

MÉRŐ LÁSZLÓ – PÓKA TÜNDE

TUDÁSUNK HATÁRAI: A VÉLETLEN MATEMATIKÁJA ÉS PSZICHOLÓGIÁJA

■ Az élesen ateista angol biológus, Richard Dawkins írta: „Isten létezik, ha másképp nem is, olyan mém formájában, amelynek az emberi kultúra kínálta környezetben nagy túlélési értéke vagy fertőzőképessége van.”¹ Mostani témánk szempontjából leegyszerűsíthetjük ezt a gondolatot így: Isten létezik, hiszen tudunk beszélni róla. Ugyanebben az értelemben kijelenthetjük azt is, hogy véletlen létezik, hiszen tudunk beszélni róla. Egyik kijelentés sem mond semmit sem arról, hogy Isten, illetve a véletlen valóban létezik-e a fizikai világban.

A pszichológia tudománya az ember mentális folyamatait és viselkedéseit kutatja, így természetesen módon területéhez tartozik az istenhit vagy a véletlenben való hit kutatása is. Isten esetében itt nem fogunk beszélni arról, hogy miképpen tudunk beszélni róla, bár az istenhit pszichológiai kutatásában elért eredményekről később fogunk ejteni néhány szót. Ugyanez a helyzet jelenlegi témánkkal is, a véletlennel, azaz a különbséggel, hogy ezzel kapcsolatban fogunk beszélni arról is, hogy miképpen tudunk beszélni róla, például miképpen ragadja meg a matematika, a fizika vagy a biológia ezt a fogalmat. Emellett a véletlen esetében azt is elemezzük, hogy miféle mentális folyamatok és viselkedések kapcsolódnak hozzá – ez a véletlen esetében bizonyos értelemben egyszerűbb, mint Isten esetében, mert a véletlen semelyik emberi kultúrában sem számít szakrális dolognak (van, amelyikben Isten sem, például a



**Ahogy lehet hinni
Isten létezésében és
Isten nemlétezésében
is, hasonlóképpen lehet
hinni a véletlen
létezésében és
nemlétezésében is.**

buddhizmusban). Mindkét esetben érvényes, hogy az ilyen kutatásokból egyetlen dolog garantáltan nem fog kiderülni: az, hogy létezik-e Isten, illetve létezik-e véletlen.

Ahogy lehet hinni Isten létezésében és Isten nemlétezésében is, hasonlóképpen lehet hinni a véletlen létezésében és nemlétezésében is. Vannak-e dolgok, amelyek csak úgy, minden ok nélkül léteznek vagy megtörténnek, vagy mindennek van valami oka? Az istenhit és a véletlenben való hit csak nagyon enyhe korrelációban áll egymással, például az isteni gondviselésben való hiten keresztül. Másfelől vannak szakmák, amelyek művelőire inkább a véletlenben való hit vagy éppen annak hiánya jellemző, miközben az istenhit tekintetében nincsen közöttük érdemi különbség.

Amikor az ember mérnököknek tanít pszichológiát, először is arról kell meggyőzni őket, hogy ha valaki megy az utcán, és a fejére esik egy téglá, lehet, hogy ő maga is tehet róla. Lehetséges, hogy nem akart észrevenni néhány árulkodó jelet, ami pedig utalt a baleset lehetőségére. Még az is lehet, hogy explicit figyelmeztetéseket is a tudattalanjába száműzött. A mérnökhallgatók többségét arról kell (és nehéz) meggyőzni, hogy nem biztos, hogy teljesen véletlen, hogy éppen az illető fejére esett a téglá. A pszichológushallgatók többségének ez eleve magától értetődő, erre a szakra általában olyanok jönnek, akiknek ez a gondolat egyáltalán nem idegen. Őket arról kell (és nehéz) meggyőzni, hogy a baleset lehet tökéletesen véletlen is; lehet, hogy az áldozat egyáltalán nem tehet róla, csak pechje volt.

