

Z. Karvalics László

## MÉHEK ÉS ZEBRAHALAK. ADALÉKOK A „FOGALMI BIZONYTALANSÁG KORÁHOZ”

2019 márciusában érdekes kísérletről jelent meg tudósítás a Science Robotics hasábjain (Bonnet, 2019). Egy nemzetközi kutatócsapat robothalat úsztatott egy zebraadánió-raj akváriumába Lausanne-ban, kollégáik pedig Salzburgban helyeztek két robotterminált méhek közé. A robotszereplők nem egyszerűen befolyásolták mindkét helyszínen a körülöttük mozgó állatok viselkedését, hanem ezekből jel-mintázatokat állítottak elő s elküldték a tőlük 700 km-re lévő robottársuknak, akik oda és vissza ennek megfelelően változtattak az általuk produkált jelzéseken és viselkedésen, amivel immár úgy tudták ismételtelen befolyásolni az egyes állatcsoportok mozgásválasztásait, hogy azokban egyre több, a másik csoportra jellemző sajátosságot lehetett azonosítani.

Nagyjából 25 perc elteltével a mozgásmintázatokat robottársaiknak kölcsönösen átküldő robotméhek és robothalak elkezdtek befolyásolni egymás viselkedését – a svájci halak az osztrák méhek mozgását imitálva az óramutató járásával ellentétes irányba kezdtek körözni, a méhek pedig egy meghatározott terminál köré kezdtek csoportosulni, mint a halak. A kezdeti kaotikus mozgásokból egyfajta szinkronizáció lett.

A szerzők láthatóan jól megfontolták, milyen nyelvi fordulatokkal értékeljék az elért eredményeket egy tudományos közleményben. *„A fajközi információátvitelt a két autonóm robotrendszer és a két állatközösség emergens kollektív döntései demonstrálták. Sikerült bebizonyítani a különféle fajokkal képzett biohibrid csoportok viselkedésmintáinak létrehozhatóságát és irányíthatóságát. Efféle fajközi kapcsolatok különböző robotrendszerek és állatfajok között a mesterséges kollektív intelligencia új formái előtt nyithatnak utat, ahol az állatok páratlan érzékelő kapacitásának és agyának felhasználásával feljavíthatóak autonóm döntési rendszerek, amelyek révén alkalmazás-ig juthatunk az ökoszisztéma szelektív „újratervezéséhez”.*

Mi lett mindebből egyetlen tudománykommunikációs lépéssel később?

Sarah Perrin, a kutatást vezető svájci intézmény (*Ecole Polytechnique Federale de Lausanne*) munkatársa az egyik legnépszerűbb tudományos és technológiai portál, a *TechXplore* március 21-i számában ismeretterjesztő és közérthető módon mutatta be az érdekes kísérletet, az alábbi címmel: „Robotok teszik lehetővé, hogy halak és méhek egymáshoz beszéljenek”<sup>1</sup>

A cím *‘egymáshoz beszéljenek’* fordulatából a kifejtésben már a pontosabb *‘interakcióba lépés’* és *‘megosztott döntésekig jutás’* szerepelt. Sőt, a szerző még egzaktabb leírást is ad: a robotok révén a két faj *„jeleket küldött egymásnak oda és vissza”,* és ezzel *„fokozatosan elkezdte koordinálni a döntéseit”.* Aztán újra visszatérünk ahhoz, hogy a tudósok lehetővé tették, hogy a két faj *‘kommunikáljon egymással’*<sup>2</sup>, pedig amúgy a természetben nincs módjuk, hogy *‘egymáshoz szóljanak’*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Robots enable bees and fish to talk to each other <https://techxplore.com/news/2019-03-robots-enable-bees-fish.html>

<sup>2</sup> Ezt a nyelvi megoldást választotta a magyar tudósítás is, amely nem az eredeti tanulmányt, hanem Perrin összefoglalóját szemlélte. *Robotok segítik a hal-méh kommunikációt* [https://jelenbolajovobe.blog.hu/2019/04/04/robotok\\_segitik\\_a\\_hal-meh\\_kommunikaciot](https://jelenbolajovobe.blog.hu/2019/04/04/robotok_segitik_a_hal-meh_kommunikaciot)

<sup>3</sup> Az angol szövegben *“nor would they have much to say to each other”*

A kísérletvezető Frank Bonnet – tárgyilagosan – úgy fogalmaz, az általuk épített híd lehetővé tette két állati közösség számára, hogy „dinamikájuk **egy részét** kicseréljék egymással [...] elkezdtek adaptálni egymás **néhány** katarakterisztikáját” (Kiemelés tőlem: ZKL).<sup>4</sup> Egy másik, szintén mikrofon elé állított kutató, Francesco Mondada azonban nemcsak visszakanyarodik a „kommunikáció-központú” interpretációhoz, hanem tovább is fejleszti azt: „a robotok úgy viselkedtek, mint „a tárgyalástámogatók (negotiators) és tolmácsok (interpreters) egy nemzetközi konferencián”, az „információcsere révén közös döntésekig juttatva a két különböző állatcsoportot.”

Az, hogy az állatok a robotok segítségével *beszélnek egymáshoz*, három alkalommal fordul elő a cikkben, s hogy ezt azért talán képletesen kell érteni, azt az utolsó alkalommal a „beszélgetés” szóhoz rendelt idézőjel páros hivatott érzékeltetni.

