

VIZUÁLIS REPRESENTÁCIÓK A MEGSZAKÍTOTT EGYENSÚLY KORAI TÖRTÉNETÉBEN¹

BÁRDOS DÁNIEL

Filozófia és Tudománytörténet Tanszék,
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Műegyetem rkp. 3., H-1111 Budapest, Hungary; továbbá
MTA Lendület Értékek és Tudomány Kutatócsoport
e-mail: bardos.daniel@gtk.bme.hu

ABSZTRAKT

A különböző vizualizációs gyakorlatok központi szerepet töltenek be a paleontológia episztemikus gyakorlataiban. A tanulmány azt vizsgálja, hogy milyen szerepet töltött be a vizuális reprezentációk használata a megszakított egyensúly koncepciójának bevezetésekor. A megszakított egyensúly a 70-es években megjelenő, a paleontológia reorientálását célzó paleobiológia egyik legfontosabb korai teoretikus elképzelése volt, ami a fosszilis rekord egy bizonyos tekintetben újfajta olvasatát nyújtotta. Niles Eldredge és Stephen Jay Gould első közös tanulmányában központi szerepet töltöttek be a vizuális reprezentációk: az általuk ortodoxiaként megjelölt filetikus elsősorban gradualizmust sztenderdizált tankönyvi ábrázolások révén támadták. Ez szorosan kapcsolódik Gouldnak a vizualitás tudományban betöltött szerepére vonatkozó nézeteihez. Amellett érvelek, hogy a megszakított egyensúly értelmezhető bizonyos kanonikus ikonokkal, vizuális tradíciókkal történő szakításként.

¹ A tanulmány írása során az MTA Lendület Értékek és Tudomány Kutatócsoport támogatását élveztem. A jelen írás magjául szolgáló disszertációfejezetemhez fűzött hasznos megjegyzésekért szeretnék köszönetet mondani Zemplén Gábornak, Nemes Lászlónak és Szántó Verának. Végezetül szeretnék köszönetet mondani Fehér Márta tanárnőnek, aki bár a tanulmányt nem látta, de az évek során megszámlálhatatlan módon hozzájárult ezeknek a gondolatoknak a megszületéséhez.

1. Ajánlás és bevezetés

A BME egykori Tudományfilozófia és Tudománytörténet Doktori Iskolájában az utolsó évfolyamba tartoztam, akiket Fehér Márta tanárnő tanított. Látása ekkora erősen megromlott, olvasni már nem tudott, így a tanítás során, beszélgetéseink közben csak az emlékeire hagyatkozhatott. Ennek ellenére az évek során felhalmozott tudása, és ami még fontosabb, világlátása, maradandóan befolyásolta gondolkozásomat tudományfilozófiáról, tudománytörténetről, a tudomány és társadalom komplex kapcsolatairól. Évekkel később, sikeres doktori védésem hírére sajnos már pont nem tudtam neki elújságotolni. Doktori disszertációm egy részéből kinövő jelen tanulmányom nem kapcsolódik közvetlenül a Tanárnő munkásságához, bizonyos értelemben mégis úgy gondolom nagyon közel áll hozzá; Stephen Jay Gould munkásságán keresztül ahhoz a humanista tudomány- és tudománytörténet-felfogáshoz kapcsolódik, amit a Tanárnő is a legkövetkezetesebben képviselt nemcsak szakmailag, hanem emberileg is – éppen ezért jelen írásomat a Tanárnőnek ajánlom.

Tanulmányomban Stephen Jay Gould és a megszakított egyensúly példáján keresztül szeretném röviden illusztrálni a vizuális reprezentációknak a többszintű – különböző diszciplináris és nem-szakértői közösségeket is magukban foglaló – viták létrejöttében betöltött szerepét. A megszakított egyensúly (*punctuated equilibria* vagy később *punctuated equilibrium*) a 60-es évek végétől formálódó paleobiológiai mozgalom egyik legjelentősebb teoretikus hozzájárulása a szélesebb értelemben vett evolúciobiológiához. Az elképzelés vizuális reprezentációinak vizsgálata rávilágít arra, hogy egy adott területen dolgozóknak milyen tervezési kérdésekkel kell szembenéznük, amikor az elképzeléseiket támogató grafikus ábrázolásokat kialakítják. Ezek az ábrázolások nem ártatlanok, nem pusztán illusztrálják azt, amit a tudományos szövegekben írásban, állítások formájában megfogalmaznak, hanem olyan új jelentésrétegeket alakítanak ki, amelyek hozzájárulnak a komplex tudományos viták létrejöttéhez.