A véletlen definíciója

■ Véletlen az, amit nem lehet kiszámítani. Ez így eléggé pongyola definíciónak látszik. Mi az, hogy nem lehet? Oké, mostani tudásunkkal talán nem lehet, de a tudomány fejlődése idővel mégis lehetővé teheti, hogy kiszámoljuk a dolgot. És egyáltalán, mi az, hogy kiszámítani? Milyen pontossággal akarjuk kiszámítani azt a valamit? Nem lehet, hogy bőven elegendő bizonyos pontossággal meghatározni, és akkor senkit sem zavar, hogy talán lehetne pontosabban is, de valamiért nem megy.

Lehet, hogy ez a rövid definíció ezer sebből vérzik, de matematikai fogalomnak nagyon jól bevált. Amikor az 1600-as években Blaise Pascal elkezdte kidolgozni „a véletlen matematikáját” (amit ma valószínűségszámításnak nevezünk), még valóban eléggé homályos volt a fogalom, erről remek gondolatmenetet olvashatunk Rényi Alfréd könyvében.² Az idők során kiderült, hogy a valószínűségszámítás egy teljes értékű matematikai diszciplína, amelynek műveléséhez és alkalmazásához a fenti kérdésekkel egyáltalán nem szükséges foglalkozni.

Rényi Alfrédnek csak 49 év adatott meg ezen a Földön. A temetésén Erdős Pál, Rényi közeli barátja és munkatársa ezzel kezdte a beszédét: „Az emberélet egy valószínűségi változó.” Ezen a jelen levő nem matematikus hozzátartozók és barátok eléggé felháborodtak, micsoda illetlen, profán hangvétel. A jelen levő matematikusok könnyekig meghatódtak ezeken a szavakon. Az ő nyelvükön Erdős azt fejezte ki nagyon szépen, hogy „mindnyájan Isten kezében vagyunk”.

Rényi Alfréd egyik híres mondása: „Aki azt mondja, nem szereti a matematikát, az tulajdonképpen azt mondja, nem szeret gondolkodni.”³ A mi szempontunkból ez a gondolat azért érdekes, mert a matematikus első szerző a lelke mélyén tökéletesen egyetért vele. A pszichológus második szerző ezzel kapcsolat-

ban felhozza azt a folklórtörténetet, amikor a jó tündér felajánlja egy kislánynak, hogy teljesíti három kívánságát. A kislány első kívánsága: „Ne legyen többé matok!” Mire a jó tündér: „Teljesítve. Nincs több kívánságod.”

A pszichológia művelése nem igényel matematikai vénát, noha absztrakt gondolkodást nagyon is. A matematikusból pszichológiai kutatóvá vált első szerzőnek be kellett látnia, hogy a matematika szigora a pszichés folyamatok leírására alkalmatlan eszköz. Ez azonban nem akadályozta annak, hogy a nem racionális mentális folyamatokat és viselkedéseket is tisztán tudományos eszközökkel vizsgáljuk. A hit kutatása például igen látványos eredményekre vezetett. Néhányat dióhéjban bemutatunk, mert szükségünk lesz rájuk, amikor esszénk végén rátérünk a véletlen pszichológiájára.

A hit ereje

■ Amikor egy új gyógyszert tesztelnek, mindig végeznek placebovizsgálatokat is. A gyógyszerkutatások esetében a placebohatást le kell vonni a gyógyszer hatásából, és ha ezután is marad valami gyógyító hatás, azt már csak a gyógyszer hatóanyaga okozhatja. A placebo hatása viszont önmagában is nagyon bonyolult, sokféle körülménytől függ. Még a „gyógyszer” árától is: a drága placebo jobban gyógyít, mint az olcsó. Önmagában is érdekes kérdés, hogy mitől hat a placebo?

Erre a kérdésre mindmáig nincs egzakt tudományos válasz. A gyógyulásban sok minden játszik szerepet: a beteg tudatosítja magában, hogy beteg, elmegy az orvoshoz, az orvos odafigyel rá, megvizsgálja, tanácsokat ad, gyógyszert ír fel, a beteg fizet az orvosságért, felveszi a beteg szerepét, az előírt időben beveszi a gyógyszert, meg akar gyógyulni. Emellett minden bizonnyal szerepet játszik a hit is, a hit az orvosban, a hit a gyógyulásban, a hit magában a gyógyszerben, és akár a hit Isten segítségében is. Mindezek az sem változtat, ha a gyógyszer valójában placebo.