Most lássuk, mi lesz ebből egy második, következő tudománykommunikációs lépés során, tovább távolodva a szakfolyóiratban megjelent szövegtől.

*„Őszintén, nem vagyok biztos benne, hogy a halaknak van-e bármiféle fogalmuk a méhekről. Hasonlóképp vannak kétségeim, hogy a méhek rendelkeznek-e a 'hal' fogalmával. Még bizonytalanabb vagyok azzal kapcsolatban, hogy a méhek és a halak lehetnének-e barátok, ha ismernék egymást. De a robotoknak köszönhetően most már tudom, hogy a válasz minden esetben határozott igen (definitely yes)”.*

Evan Ackermann cikkének bevezetőjét olvassuk, a villamosmérnökök nemzetközi társaságának rangos online folyóiratában.<sup>5</sup> S hiába folytatódik az írás tárgyilagosan, itt már jól látszik, mekkora távolságban járunk az eredeti szöveg üzenetétől. A fogalomhasználati csapdák és pontatlanságok egyre látványosabbak a kísérleti eredmények interpretációláncáiban, és még aki eddig nem gyanakodott, az is rögtön megértene, mi a gond, ha a kérdést úgy tennék fel, hogy „*random jelsorozatok és halak lehetnek-e barátok*”. Vagy hogy „*a méheknek lehetnek-e fogalmaik a fajtársat szimuláló mikrorobotok szokatlan viselkedésmintájának forrásául szolgáló másik állatfaj egyedeit szimuláló mikrorobotok algoritmusairól, amelyeket ama másik állatfaj mozgásdetekciójával hoztak létre, dolgoztak fel és továbbítottak*”.

Mit láttunk történni két lépés alatt? Egy kísérlet eredményei mértéktelenül túlintertelt, félrevezető és antropomorfizált módon kezdenek beépülni a köztudatba, egy különösen érzékeny területen, a robotika és a mesterséges intelligencia határvidékén. Egy olyan diskurzusba, amelyet számtalan egyéb tényező mellett (ezekről l. Z. Karvalics, 2018) *a nyelvi renyheség és a fogalomképzés asszociációs csapdái is terhelnek*, permanens bizonytalanságot csempészve nemcsak a közgondolkodásba, hanem a tudományos diskurzusba is. Ahol attól a csodálatos mérnöki tettől, hogy különböző társasjátékokban az algoritmizálhatóságból stratégiát varázsolni képes ember-gép hibrid rendszerek irtózatossá számításeljesítményével legyőzhetővé válnak a legjobb emberi játékosok, egyetlen lépéssel a disztópikus Terminátor-forogatókönyvig, az ember megsemmisítésén munkálkodó intelligens gépek posztapokaliptikus víziójáig jutnak gondolatrest kommentelők. Természetesen az eközben elkövetett számtalan

<sup>4</sup> Az angol szövegben “enabling them to exchange some of their dynamics”

<sup>5</sup> *Robots Help Bees Talk to Fish. Using robots as intermediaries, a school of zebra fish communicate with a colony of bees* IEEE Spectrum, 2019 March. 20. <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/robots-help-bees-talk-to-fish>

logikai, ismeretelméleti és következtetési hiba mellett eltörpül, hogy a 'játékban győz'- 'győz'- 'legyőz'- 'kiirt' nyelvi útvonalon egy brutális jelentéshamisítás segíti a pánik-értelmezést: a szellemi sportokban a győzelem adja a játék értelmét, az egyik fél veresége elkerülhetetlen, de a mi technológiai-civilizációs játszmánknak nem ez a szerkezete a gépeinkkel. A kis Roomba önjáró porszívó kapcsán például sose vetődik fel, hogy mi lesz, ha majd át akarja venni az uralmat, és atomjainkra bontva akar felszippantani minket.

Komolytalannak hangzik? Akkor olvassuk el Nick Bostrom (véleményem szerint érdemtelenül elhíresült) allegóriáját a gemkapocs-maximalizáló általános mesterséges intelligenciáról,<sup>6</sup> amely számára az ember is csak egy nyersanyagforrás, és ha nem talál mást, minket is feldolgoz majd, hogy még több gemkapocsot gyárthasson. E bostromi beszédmóddal kapcsolatos problémákról önálló tanulmányt lehetne írni, de sokat mond, hogy hová jut szorgos alkalmazója, John C. Havens egyik „tantörténete”, amellyel megpróbálja életszerűvé tenni a programozói hiba miatt elszabaduló „gépi” elem veszélyeit. *„A robot porszívó, ha neadjisten lemerülne és nem találna a közelében működőképes elektromos csatlakozót [...] az új algoritmusnak köszönhetően képes egy másik készülék áramforrásához is csatlakozni. Így hát a robot a rendelkezésére álló hálózati áramforrásból elkezd feltölteni magát. Az egyetlen készülék a hálóban egy babaőr, lemerülőben lévő elemekkel. A nappaliban hangosan megy a TV, a kanapén elalvó apa pedig nem hallja meg, ahogyan alvó kisbabája egy órával később megfullad saját anyatejes hányásában”* (Balogh, 2020).