Tanulmányom 2. fejezetében a vizuális reprezentációkkal kapcsolatos néhány alapvető filozófiai megfontolást, illetve az ezek mögött meghúzódó tudományfilozófiai változásokat veszem szemügyre. A 3. fejezetben a vizuális reprezentációknak az öslénytanban betöltött szerepét tárgyalom: hogyan kapcsolódik a vizualizációs technikák széleskörű elterjedtsége a

paleontológiában és a geológiában azokhoz az episztemikus kihívásokhoz, amelyekkel ezeknek a diszciplínáknak szembe kell nézniük a mély múlt kutatása során? A hallgatólagos tudás Polányi Mihály által adott elemzését használom fel, hogy megmutassam, a különböző vizualizációs technológiák és adatgyakorlatok mögött számos kontextuális, nem explicit gyakorlati tudáselem húzódik meg. Az 4. fejezetben a vizuális ábrázolások egy kategóriáját, a fadiagrammok jelentőségét mutatom be; ezek az evolúció vizualizációjakor sokszor olyan kanonikus ikonként funkcionálnak, amelyek hosszú ideig képesek konceptualizálni bizonyos problémákat a szakértői és nem-szakértői közösségekben. Ezután a kanonikus ábrázolásokkal összhangban az 5. fejezetben Stephen Jay Gould elképzeléseit tekintem át a vizuális reprezentációknak az evolúció felfogásában betöltött szerepéről. A 6. fejezetben esettanulmányom, az Eldredge és Gould nevéhez fűződő megszakított egyensúly történeti kontextusát mutatom be, míg az 7. fejezetben azokat a vizuális reprezentációkat, illetve azokhoz kapcsolódó vizuális érveket, amelyekkel a szerzők a paleontológia reorientálását célul kitűző program keretében bizonyos kanonikus ikonokkal igyekeztek leszámolni.

2. Vizuális reprezentációk szerepe a tudományos gyakorlatokban

A tudományfilozófia sokáig szinte teljesen figyelmen kívül hagyta a vizuális ábrázolások szerepét a tudományos tudás vizsgálatakor, az ezredfordulóig csupán elvétve foglalkozott néhány szerző a témával (Baigrie 1996; Wimsatt 1990). A vizuális reprezentációk az általában implicit feltételezés értelmében a tudományos szöveg által kifejezett propozicionális teoretikus tartalom semleges hordozóiként, a szöveget pusztán illusztráló kiegészítő elemként voltak felfogva. Az elmúlt néhány évtizedben a vizuális reprezentációk különböző tudományos gyakorlatokban való szerepének vizsgálata a gyakorlatorientált tudományfilozófia és a tudomány- és technológiatanulmányok egyik izgalmas területévé vált (Frappier, Meynell, és Brown 2013; Lynch és Woolgar 1990; Pauwels 2006; Coopmans és mtsai. 2014; Mößner 2018). Mi a szerepük a különböző típusú vizuális reprezentációknak, milyen kapcsolatban állnak a nem-vizuális reprezentációkkal? Hogyan járulnak hozzá a sokáig elhúzódó tudományos viták létrejöttéhez? Egyáltalán: miért használnak a tudósok vizualizációs technikákat és ezek eredményeképp előálló vizuális ábrázolásokat? – hogy csak néhányat említsünk azok közül az alapvető kérdések közül,

amelyek a tudományos produktumok gyakorlatorientált elemzése közben felmerülnek.