A placebo hatásában az a furcsa, hogy sokszor nemcsak eredményében, de folyamatában is nagyon hasonlít a valódi gyógyszer hatásához.⁴ Például a fájdalomcsillapításra adott placebo nagyjából ugyanannyi idő alatt hat, mint a hatásos gyógyszer. Ez azt mutatja, hogy a placebónak valódi élettani hatása is van. Az immunrendszer nem teljesen önállóan, csak úgy magától működik, hanem az idegrendszer is vezérli a működését.⁵ Például a depresszió blokkolhatja az immunrendszer működését; alighanem ezért gyakoribbak a daganatos megbetegedések a depressziósok között. Az érem másik oldala: a placebohatás még a konditeremben is tud működni.⁶ Azok, akik placebooszteroidot kaptak, több izmot pakoltak magukra, s így erősebbek lettek a kutatás végére, mint akik semmit sem kaptak.

Ha valaki hisz abban, hogy meggyógyul, az pozitívan befolyásolhatja az állapotát, míg ha abban hisz, hogy semmi és senki nem segít rajta, az nocebóként hathat (ami negatív placebohatást jelent), és akár a végzetét is jelentheti.⁷ Ha például valaki hisz az ima erejében, ezzel is sikerrel ösztönözheti az immunrendszerét a betegség leküzdésére. Sőt ebből a szempontból az is mindegy, hogy ki mondja az imát, maga a beteg, egy pap vagy akár maga az orvos. Egy felmérés szerint az amerikaiak 64%-a úgy gondolja, hogy az orvosnak együtt kell imádkoznia a betegével, ha az úgy kívánja, és csak 27% tagadja ennek fontosságát. Európai szemmel ez afféle tipikus amerikai naivitásnak tűnik, de egyáltalán nem biztos, hogy igazunk van.

A tudományba vetett hit éppoly sikeresen ösztönözheti az immunrendszert a betegség leküzdésére, mint bármilyen másfajta hit. Akinek megadatott a tudományba vetett hit, annál ez szerencsésen kombinálódhat a tudomány tényleges, vitathatatlan eredményeivel, például a bizonyítottan hatásos terápiákkal és gyógyszerekkel.

Az orvosba és a terápiába vetett hit és a beteg egyéb (például vallásos) hite nem feltétlenül mond ellent egymásnak.⁸ Az istenhívő beteg is elfogadhatja, sőt igényelheti az orvosi beavatkozást, és ennek hatásából semmit sem von le, ha az eredményt Isten jóságának tulajdonítja. Ha pedig az orvosi beavatkozás eredménytelen, még mindig választhat: beletörődhet és elfogadhatja Isten büntetéseként, ez esetben könnyebben nyugszik bele sorsába, jóllehet előfordulhat, hogy azt valójában egyfajta nocebohatás okozza. Vagy kereshet másik orvost vagy másfajta terápiát, amelyhez szintén Isten vezérelte. Hívóként könnyebb élni és könnyebb meghalni is.

Még egy fontos szempontot említünk itt meg, ezt már részletesebb magyarázat nélkül. Pszichológiai szempontból a hit (beleértve az istenhitet is és az ateista hitet is) egyfajta direkt percepciónak tekinthető.⁹ Ezért a hit tárgya esetében nem érezzük szükségesnek a racionális indoklást vagy levezetést, hiszen „látjuk”.

A véletlen matematikája

■ A matematikában a valószínűségszámítás önálló diszciplínává vált. Műveléséhez vagy alkalmazásához elegendő ismerni a definíciókat és néhány matematikai tételt, ami ezekből a definíciókból következik, és egyáltalán nem szükséges foglalkozni azzal, hogy létezik-e egyáltalán véletlen, vagy hogy mi okból nem tudjuk kiszámítani azt, amire a diszciplínát alkalmazzuk. Illusztrációként a valószínűségszámítás könyvtárnyi irodalmából¹⁰ csak három egyszerű példát említünk meg: a biztosítás esetét, a nagy számok törvényeit és a Monty Hall-problémát.