Értjük? A csecsemők nagy számban halnak meg valóságos módon bántalmazó szülők, véletlen autós hátratulatások, lakástűz, rosszul rögzített, ledőlő szekrények és sok minden más miatt, de hősünk épp egy elképzelt csecsemőhalál-forgatókönyvet választ példának, hogy érzékeltesse – mit is? Hogy *ha tervezési hibát vétünk, akkor technológiánk veszélyes lehet ránk.*

Köszönjük. A malmok bütykös tengelye közé szorult óvatlan molnárkezekről a felrobbanó gőzgépekig ezzel a veszéllyel mindig is tisztában voltunk, ahogy a technikatörténészek is pontosan tudják, az implementáció első szakaszában a remélt hasznok miatti egyoldalú fejlesztési hajszában egy ideig sokszor hátul kullogtak a biztonsági szempontok, hogy aztán egyre nagyobb súly essen rájuk és az emberi élet védelmére, az adott technológia áldásainak megtartása mellett. Arról se Bostrom, se Havens, se a horrorszcenáriók további szerzői nem szólnak, hogy vajon mi is volna az *új elem* a kockázati térben *a még nem is létező* mesterséges intelligencia-rendszerek *tervezői kontextusukból kiszakított fantáziavilágában*, ami egyáltalán értelmessé teszi, hogy ezzel foglalkozzunk.

A fentiekkel azt az utat érzékeltettem, ahogyan a nyelvi renyheségtől eljutunk a gondolatrest narratívaképzésig. Ne tegyünk engedményt: *a közérthetőség szándéka nem legitimálja a pontatlan szóhasználaton keresztül történő félrevezető jelentésgyártást és sokszorosítást a tudománykommunikációban.* S noha a mainstream bulvármédia erre saját kattintásvadász reflexei miatt már gátlástalanul ültet olyan főcímekeket, amelyek kérdésként jelenítenek meg állításokat, amelyeket aztán a cikk cáfol vagy pontosít, de amelyek már saját tipográfiai kisugárzásuk miatt is hamis tudati formákat, tévhiteket sulykolnak, számtalanszor megcáfolt ostobaságok jelenlétét erősítik, a gondok nem itt kezdődnek. A média igénytelenebbik

<sup>6</sup> [https://wiki.lesswrong.com/wiki/Paperclip\\_maximizer](https://wiki.lesswrong.com/wiki/Paperclip_maximizer)

fele (mert számos kiváló tudományos újságírónak örülhetünk) csak felnagyítja azokat a problémákat, amelyek már a tudományos tudás *termelések, megosztásakor és a tudomány szerezplőinek fogalomhasználatában* is tetten érhetőek.

Vissza tehát a méhekhez és zebrahalakhoz. Lássuk, *faj-közi kommunikáció-e*, ami történik?

Induljunk el onnan, hogy a mérnökök mellől fájdalmasan hiányzó etológus pontosan tudná, mert ismeri az állati kommunikáció irodalmát, hogy sokszor még az sem kommunikáció, ami napnál világosabban annak tűnik. Például a hangos veszélykiáltás egy ragadozó megjelenésekor, ami menekülésre készíti a ragadozót közvetlenül nem is észlelő fajtársat is. Szó sincs tudatos jelentésképzésről, „átadásról”, döntéskoordinációról, „menekülj te is, cimbora” utasítással. A ragadozóészlelés belső állapotváltozást idéz elő az autonóm egyedben, akinek a fajtársa szintén autonóm módon érzékeli az izgalmi állapot megváltozását, és formálja azt cselekvésutasítássá. Túlélési esélyeit természetesen így megnöveli a csoportlét, mert az elkerülési viselkedést kiváltó repertoárja egy új elemmel gyarapodott, de a kommunikáció szándékosságát, intencionalitását ez esetben nem leljük fel. Ám amikor a rombusz alakzatban sík terepen átvágó páviának „örszemei” folyamatosan adnak ki hangot, majd elhallgat az, akihez legközelebb feltűnik egy ragadozó, hogy a csoport tagjai az ellenkező irányba menekülhessenek, az már valóságos kommunikáció és valóságos csoportszintű koordináció.

Amikor halak mozgásmintázatait formálja jellé egy halrobot, akkor képfeldolgozást végez, mechanikai moduljának adott programutasításokkal igazodik azok eredményéhez, illetve módosítja a méhrobotok által küldött jeleknek megfelelően. A két robot jeleket dolgoz fel és továbbít egymásnak, miközben fizikai jelenlétükkel és mozgásukkal részei a halak és a méhek állapotterének. Az állatrobot-érintkezés *nem kommunikáció*.<sup>7</sup> A fajtársként elfogadott robotméhek és robothalak jelenléte azon hatások közé simul, amelyek befolyásolják a (tipikusan keringésre emlékeztető) „alajárati” mozgást. Irreleváns, hogy a robotszereplő mozgásmintázata milyen forrásból származik. Ahogy korábban írtam, lehetne véletlenszerűen generált a robotviselkedés, az is hatást tudna gyakorolni. Amikor egy helikopter vagy egy drón megjelenése futásra készíti a szarvascsordát, az nem drón–szarvas kommunikáció, s ha a drón sasjelmezt kap, és repülését egy szirti sas szárnycsapásai és ív-választásai alapján állítják be, az nem lesz sas–szarvas kommunikáció.