Jelen tanulmányban a vizuális reprezentáció fogalmát tág értelemben használom, minden nem-szöveges elemet értek alatta; mindazonáltal már maga az a kérdés is filozófiai elemzést igényel, hogy pontosan mi is egy vizuális reprezentáció. Mößner a tudományos vizualizációk négy típusát különíti el: fényképek, képalkotó eljárások, adatvizualizációk és diagrammatikus ábrázolások (Mößner 2018). Tanulmányomban főleg ez utóbbiakkal fogok foglalkozni, anélkül azonban, hogy a vizualizációk bármiféle definícióját vagy taxonómiáját igyekeznék megállapítani.

Mára széles körben elfogadottá vált, hogy az ábrázolások olyan episztemikus objektumok, melyeket ugyanolyan hangsúlyosan kell vizsgálnunk, mint azt a propozicionális struktúrát, amit tipikusan egy tudományos koncepció lényegéként azonosítunk annak rekonstruálásakor. A vizuális reprezentációk sokoldalú interakcióban vannak a szöveg, illetve általában a tudományos kutatás más részeivel.

A reprezentáció magában foglalja a kutatás anyagával való hosszas küzdelmet, hogy ezeket olyan módon rekonstruálják, ami megkönnyíti az elemzést, például a kutatási érdeklődés kódolásával és kulcsszempontjainak kiemelésével és partikuláris koncepciókkal és elméletekkel való összehangolásával (Coopmans és mtsai. 2013, 1).

Episztemikus eszközökként a tudományos argumentáció integráns részét képezik – esetleg bizonyos esetekben maguk is vizuális érvekként funkcionálnak –, valamint a diszciplináris és laikus közönség meggyőzésére irányuló stratégiák központi elemei (Lipphardt és Sommer 2015). Határtárgyakként egyfelől lehetővé teszik a különböző szakértői és nem-szakértői közösségek közti tudástranszfer és kommunikáció, másfelől pedig a több szinten folyó, hosszan elhúzódó viták létrejöttét (Richards 2003). A vizuális reprezentációk azonban nem ártatlanok: a reprezentált dolog bizonyos aspektusait láthatóvá teszik, más jellegzetességeit pedig háttérbe szorítják, esetleg teljesen figyelmen kívül hagyják.

3. A mély múlt vizualizációs technológiái, mint episztemikus eszközök és a hallgatólagos tudás szerepe

A biológiai és élettudományok episztemikus gyakorlataiban kulcsfontosságú szerepet töltenek

be a vizuális reprezentációk (Perini 2013); a mikroszkopikus léptékű entitások és folyamatok láthatóvá tételétől kezdve a botanikai és zoológiai illusztrációkon át a geológiai időben zajló nagyléptékű evolúciós folyamatok megjelenítéséig számos különböző vizualizációs stratégia jellemző az egyes diszciplínákra. Nem kivétel ez alól az életet földtörténeti léptékben vizsgáló paleontológia sem, ami kutatási tárgyának sajátosságaiból kifolyólag – legalábbis a mai diszciplínafelfogásunknak megfelelően – a geológia és a biológia között helyezkedik el. A paleontológia és a geológia történetében a vizuális reprezentációknak és vizuális érveknek mindig is kiemelt szerepük volt (Rudwick 1976; 1988; 2010).

A paleontológia – illetve más történeti természettudományok² – episztemikus szituációja első ránézésre meglehetősen problémásnak tűnik: a mély múlt vizsgálata során rendkívül mértékben töredékes és hiányos adatsorokra kell támaszkodniuk. Ahogy a genetikus Richard Lewontin fogalmaz: „A történelem, és az evolúció a történelem egy formája, egész egyszerűen nem hagy kielégítő nyomokat, különösen amikor maguk az erők kérdésesek (Lewontin 1998, 132).” Egyes filozófusok és tudósok a történeti tudományok episztemikus helyzetét, illetve az ebből következő módszertani sajátosságokat a kísérleti tudományokkal való kontraszttal igyekeztek megragadni (Cleland 2002b; 2011; Turner 2007). Míg a kísérleti tudományok olyan jelenségeket vizsgálnak, melyeket a jelenben meg tudnak figyelni és kísérletek révén aktívan képesek manipulálni, ezáltal saját episztemikus szituációjukon javítani, addig a történeti tudományok pusztán a múltból fennmaradt töredékes nyomokra vannak utalva. Ahogy Carol Cleland írja a kísérleti és történeti tudományok különbségéről:

Alapvető módszertani különbségek vannak a prototipikus történeti tudomány és a klasszikus kísérleti tudomány között a hipotézisek tesztelése tekintetében. (...) Amennyiben érintettek a jelenlegi jelenségek múltbeli okainak megállapításában, a történeti kutatók nem képesek kontrollált kísérletek révén közvetlenül tesztelni a hipotéziseiket (Cleland 2002a, 494).”