A **biztosítás**¹¹ igen régi fogalom, már az ősi Babilonban is lehetett biztosítást kötni. A babiloni biztosítók sok szempontból hasonlóan működtek, mint a maiak. Nem érdekelte őket a katasztrófák, veszélyek megtörténésének oka, csupán az, hogy mennyi hajó száll tengerre, mennyi tér közülük épségben vissza, mennyi hajó után kell kártérítést fizetniük. Úgy gondolták ugyanis, hogy a hajós úgyis mindent megtesz azért, hogy ne érje baj, végül is ő viszi vásárra a bőrért, nem a biztosító irodáiban üldögélő hivatalnokok. Ha a hajós minden óvintézkedést megtett, ami emberileg megtehető, akkor már a magasabb hatalmak kezében van a sorsa, az már emberi eszközökkel nem befolyásolható – az ilyesmit a legjobb, ha véletlen eseményként kezeljük. A biztosítás éppen arra való, hogy ne legyünk teljesen kiszolgáltatva a hatalmunkon kívül eső eseményeknek. A biztosítók matematikusai igen kiterjedten használják azt a matematikai apparátust, amit a nagy számok törvényeinek neveznek.

A **nagy számok törvényei** jól szemléltethetők a véletlen bolyongással. A véletlen bolyongás azt jelenti, hogy valaki, mondjuk egy részeg ember mindig teljesen véletlenszerűen lép egyet jobbra vagy balra. Kérdés, hogy ilyen feltételek mellett előbb-utóbb hazajut-e – feltételezve persze, hogy az otthona abban az utcában van, amelyben éppen tántorog. Nos, az ember naivan azt gondolná, hogy ha induláskor eléggé messzire van az otthontól, akkor valószínűleg sohasem fog hazajutni, mivel mindig a kiindulási pont körül fog tántorogni kisebb-nagyobb

kilengésekkel. Ez azonban tévedés. Matematikai példában persze eltekintünk olyasmitől, hogy részegünk idővel majd csak kijózanodik. De a nagy számok törvényéből ez esetben az következik, hogy előbb-utóbb biztosan hazajut.

Ez nemcsak akkor érvényes, ha emberünk végig csakis egy egyenes mentén tántorog jobbra-balra. Ha keresztutcák is vannak, és azokon is elfordulhat, azaz a tántorgását nemcsak egy, hanem két dimenzióban végzi, akkor is előbb-utóbb biztosan hazajut, akármilyen messzire lakik is. Ha viszont már emeletek is vannak, azaz a séta három dimenzióban történik, akkor távolról sem biztos, hogy részegünk valaha is hazaér. Erre az esetre már a nagy számok törvényei közül egy másik bizonyul érvényesnek. E törvény szerint még ha részegünk történetesen a szomszéd ház első emeletén lakik is, akkor is $1/3$ fölött van a valószínűsége annak, hogy soha az életben nem ér haza,¹² bolyonghat az idők végezetéig a három dimenzióban.

A nagy számok törvényeinek alkalmazására egy másik példa: a második világháborúban az angol matematikusok arra voltak kíváncsiak, hogy London bombázása során a németek konkrét célpontokat igyekeznek-e eltalálni, vagy csak London általános terrorbombázása volt a céljuk. Látszólag lehetnek kiemelt célpontok, hiszen London bizonyos területeire sokkal több bomba hullott, mint más területekre. A véletlen törvényeinek segítségével azonban kiderült, hogy ilyen kiemelt célpont nem létezett. Ennek ismeretében az angolok inkább magát a várost próbálták védeni, és nem konkrét célpontokat.

A nagy számok törvényei bizonyos értelemben csupán csak megerősítik azt az ősi tudást, hogy a szerencse vak. Amit ehhez hozzátesznek, az mindössze annyi, hogy noha vak, azért valamennyire mégiscsak kiszámítható. E cikk első szerzőjének nagyapja szokta volt mondani, hogy mindig legyen nálad egy sorsjegy, hogy ha a szerencse be akar jönni hozzád, akkor ne találjon zárt kapukra. Nem kell hinni benne, nem kell ennél többet tenni a kegyeiért, nem is érdemes, de ennyit azért tegyél meg. A nagy számok törvényei a maguk absztrakt módján ugyanezt mondják a matematikussá lett unoka számára.