Az is világos, hogy *nem úgy megy végbe a döntéshozatal* sem, ahogy azt még a kísérletben érintett tudósok szóhasználata is sejteti. A 'mozgásszinkronizáció' helyesen és pontosan fejezi ki, ami a halakkal és a méhekkal történik, a *döntéskoordináció* azonban nem. Amikor a térkövek mintáit követve minden egyes lépéssel „célzunk”, akkor sorozatosan hozunk egyedi döntéseket. Amikor viszont csak „megyünk”, akkor a mozgásvezérlés alagsorába számúzzuk a döntést, a „járás maga” szinte automatizált. Ha egy tócsát meg kell kerülnünk, szinte „mozgásból” választunk, hogy balról vagy jobbról tesszük, nem végzünk elmélyült

<sup>7</sup> Félreértések elkerülése végett: a kommunikációnak is létezik számtalan elmélete, amelyek közül a leginkább kiterjesztett értelmezés szerint a holt vagy élő anyag bármilyen érintkezése is kommunikáció. De a klasszikus modell (átadó és átvevő, csatorna, jelátvitel, zaj, kód) ennél szűkebb, és még szűkebb az intelligens lények kommunikációja, amely nem tud eltekinteni a jelentéstől, amit a jel hordoz, hogy a jelentésváltozásról már ne is beszéljünk, amit a veöben a jel fogadása előidéz.

döntéselemzést, hogy mik a hátrányai és az előnyei az irányválasztásnak. Ugyanígy jelentéktelen mozzanat a keringésmintázat. Van néhány betáplált változó, ami alapján a méhek és a halak mozognak, s ezek egyike az, amit az egyedek a fajtársak mozgásával kapcsolatban érzékelnek. Persze, hogy rendezettség lesz a káoszból, mert ha egy lokális robottöblet „átállít” néhány méhet vagy halat, akkor az arány fokozatosan fog az „átállítottak” javára billenni. Ez a fajta átprogramozhatóság jelzi, mennyire lényegtelen dolgról van szó. De támadjon csak egy ragadozó hal egy békés rajra, azonnal bonyolult matematikai modellekkel írható csak le, miképpen segíti elő az egyedek összerendeződő mozgása a védekezőképesség megnövelését és a támadó összezavarását. Ha egy robothalacska alternatív mozgást kívánna a rajra tukmálni, gyorsan a támadó gyomrában találná magát. Egyszóval, még a robot és a hal meg a robot és a méh között sem döntéssel vagy koordinációval magyarázhatóak a történések, hát még a méhek és a halak között. Ahol Mondada professzor közös döntésekig jutó két állatcsoport „konferenciáját” látja, ott nincs semmi.

Tudományos értelemben tehát nem történt „szenzációs előrelépés”, ahogy az eredeti közlemény sejteti. Annál is inkább, mert több mint tíz éve folynak robothalás kísérletek, izgalmas eredményekkel. New York-i kutatók már 2012-ben olyan robothalat építettek, amely valós időben alkalmazkodott a valódi zebrahalak mozgásához, és saját mozgásával tudta befolyásolni azok viselkedését (Marras és Porfiri, 2012). E képességet azóta számtalan módon fordították át a gyakorlatba. Jól szolgálnak az invazív édesvízi halakat elriasztó robothalak, amelyek természetes ellenségre emlékeztető formájúak és mozgásúak. Észt és norvég kutatók bebizonyították, hogy a hatalmas, több százezres lazacfarmok hal-lakói „szeretik”, ha robotfelügyelők vigyázzák őket. Ausztráliában a robothalak „testőrök”, akik megvédik az őshonos fajokat és a korallzátonyokat. Robothalak az élőhelyek megzavarása nélkül gyűjtenek környezeti adatokat, térképeznek fel áramlásokat, vizsgálnak vízminőséget és szennyezettséget, s közben a halakból a robotokba átplántált mozgásformák egyre hatékonyabb mozgású mélytengeri robotokat eredményeznek. Sőt. Robot-zebrahalakkal sokkal szabályozottabb körülményeket lehet teremteni például az agy alkohol-lebontásának vizsgálatához, mint egérkísérletek segítségével. Kísérletek folynak azzal kapcsolatban, hogyan lehetne a halak egymással való ütközést elkerülő csodálatos képességéről megszerezhető tudást valahogyan alkalmazni az autóközlekedésben a balesetek elkerülése érdekében.<sup>8</sup>

Összegezzük. Számtalan kipróbált, előremutató, élő megvalósítása van annak, hogyan vonhatóak be mikrorobotok élő ökoszisztémák védelmébe olcsón és hatékonyan, s körvonalazódnak olyan konkrét kutatási irányok is, amelyek másképp hasznosítják az innen származó alap kutatások eredményeit.<sup>9</sup>

Eközben egy zajosan ünnevelt, szenzációsnak mondott, eleve túlértékelt kutatás másod- és harmadkezeken torzuló hírből épülnek narratívák arról, hogy a fajközi kommunikáció új távlati nyílnak<sup>10</sup>, s „ezentúl a gép más létformákkal (állatokkal, növényekkel) tud

<sup>8</sup> A hevenyészett hírcsokor forrása: <https://phys.org/tags/robotic+fish/> Letöltés: 2020. augusztus 21.

<sup>9</sup> És akkor a robotméhekről még nem is beszéltünk, amelyekkel aknát keresnek vagy mesterséges megporzással kísérleteznek.

<sup>10</sup> Egy olyan nagyszerű kutatót, mint Mark Frazier-t is sikerült a Perrin-cikkkel „megvezetni”, aki kéziratoss tanulmányában (Frazier, 2019) lelkesen boncolgatja a halak és méhek között „üzeneteket fordító robotokban” rejlő jövőlehetőségeket.