² A következőkben az angol nyelvű szakirodalommal összhangban a történeti tudományok (*historical sciences*) kifejezést fogom használni a némileg nehézkes történeti természettudományok helyett. Ugyanakkor fontos hangsúlyozni, hogy – az angol *science* kifejezés jelentéstartományának megfelelően – itt a múltat természettudományos módszerekkel kutató diszciplínákról (például a paleontológiáról, a geológiáról, az archeológiáról vagy akár az asztrofizikáról), nem pedig az emberi történelmet írásos emlékek alapján vizsgáló történettudományról van szó.

Bár az utóbbi időben több filozófus kritizálta a történeti tudományoknak ezt az éles szembeállítását a kísérleti tudományokkal és az ebből kirajzolódó pesszimista képet (Currie 2018; Jeffares 2008), kétségtelen, hogy a paleontológiai kutatások tipikus episztemikus szituációja számos nehézséget rejt magában. Ebből következően a vizuális reprezentációk széleskörű alkalmazása nagyon sokszor elengedhetetlen ahhoz, hogy a vizsgált jelenségek a kutatás során megragadhatóak, kezelhetőek és megjeleníthetőek legyenek; ezek a vizualizációk sokszor a paleontológusok egyetlen hozzáférését jelentik a mély múltat benépesítő entitásokhoz és folyamatokhoz. Ez összefüggésben van a paleontológia, mint technotudományos diszciplína mivoltával: a mély múltához való közvetlen hozzáférés, és az ebből felmerülő episztemikus problémák miatt a paleontológusok változatos technológiák és eszközök alkalmazására kényszerülnek, hogy a fosszilis rekorddal dolgozni tudjanak (Tamborini 2020). Ezek a technológiák az olyan kezdetlegeseiktől, mint a papír és ceruza, egészen a komputertomográfiáig és más képalkotó eljárásokig terjednek.

A vizualizációs technológiák, illetve az ezeknek általában előfeltételét jelentő preparációs gyakorlatok azonban számtalan – sokszor nem explicit – előfeltevésre épülnek, ezekben nagy szerep jut a Polányi Mihány által hallgatólagosnak nevezett tudásnak (*tacit knowledge*) (Polányi 1992a; 1995). Ezek a tudáselemek az adott egyén személyes tudásának, saját perspektívájának integráns részét képezik és nem – vagy csak nagyon korlátozottan – lehet őket explicit módon kifejezni, elsajátításuk pedig nem direkt tanítás és racionális tanulási folyamat révén történik³. Ahogy Polányi szemléletes példával illusztrálja:

Ha tudom, miként kell biciklizni vagy úszni, ez még korántsem jelenti azt, hogy el is tudom mondani, hogyan tudom egyensúlyomat megtartani a kerékpáron vagy miként vagyok képes fenntartani magam a víz felszínén. Előfordulhat, hogy a leghalványabb elképzelésem sincs arról, miként csinálom ezt, vagy hogy teljességgel helytelen vagy

³ Fontos megjegyezni, hogy Polányi szisztematikusan sehol nem fejtette ki a hallgatólagos tudásra vonatkozó elképzeléseit; a másodlagos irodalom gyakran különbséget tesz a hallgatólagos megismerés, mint képességet kifejező cselekvés, a tudás folyamata (*tacit knowing*) és maga a tudás tárgya (*tacit knowledge*) között. Az értelmezők többsége egyetért abban, hogy Polányit elsősorban a tudás folyamata, a megismerés érdekelte. Mivel azonban tanulmányomnak nem célja Polányi tudományfilozófiai elképzeléseinek rekonstrukciója, ettől a különbségtételtől a továbbiakban eltekintek és hallgatólagos tudáson általánosságban a tapasztalati tanuláson alapuló, nem artikulált kontextuális jellegű tudást értem.