A Monty Hall-probléma¹³ a nagy számok súlyos matematikai törvényei után inkább csak egy kis divertimento, de jól mutatja, hogy a valószínűségszámítás gondolkodásmódja mennyire ellentétben állhat a hétköznapi intuíciónkkal. Az 1970-es években a matematikai folklórban viharos sebességgel elterjedt egy feladat, amely egy amerikai tévévetélkedőbe is megtalálta az útját (ennek címe volt Monty Hall).

A vetélkedőben győztes játékost három ajtó elé vezették. Az egyik mögött egy igen értékes nyeremény volt, a másik kettő mögött semmi. Miután a játékos kiválasztott egy ajtót, a játékvezető még nem nyitotta azt ki, hanem ezt mondta: „Mindnyájan tudjuk, hogy a másik két ajtó közül legalább az egyik mögött nincs semmi. Nos, én most kinyitom az egyiket.” Ezután kinyitotta az egyik ajtót, és mindenki láthatta, hogy ott nincs semmi. Ezután a játékvezető így szól: „Kedves játékos, ha úgy érzi, most még meggondolhatja magát, és választhatja mégis inkább a másik ajtót.”

Az emberek többségének válasza: „Dehogy váltok!” A játékvezető azzal, hogy kinyitott egy ajtót, semmilyen új információt nem adott, hiszen úgyis tudtam, hogy a két másik ajtó közül ki tud nyitni egy olyat, ami mögött nincs semmi, és azt is tudtam, hogy a játékvezető tudja, hol van a nagy nyeremény. A megmaradt két ajtó között az esélyek egyenlőek, vagy itt van a nyeremény, vagy ott. Megütne a guta, ha váltanék, és kiderülne, hogy ezzel elléptem a nagy nyereménytől. Kevésbé üt meg a guta, ha nem váltok, pedig kellett volna.

A matematika nem ezt mondja. A valószínűségszámítás segítségével kiszámolható, mekkora az esély a nyeresre, ha váltunk, illetve, ha nem váltunk. A számolás eredménye az, hogy ha nem váltunk, akkor egyharmad eséllyel nyerünk, ha viszont váltunk, akkor kétharmad eséllyel. De miért higgye el ezt az eredményt az, aki nem ért a matematikához? Egy matematikus is tévedhet.

Tényleg, miért nőtt duplájára a másik ajtó esélye, amikor a játékvezető nyilvánvalóan nem adott semmiféle érdemi információt? Úgyis tudtuk, hogy olyan ajtót fog kinyitni, ami mögött nincs semmi. Kezdetben egyenlő volt mindhárom ajtó esélye, mitől változott volna ez meg, mitől lenne most a még játékban levő két ajtó esélye különböző?

A valószínűségszámítás Bayes-tétele erre magyarázatot ad, de nem matematikus számára ez nem érthető, és még a matematikusok sem egykönnyen látják át, e cikk első szerzője például annyira nem hitt benne, hogy el is rontotta a számítást sok évvel ezelőtt. Egyetlen utat sikerült találnunk, amelyen a pszichológushallgatók is átlátják, miért érdemes váltani.¹⁴ Ha a gyakorlatban kipróbálják a helyzetet, sokszor megismételve, akkor egy idő után világossá válik számukra, miért érdemes váltani. A delikvens rájön arra, hogy ha nem vált, akkor abban az esetben fog nyerni, ha egyből eltalálta a nyerő ajtót, ha viszont vált, akkor abban az esetben fog nyerni, ha egyből *nem* találta el a nyerő ajtót. Márpedig az ember csak az esetek egyharmadában találja el egyből a nyerő ajtót, és az esetek kétharmadában nem. Néhány órás gyakorlati játék után a pszichológushallgatók a saját szavaikkal korrektül el tudják magyarázni, miért kell váltani – igaz, így sem fogja megérteni, aki maga nem próbálta ki.

A véletlen matematikájában gyakoriak az olyan gondolatmenetek, amelyek annyira ellentmondanak a hétköznapi intuíciónknak, hogy a legtöbb embernek csakis egy erős tapasztalat útján tudnak bejutni a fejébe még akkor is, ha önmagukban nem különösebben bonyolultak. Erre kitűnő példa a Monty Hall-probléma.