*kommunikálni.*<sup>11</sup> A nyelvhasználati pontatlanságok és a mediatizált tudománykommunikáció túlzásai a *paradiskurzussá* válás felé hajtának olyan területeket és témákat, amelyek amúgy nagyon is figyelemre méltóak volnának. És épp a mesterséges intelligencia és a robotizáció kérdésköre az, ahol mindez nagyon régóta és nagyon látványosan zajlik. Elég, ha csak a „*gondolkodó gép*” metaforát idézzük fel, amely régóta kedvelt toposz: Tarján Rezső (1908–1978), a számítástechnika egyik magyar úttörője 1958-ben már ilyen címmel jelentette meg a számítógépekről szóló könyvét a Bibliotheca Kiadónál, és több mint hatvan évvel később egy nagyszerű ismeretterjesztő mű még mindig ugyanezt a nyelvi megoldást választja (Angie Smibert: *Mesterséges intelligencia – Okos gépek, gondolkodó robotok és tudományos gyakorlatok gyerekeknek*, CSER Kiadó, 2020).

Gondolkodik a gép? Dehogy. Jelműveleteket végez nagy sebességgel. Bizonyos helyzetekben szimulálni képes a gondolkodást, ahogy egy robothal is képes zebrahalként viselkedni. A jelfeldolgozás eredménye ugyanis olyan, *mintha* gondolatművelet történt volna, de ez azért van, mert sikerült egy valóságos problémát gépi kódra fordítani, és a feldolgozási kimenetet jelentésteli tartalomként „visszafordítani”. A gép két elméművelet között helyezkedik el.

Mondhatnánk erre, hogy de hisz akkor ez egyszerű metonímia, egy tulajdonság felidéz egy másikat, miért ne lehetne gondolkodó entitásnak látni és láttatni a számítógépet?<sup>12</sup>

A válasz az, hogy azért, mert a megismerés egy kritikus tartományában elmélyíti a *fogalmi bizonytalanságot*. Claude Shannon, a matematikai-statisztikai információelmélet atyja nem szűnt meg figyelmeztetni rá, hogy elmélete érzéketlen a *minőségre* (mivel mennyiségi természetű), és nem tudja kezelni a *jelentés* problémáját (mert számára csakis a jel – a jelátvitel és a jelfeldolgozás – fizikai paraméterei számítanak). Mindez azonban pusztába kiáltott szó maradt: az „információ” köré nőtt, irtózatossá méretűvé lett tudományos szöveggyománnyá nagy része mai napig érzéketlen erre a különbségre. A mesterséges intelligencia interpretációival kapcsolatos torzulásoknak is ez az egyik fő forrása, és ezért nem ébred gyanú kiváló tudósokban, hogy talán mégsem kommunikációnak kéne nevezni, ami a zebrahalak és a méhek között történik.

A fogalmi megragadás szükségszerű útja a neologizmus, amivel megnevezünk korábban nem ismert jelenségeket, s minden közleményben keverednek a hétköznapi és a terminusként szolgáló kifejezések. De a tudományos nyelvhasználatban ennek az útnak a kezdeti pontatlanságoktól, rész-megragadásoktól és hiányosságoktól (egyfajta „fekete doboztól”) az

<sup>11</sup> Egy korábbi robothalás hír kapcsán állítja ezt Martin Burckhardt és Dirk Höfer (Burckhardt és Höfer, 2018: 68) még 2015-ben. Magyarul is megjelent könyvük megsemmisítőnek szánt kritikáját I. Z. Karvalics, (2019a)

<sup>12</sup> A gépi tanulás (machine learning, ML), „mélytanulás” (deep learning, DL), „megerősítő tanulás” (reinforcement learning, RL) kifejezések nem keltenek zavart, hiszen mondhatjuk, hogy egy, az adott funkció szempontjából hatékonyabbá váló algoritmus vagy program „nagyobb teljesítményre lett képessé” két időállapot között, valamilyen műveleti paraméterének kedvező irányú megváltoztatásával – megfelleltethető tehát a tanulás egyfajta definíciójának. Az más kérdés, hogy a „tanul” ige olyan ágenciát – szándék tulajdonítást, ahogy Tóth (2020) fogalmaz Tomasello nyomán a Szabad Piac előző számában – sejtet, mintha mindez a tudást szerző, tesztelő és építő ember mintájára tenné a gépi rendszer. Valójában a fejlődésképeség tanítás (idomítás, behuzalozás, programozásteljesítmény) és nem tanulás eredménye, ember-teremtette kód a forrása. Tehát itt is antropomorfizálás történik – ám ez természetes és elterjedt a (természet)tudományban is. Baj csak akkor van vele, ha a fogalomhasználati bizonytalanságtól a helytelen kontextusképzés felé csúszunk el. Minderről kiterjedt párbeszéd folyik, a tudományos fogalomhasználatra mint kulturális kérdésre I. Laki (2007).

egzakt modell-képesség felé kell vezetnie (Csányi, 2007) – s jól láttuk, hogyan távolodunk ettől a zebrahalak kapcsán, és mekkora tétje van annak, hogy miként fogalmazunk egy egyszerű kísérleti eredmény bemutatásakor.

