v:** Pietro Scalia, **sz:** Noomi Rapace, Michael Fassbender, Charlize Theron, Guy Pearce, Idris Elba, Logan Marshall-Green, **z:** Marc Streitenfeld

# 8. Melléklet





Univerzita J. Selyeho  
Pedagogická fakulta  
Bratislavská cesta 3322  
SK-945 01 Komárno  
[www.ujs.sk](http://www.ujs.sk)

H. Nagy Péter  
A képzelet tudománya  
Praxeológiai bevezetés

Recenzenti / Szakmai lektorok:  
Dr. habil. PaedDr. Keserű József, PhD.  
Mgr. Hegedűs Orsolya, PhD.

Redaktor / Szerkesztő:  
Dr. habil. PaedDr. Keserű József, PhD.

Tlačová príprava / Nyomdai előkészítés: TAMM - Téglás Attila  
Tlačiareň / Nyomda: Maps Consulting Kft., Pécs  
Počet výtlačkov / Példányszám: 60  
Vydavateľ / Kiadó: Univerzita J. Selyeho, Selye János Egyetem  
Rok vydania / Kiadás éve: 2019  
Prvé vydanie / Első kiadás

ISBN 978-80-8122-296-2