A véletlen a fizikában

■ A matematika esetében egyáltalán nem kell foglalkozni azzal, hogy mi minden okozhat egy véletlennel tekintett eseményt, erre volt példa a biztosítók esete. Sőt még a Monty Hall-probléma esetében is a legjobbnak az bizonyult, ha úgy tekintettük a nagy nyeresemény helyét, mint egy a mi számunkra véletlen eseményt, noha például a játékvezető számára egyáltalán nem volt az.

A fizikában is sokáig hasonló módon tekintettek a véletlenre. Ezzel kapcsolatos Einstein híres mondása, amikor a kvantummechanika épp születőben levő diszciplínáját kritizálta: „*Der Herrgott würfelt nicht*”, azaz az Úristen nem lehet szerencsejátékos. Mai tudásunkkal talán így békíthetnénk meg Einstein háborgó lelkét: Isten valójában mégiscsak egy szerencsejátékos, de ehhez olyan tökéletes véletlent teremtett, amelyet nem teremthetett más, csakis ő. Ezt két példával illusztráljuk: az elemi részecskék és a káosz fizikájának esetével.

Az elemi részecskék esetében a fizikusok a huszadik század elején kénytelenek voltak felismerni, hogy a newtoni fizika a nagyon kicsi, atomnál is kisebb részecskék esetére már nem érvényes, és ezért olyan elméletet építettek fel, a kvantummechanikát, amely arra alapoz, hogy az elemi részecskék mozgása teljesen véletlenszerű. A kvantumfizika ideája szerint a világ látszólag rendezett, szabályszerű jelenségei mögött az elemi részecskék teljesen véletlenszerű tánca húzódik meg. A kvantummechanika tudományának egyik átütő erejű vívmánya

volt, amikor sikerült bebizonyítani, hogy Newton törvényei ebből a furcsa ideából is levezethetők.¹⁵

Ezek után az elektront már nem egy icipici ágyúgolyóként képzeltek el, hanem olyan részecskeként, amely bárhol felbukkanhat, és különböző valószínűségekkel tölti be a tér különböző helyeit. Maga az elektron pedig nem egyéb, mint ezeknek a valószínűségeknek az összessége. Ennek az elméletnek óriási horderejű következményei lettek, az atombombától a számítógépig.

A káosz fogalmáról egy ismeretlen ismeretterjesztő talált szép hasonlatot, és ettől az egész világon divatba jött a káoszelmélet. Megrebbenti egy pillangó a szárnyát Tokióban, és emiatt hatalmas vihar kerekedik New Yorkban – mondta az ismeretterjesztő, és mindenki úgy érezte, hogy most már érti a káoszelméletet, világos, mi az a pillangóeffektus. Pedig Tokióban, akárcsak a hűvösvölgyi Nagyréten, a lepkék állandóan verdesnek a szárnyaikkal, és szerencsére ehhez képest ritkák New Yorkban a tornádók.

A káoszelmélet valójában arra mutat néhány elegáns matematikai modellt, hogy bizonyos esetekben nagyon kis különbségek a kiindulási feltételekben alapvetően megváltoztathatják a végeredményt. Pontosabban: előfordulhat, hogy az elkerülhetetlen pontatlanságok (például a mérési vagy akár a kerekítési hibák) nem kiegyenlítik egymást, hanem épphogy felerősítik egymás hatását – és ez akkor is előfordulhat, ha a kerekítés csupán a tizedik tizedesjegyre vonatkozik. Ha ilyen eset áll elő, akkor egy figyelmen kívül hagyott pillangószárnyrebbenés valóban ellenkezőjére fordíthatja a meteorológiai számítások eredményét. Ettől azonban még aligha állíthatjuk, hogy ez az ártatlan pillangó okozta a vihart, akkor sem, ha nélküle hét ágra süttött volna a nap New Yorkban.