És most csak egyetlen ösvényt jártunk be, amely a „fogalmi bizonytalanság” kérdése felé vezet minket. Provokatívnak tűnhet, ha azt állítom, hogy a bemutatott veszélytípusokat jóval súlyosabbnak gondolom, mint a kirakatban és szem előtt lévő, zajos (és eltúlzott) *hamis hírek* („fake news”) és *igazság utáni világ* („post truth world”) narratíváit. Ezek kétségkívül jelen vannak és hatnak, mert nemcsak a szövegtartalommal, hanem a tudatosan „infodémikus” fogalomhasználattal is folyamatosan aláaknázzák a jelentéscsere és az azon keresztül kialakuló megértés, koordináció és bizalom struktúráit, gyengítik a megértő erőt. Ezt azonban egy hatalmas öntisztulási képességű információs ökoszisztéma részeként teszik, amelyben a személyes tapasztalat-mozzanatok jelentéscsere-milliárdok révén formálódnak újra és újra közös tudássá, megoldó értéké – a szélsőségesen zártan tartott nyilvánosság-kisvilágok kivételével ezért mondja ki mindig a valóság, és nem a média az utolsó szavakat.<sup>13</sup>

A tudomány azonban épp azáltal emelkedik a popperi „harmadik világba”, hogy logikai rendje és módszere hatékony eszközt biztosítanak számára ahhoz, hogy a valóságról, az „első világról” szerzett értesüléseket kifejezhetővé és feldolgozhatóvá tévő nyelvi közvetítettség „második világból” még tovább vezessen: az objektivitásra törekedve elkerülje az érdekalapú értelmezési és befolyásolási játszmákat, száműzze a szubjektivitást, és eldönthetővé tegyen kérdéseket, magára a nyelvre is reflektálva. De vegyük figyelembe, hogy valójában nem is „a” Tudomány teszi mindezt, hanem a tudományos életet alkotó kisebb-nagyobb létszámú diskurzusközösségek, amelyek tagjai nehezen tudják magukat függetleníteni attól, hogy identitásuk alaprétegeiben a szülő, a gyermek, a barát, vagy akár a civilizáció jövőjéért aggódó polgár is egyidejűleg jelen van. Ezért van az, hogy a metilgyökök, a kvazárok, vagy a fosszilizálódott csigaház-görbületek vizsgálatakor fel sem vetődik, a két identitás ne volna szétválasztható. Ha azonban olyan kérdések kerülnek terítékre, mint az ember-gép viszony, vagy a digitális kultúra hatása a gyermeki elmére, viselkedésre és lelki higiéniére, esetleg a klímaváltozás antropogén tényezőinek kérdésköre, ez a távolságtartás már jócskán megnehezedik, és a cselekvésválasztások alapjául szolgáló tudományos narratívák sokkal könnyebben diszkreditálhatóak. A válaszokra és bizonyosságokra éhes közgondolkodásban pedig szép lassan összecsiszódik a második világból származó „véleménybeszéd” a forrással, forráskritikával, érvelésszerkezettel, igazságértékkel tusakodó, szakadatlanul a kétségekre és a tisztázatlanságokra figyelmeztető, állításaival az igazolhatóságra törekvő, de a cáfolhatóságnak is utat hagyó popperi „harmadik világ” robotosainak szigorú szakmai követelményekkel keretbe foglalt eredménytermékeivel. Ha a tudomány elveszti a szerepéből fakadó igazodási pont természetét, akkor tényleg baj van. Ez a tétje a fogalmi bizonytalanság korának is.

<sup>13</sup> Ezt a szempontot sokkal részletesebben járom körül egy hamarosan megjelenő könyvben (Z. Karvalics, 2020).

## A fogalmi bizonytalanság mint életérzés<sup>14</sup>

A nyelv csodálatos sajátossága, hogy a valóság fogalmilag még meg nem ragadott darabjait, összefüggéseit is kezelhetővé, leképezhetővé, elképzelhetővé és valaminek megfeleltethetővé képes tenni pusztán a megnevezés hatalma által. Ehhez leggyakrabban a jelentéseknek már ismert tartományait felidéző szavakból konstruál új kifejezéseket, azonosíthatóvá és kölcsönösen (de)kódolhatóvá téve egy fontossággal bíró új jelentést hordozó nyelvi elemet (jellemzően: szószerkezetet) mint innovációt.

És pontosan ugyanígy működik a nyelv mechanizmusa az egyre nagyobb pontosságú és felbontású megismerésre kondicionált tudományban is. Az új értelmi mintázatok megértését számos eszköz támogatja (gondoljunk csak a vizuális megjelenítésre, a táblázatos rendszerezésre, a modellezésre), de diskurzusképesé, folytathatóvá, ráépülő felismerések forrásává mindezek csak megfelelő fogalmi reprezentációval válnak. Az alkalmi vagy tudatos neologizmusoknak aztán az a sorsuk, hogy ha sikeresek, akkor előbb-utóbb, egy ingadozó használattal jellemezhető szakaszt követően, olykor rivális kifejezésekkel vívott harc után pontosságra és egyértelműsége törekvő szakszóvá, kötött jelentésű *terminus technicussá* válnak. Ekkortól szigorú definíciókkal vonulnak be a szakmai, majd (ha a tudomány határain túl is hódítanak, mert olyan sokakhoz szóló lényeges tartalmat hordoznak) az általános célú szótárakba. Érvényességük egészen addig tart, amíg nem válik szükségessé a valóság érintett tartományának ismételt fogalmi újrarahuzalozása: amíg a kifejezés jól képes egyidejűleg kezelni a csakis általa hordozott egyediséget (a *különbségeket* más, együttesen jelentéshálózatokba szerveződő kifejezésekhez képest) és *azonosságokat*, az adott jelentést más jelentésekkel összekötő közös mozzanatokot és képzeteket.