A káoszelmélet azért érdekes, mert felhívja a figyelmet a világ egy kellemetlen tulajdonságára: előfordulhatnak olyan esetek, amikor a számítás pontatlanságát nem a tudásunk hiányosságai vagy méréseink pontatlanságai okozzák, hanem maga a vizsgált dolog szerkezete. Ha egyszer ilyesmibe botlunk, akkor nem segít sem a tudás, sem a pontosabb mérés. Vannak olyan matematikai objektumok, amelyek a szerkezetükből adódóan, elkerülhetetlenül kaotikusak, és ilyen matematikai objektumok rendre elő is fordulnak fizikai modellekben, például azokban, amelyeket az időjárás előrejelzésére használnak. Ha az időjárás (mint természeti jelenség) működése valóban megfelel a káoszelmélet matematikai modelljeinek, akkor sohasem lesz pontosan előrejelezhető. Sőt ez esetben akár-hogyan is fejlődik a meteorológia tudománya, garantáltan mindig is lesznek óriási melléfogások.

A véletlen a biológiában

■ A newtoni világképet nem a valószínűségi számítás fejlődése ingatta meg először, és még csak nem is a fizikáé, hanem a biológiáé. Darwin morva származású kortársa, az osztrák biológus Gregor Mendel kísérletei azt mutatták, hogy az öröklődés a véletlen törvényei szerint működik, és ez az elképzelés a gének felfedezésével teljes mértékben igazolást nyert. A hétköznapi nyelvbe is bekerült a genetikai lottó fogalma.

Hétéves volt e cikk első szerzőjének a lánya, amikor egy lusta vasárnap délután bemászott hozzá az ágyba, odakucorodott, és így szólt: „A te szemed barna, anyáé is, az enyém meg kék. Hát ez hogy lehet?” El kellett neki magyarázni ott helyben a domináns és a recesszív öröklődést, például Mendel kísérleteit a pi-

ros, a fehér, illetve a rózsaszín virágú borsókkal. Meg is jegyezte egy életre. Amikor tíz év múlva az iskolában tanulta, csak legyintett, hogy én ezt már ezer éve tudom, és gondolkodásában azóta is fontos szerepet játszik a genetikai lottó fogalma.

A biológiai lények működésének fontos alapelve a sokféleség, ez alapozza meg a darwini evolúciót, ennek köszönhető, hogy a biológiai lények nagyon jól tudnak alkalmazkodni a külső körülmények változásaihoz. Minden jel arra mutat, hogy a természet a sokféleséget a véletlen alkalmazásával oldotta meg az ivaros szaporodás esetében, de sok más esetben is. Egy másik példa a hangulatok esete.

Az élőlények nem egyszerű fizikai gépek, azonos helyzetekben nem mindig ugyanúgy reagálnak. Már egészen egyszerű élőlények esetében is megfigyelhető, hogy hangulataik vannak, és azok jelentősen befolyásolják a reakcióikat. A biológiai lények esetében nem lenne célszerű, ha minden hasonló helyzetben hasonlóan reagálnának, mert ez a lények adaptivitását rontaná. A természet azáltal a mechanizmussal érte el, hogy a biológiai lények képesek legyenek azonos helyzetekre időnként különböző módokon reagálni, hogy véletlen mechanizmusokat is beépített a gondolkodásukba. Ezeket emberi fogalommal hangulatoknak szoktuk nevezni. A természet (vagy Isten – esetünkben ez most teljesen mindegy) így érte el, hogy az élet ne legyen annyira unalmasan egyhangú, mint a puszta fizikai lét.

A véletlen pszichológiája

■ A káoszelmélet segítségével felfedezett jelenségek nemcsak az időjárásban vagy a fizika egyéb speciális modelljeiben jelenhetnek meg, hanem akár az ember belső világában is. Ingrid Sjöstrand svéd költő *Néha csontvázakról álmodok* című gyerekversében¹⁶ az anya megpróbálja megvigasztalni a gyereket, hogy „csak álom volt”. Mire a gyerek: „Mintha sokat segítene, / hogy a szörnyűség itt belül van / és nem ott kívül.”

Kívülről nézve nagyon mulatságos tud lenni, amikor harmad- vagy negyedéves pszichológushallgatók elemzik a saját tudattalanjukat, már valami alakuló hozzáértéssel, de még csak félig-meddig megértett fogalmakkal. A tudattalanom ezt csinálta, azt gondolja, amazt érzi... Csak egyről feledkeznek el: arról, hogy a tudattalan lényege éppen az, hogy *nem tudunk róla*. És ha a tudattalan is valamiféle olyan dolog, amelyre érvényes a káoszelmélet, akkor nemcsak nem tudunk róla, hanem nem is tudhatunk, legalábbis biztosat garantáltan nem. Márpedig a legújabb kutatásokban sok jel mutat arra, hogy a tudattalan működése is többé-kevésbé megfelelhet a káoszelmélet modelljeinek.¹⁷ Amikor azt mondjuk valakire: olyan szeszélyes, mint az időjárás, lehet, hogy valójában sokkal mélyebb analógiát állítunk fel, mint gondolnánk.

A pszichológiai kutatások azt mutatják, hogy a véletlen létezésének kérdése hit kérdése. Az emberek között nagy különbségek vannak abban, hogy ki mennyire hisz a véletlen létezésében – ennek látványos példája a jelen cikk bevezetőjében látott jellegzetes különbségek a mérnök-, illetve a pszichológushallgatók között. De akár hisz valaki a véletlen létezésében, akár nem, a véletlen fogalma kitűnő eszköznek bizonyult nemcsak tudásunk határainak tágítására, hanem a természet egészen új törvényeinek felfedezéséhez is.

A tiszta, *par excellence* hit pszichológiájának kutatásában fontos terület a véletlenül való hit működésének megértése, mert ebben az emberek között igen nagy variancia található, és itt a szakralitással kapcsolatos emóciók nem torzítják a hit mechanizmusainak működését.

■ JEGYZETEK

1. Richard Dawkins: *Az önző gén*. Gondolat, Bp., 1986. 242.
2. Rényi Alfréd: *Levelek a valószínűségről*. Typotex, Bp., 1994. web: <https://mek.oszk.hu/00800/00859/html/?fbclid=IwAR2C-pqWe-36Is3MCV-fWFx0E6dPeMSq5baKcNBjCKSN8et3f1E2iWbW4>
3. Ezt az idézetet nagyon sok helyen láttam és hallottam, de a pontos forrását nem sikerült megtalálnom. Ld. pl: https://hu.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9nyi_Alfr%C3%A9d
4. Z. M. Medoff –L. Colloca: *Placebo analgesia: understanding the mechanisms*. Pain Management 5(2), 2015 March, 89–96. web: Pain Manag. 2015 Mar; 5(2): 89–96.
5. Köteles Ferenc: *A placebo-válasz*. Medicina, Bp., 2013.
6. Köteles: i. m. 254–257.
7. Csaba György: *A hit gyógyító ereje*. Természet világa 1999. november. web: http://www.lelkititkaink.hu/hit_gyogyito_ereje.html
8. Csaba: i. m.
9. Mérő László: *Az ész segédigéi*. Tericum, Bp., 2019. 218–241.
10. Néhány nem matematikusok számára is jól olvasható, magyarul megjelent klasszikus könyv: Székely J. Gábor: *Paradoxonok a véletlen matematikájában*. Műszaki, Bp., 1982.; Warren Weaver: *Szerencse kisasszony*. Gondolat, Bp., 1979.; Daniel Tammet: *Számokban léteünk*. Európa, Bp., 2019.
11. Székely: i. m.
12. Egészen pontosan: ez a valószínűség $1/e$, ahol $e = 2,71\dots$, más szóval: az e a természetes logaritmus alapszáma.
13. Jason Rosenhouse: *The Monty Hall Problem*. Oxford University Press, 2009.
14. Mérő László: *Mit gondol a golyó?* Tericum, Bp., 2012. 186–190.
15. R. P. Feynman – R. B. Leighton – M. Sands: *Mai fizika*, 4. Műszaki, Bp., 1970.
16. *Ami a szívedet nyomja*. Mai svéd gyerekversek. Tótfalusi István fordítása, Móra, Bp., 2011. web: <http://mek.niif.hu/00300/00303/00303.htm>
17. Mérő László: *A csodák logikája*. Tericum, Bp., 2019. 162–165.