Ez a jelentésfejlődési-jelentésváltozási ritmus és logika rettenetesen bonyolulttá vált azzal, hogy (hál' istennek) sokcsatornássá lett a diskurzus. Ugyanannak az érintett valóságtartománynak ugyanis folyamatosan születnek egyidejűleg érvényes hétköznapi, művészi és spirituális reprezentációi, és ezek – jobb esetben – kölcsönösen igyekeznek is egymásra reflektálni, egymás fogalmi megoldásait alkalmazni vagy éppen vitatni. De többcsatornássá vált a tudományos kommunikáció is, részben az interdiszciplinaritás szélesedő közlekedőedényein keresztül, részben avval, hogy népszerű-ismeretterjesztő vagy oktatási tartalomként más társadalmi és nyelvi regiszterekbe is jelentőséggel bírva jutnak el a kutatók céhes jellegű fogalmi innovációi.

Mindezzel azonban Janus-arcúvá vált a nyelvi innovációs- és nyelvhasználati tér. A sokszempontúság és sokszereplősség még alaposabb, még óvatosabb szembesüléseket és újragondolásokat igényel a tudományos közélet meghatározó szereplőitől, és eközben friss, kreatív, izgalmas új metafora-tartományokat nyit meg a villámgyorsan termelő új jelenségvilágok sikeres fogalmi megragadásához. Ám a másik oldalról pusztító eróziós

<sup>14</sup> A következő szakaszok a Magyar Szociológiai Társulatnak *A bizonytalanság szociológiája* címmel rendezett konferenciáján (ELTE TáTK, 2015 november 21.) elhangzott előadásból származnak. Hankiss Elemérnek a „fogalmi huzatossággal” kapcsolatos gondolatairól mondtam már közltem itt: Z. Karvalics (2017:20-21). Egy bekezdést ott is szerepel, itt kicsit kibővítve ismétlem meg.

folyamatok indulnak el azzal, hogy alternatívvá válik a fogalomértelmezés, és ezzel összefüggésben parttalanná, ellenőrizetlenné, szabályozatlanná a fogalomhasználat. A közkézen forgó, részben már folklorizálódott kifejezések és az egy kifejezésre eső alternatív használatok óriási száma miatt ugyanis erősödik a diskurzusképtelenség: a tárggyal foglalkozó egyre több kutatónak életideje egyre nagyobb részét kellene nyelvi-fogalmi tisztázásra, kritikára, értelmezésre fordítania magának a diskurzusnak az építése helyett.

S noha a nyelvnek az öntisztuló képesség is meghatározó sajátja, és a kölcsönös megértést már fenyegetni kezdő helyzetekben megfelelő mechanizmusokkal rendelkezik ahhoz, hogy szükség esetén megszüntessen kétértelműségeket vagy felesleges polyszemiákat, a tudományos nyelvhasználatban ennek a képességnek az érvényesülésére számos tényező és ellenerő tud fékező hatást gyakorolni.

A Fogalmi Bizonytalansággal (mostantól nagybetűvel) természetesen együtt lehet élni. Nem akadály a annak, hogy új narratívák épüljenek és emelkedjenek fel, s ki-ki a saját diszciplináris kertjeinek művelése közben, magas szabadságfokkal és autonómiával, a maga ízlése szerint gyomláljon és vessen, rendezgessen terminológiai ágyást, vagy növesszen fogalmi virágokat. Eközben feltétlenül érdemes szembesülni azzal, hogy valójában milyen árat fizet mégis a tudományos közösség a Fogalmi Bizonytalanság-sújtotta területeken:

- Az új tudás létrejötte inkább individuális és nem kollektív erőfeszítések eredményeként születik meg, a diskurzus sodrában közösen fejlesztett jelentések helyett párhuzamos „kis világokba” szorítva az érintett kutatókat, felesleges jelentéstisztázó viták tömegét generálva.
- Az interdiszciplináris párbeszéd esélye csökken, mert a saját tudományszakokban meghonosodott értelmezéseket előbbre valónak tartva nehezebb a felfedező-megértő módban végig vitt közeledés más területek szótáraihoz.
- A neologizmusok egyre kevésbé szolgálják a megismerésben történő előrelépés nyelvi támogatását, sokkal inkább a tudományos figyelemgazdaságban próbálják hídfőállásokhoz juttatni megalkotóikat.
- Rosszabb a kutatói közérzet.
- Nagy tér nyílik a „tudományos imposztoroknak”, akik a VUCA világában rendre és működő kontextusokra vágyó, tájékozódó elmékben talmi magyarázatpótlékokkal, felesleges és félrevezető szóalkotásokkal keltik a megértés illúzióját.

S ami a legfájóbb: sok kutató sáfárkodik rosszul azzal a felelősséggel, amely az eredmények társadalmi hasznosítását, megosztását, a mindennapok jobb megértését támogató disszeminációs küldetésből fakad. Ha ugyanis a tudomány csarnokaiban más társadalmi regiszterek számára is jelentés-teli területeken marad kezeletlenül a Fogalmi Bizonytalanság, úgy viselkedik, mint Pandora szelencéje.

Kifejezéseket felkap és magához idomít a politika nyelvi boszorkánykonyhája, bekerülnek a tudományos ismeretterjesztés áramába, egészen az iskolában tananyaggá párolt ismeretekig. S mindez közben végletekig mediatizáltan és eltorzítottan történik, hiszen az adott jelenségekre reflektálva nyelvi megoldásokhoz nyúló cikkek fő- és alcímei mögött nem a fogalmi tisztaságra való törekvés éthosza, hanem az olvasói figyelem megragadása és az érzelmi hatáskeltés áll. Mindez ugyanakkor érthető és részben elfogadható, hiszen a

hétköznapi nyelvi mókuskerekében szükségszerűen a legáltalánosabb értelemben dekódolt jelentések forognak. Csakhogy a helytelen kifejezésekre épülő helytelen értelmezések, amelyek ráadásul a „bevett, elfogadott” jelentések köntösében hódítanak, könnyűszerrel válnak hamis tudati konstrukciók, megtévesztő morális pánik-üzenetek, összeesküvés-elméletek és manipulációs sémák segédcsapataivá. S amikor azzal szembesülünk, hogy a nyilvánosság áramában meggyötört és elhasznált kifejezések visszaszivárognak a diszciplináris szótárakba, a kritikai pozícióra érzéketlenül, a belső terminológia-történettel való összevetés szándéka és az átfogóbb fogalmi térbe való illeszkedés megfeleléségének vizsgálata nélkül, akkor keseredünk el igazán.

Rossz pillanatainkban sem szűnhetünk meg azonban tudatosítani, hogy mindez a tudományos nagyüzem árnyékvilágához tartozik: a napfényben elképesztő tempóban zajlik az új tudások termelése, a tudományközi hibridek gyarapodása, elavuló ismeretek szakadatlan pontosítása és újraírása, sőt *a tudományművelés társadalmasítása és tömegesítése* (erről újabban: Z. Karvalics, 2019b és c).

Ha van kihívás, ami miatt érdemes kisebb csatákba szállni a Fogalmi Bizonytalansággal szemben, akkor az éppen ez: ha megszüntetni nem is tudjuk,<sup>15</sup> de az emberek és szövegek számának növekedését ne azokkal arányosan kövesse a fogalomhasználati fekete felhő, hanem lehetőség szerint szűkítve termelődjek újra.

---

<sup>15</sup> Nem is akarjuk: a fogalmi bizonytalanság „alaprétege” szükségszerűen jelen van a tudomány-diskurzusokban, a közös és jól működő jelentések a használat során csiszolódnak, ám a világ (a jelentésekkel reflektált valóság) változásai gyorsabbak, mint ahogy azt a nyelvi leképezés követni tudja. Ezért a bizonytalanságnak, akárcsak a végességnek és korlátosságnak, számos termékeny aspektusa létezik. Amivel szemben kardot érdemes rántani, az a túlzás, a pontatlanság és a reflektálatlanság.

**Irodalom:**

- Balogh Zsuzsanna (2020): *MI-t hoz a jövő?* (John C. Havens: Heartificial intelligence – Embracing our humanity to maximize machines, Penguin, 2016), *Műút*, 2020. január 28. <http://www.muut.hu/archivum/34120>
- Bonnet, Frank et al. (2019): Robots mediating interactions between animals for interspecies collective behaviors, *Science Robotics* (4) 28: eaau7897 DOI: 10.1126/scirobotics.aau7897
- Burckhardt Martin – Höfer Dirk (2018): *Minden és semmi – A digitális világpusztítás feltárulása*, Atlantisz, Budapest
- Csányi Vilmos (2007): A természettudományos gondolkodásról, *Magyar Tudomány*, 2: 132–140.
- Frazier Mark (2019): WhereTo and Why – the Co-Evolution of Art, Science, and Technology (A 2019-es B-Futures Forumon, Buenos Airesben elhangzott előadás kézirat-változata. Elérhető: [https://www.researchgate.net/publication/332798044\\_WhereTo\\_and\\_Why\\_the\\_Co-Evolution\\_of\\_Art\\_Science\\_and\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/332798044_WhereTo_and_Why_the_Co-Evolution_of_Art_Science_and_Technology); a magyar fordítása megjelenés előtt áll az *Információs Társadalom* című folyóiratban)
- Laki János (2007): A tudomány mint nyelv és mint kultúra, *Magyar Tudomány*, 2: 141–148.
- Marras, Stefano – Porfiri, Maurizio (2012): Fish and robots swimming together: attraction towards the robot demands biomimetic locomotion, *Journal of the Royal Society Interface* 22 February <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsif.2012.0084>
- Tóth, Tünde (2020): Életünk a kínai szobában II: *Kiszera Méra*, *Szabad Piac* 1: 64–72.
- Z. Karvalics László (2015): Mesterséges intelligencia – a diskurzusok újratervezésének kora, *Információs Társadalom* 4:7–41.
- Z. Karvalics, László (2017): *Informatorium – Szó-kalauz a kortárs információs kultúrához*, Tinta Kiadó
- Z. Karvalics László (2019a): Mellékutakra vezető boldog botorkálások értelméről (Recenzió Martin Burckhardt és Dirk Höfer: *Minden és semmi – A digitális világpusztítás feltárulása* című művéről) *Információs Társadalom* 2: 108–118. <https://dx.doi.org/10.22503/inftars.XIX.2019.2.6>
- Z. Karvalics László (2019b): Students doing and producing science – *The missing last mile in digital science pedagogy*, *Opus et Educatio* 4: 414–425.
- Z. Karvalics László (2019c): A tudományművelés és a tudományokban való jártasság, mint emberi jog – Egy arkhimédészi pont azonosítása, *Acta Humana* 3:119–135.
- Z. Karvalics László (2020): Az infodémiától a tudáskormányzásig – Világjárvány és világszisztéma információkutatói szemmel (megjelenés előtt)