lényegileg tökéletlen fogalmam van csak a dologról, s mégis vidáman kerékpározom vagy úszom. Azt sem lehet mondani, hogy tudom, miként kell kerékpározni vagy úszni, és mégsem tudom, hogyan kell koordinálni izomtevékenységeimnek azt az összetett mintáját, amelynek révén biciklizem vagy úszom. Egyaránt tudom, miként kell e teljesítményeket mint egészet végezni, s miként kell az ezeket fölépítő elemi aktusokat megvalósítani, bár nem tudom megmondani, hogy melyek ezek az aktusok. Ez annak a következménye, hogy csak járulékosan vagyok tudatában ezeknek a dolgoknak, és egy dologgal kapcsolatos járulékos tudatosságunk bizonyára nem elegendő ahhoz, hogy azonosíthatóvá tegyük (Polányi 1992a, 160).

Polányi elképzelésében azonban többről van szó a propozicionális és gyakorlati tudás jól ismert különbségtételénél; a tudás mindig csak úgynevezett eligazító jelek révén lehetséges (*járlékos tudatosság*), amelyek lehetővé teszik azt, hogy egy adott dolgot tudásunk tárgyaként ismerhessünk fel (*fokális tudatosság*). A tudatosságnak ez a két formája tehát kölcsönösen feltételezi egymást, nincsen egyik a másik nélkül; egy figyelmünk fókuszában álló tárgyat mindig valamilyen háttérhez képest észleljük, „számos olyan dolognak is tudatában vagyunk, amelyekre az adott pillanatban nem figyelünk oda közvetlenül, ám mégis kényszerítő erejű eligazító jelként hatnak annak meghatározásában, ahogy figyelünk tárgya érzékeink számára megjelenik (Polányi 1992b, 50).” Az olyan tisztán vagy túlnyomórészt logikainak tartott tevékenységekben, mint például a tudományos elméletalkotásban is ilyen nem explikálható járulékos elemek vannak jelen: „(...) valamely tudomány felfedezése a megfigyelések fokális tudatosságát járulékos tudatossággá redukálja, figyelmünket ugyanis átirányítja róluk elméleti koherenciájukra (Polányi 1992a, 158).”

Caitlin Wylie amellet érvel, hogy a hallgatólagos tudás központi jelentősége a preparátorok manuális munkájában és a paleontológusok interpretációs tevékenységében az adatoknak a fossziliák általi aluldetermináltságára adott gyakorlati válaszként értelmezhető (Wylie 2019). Sabina Leonelli adatokra vonatkozó relacionista elképzelésében az adat egy hipotézis támogatására felhasznált bizonyíték: valami tehát nem számít adatnak amíg egy adott kutatói közösség tagjai nem kezdik el bizonyos tudásállítások alátámasztására evidenciaként használni (Leonelli 2015). Egy ősmaradvány, ahogyan például egy földmunka során előbukkan, még csak *potenciális adat*, az adattá válásához különböző hallgatólagos tudáskészletekkel rendelkező szakértőre, például preparátorokra, paleontológusokra, technikusokra van szükség, hogy a szelektálás, preparálás, vizualizálás, rendszerezés és megosztás különböző fázisai során adattá

válhasson. Ez a potenciális adat úgyszintén aluldeterminált, hiszen ahogy Wylie hangsúlyozza, „a potenciális adatokat hatalmas nem-adat kontextusukból (például a háttérükből, környezetükből, zajból) kell kiválasztani és feldolgozni. Például egy csont, annak eredményeként, hogy a preparátor mit jelöl ki 'közetként' és hogyan távolítja ezt el, számtalan fizikai formában bukkanhat elő (Wylie 2019, 24).”

Bár a hallgatólagos tudás legnyilvánvalóbb formában a sok művelője által művészetként jellemzett preparátori munkában jelenik meg (Wylie 2015), de hangsúlyosan jelen van a vizuális ábrázolások értelmezésében. Különösen igaz ez az olyan technológiailag közvetített vizuális technológiák esetén, mint például a komputertomográfia (CT). A modern képalkotó eljárások lehetővé teszik a kutatók számára, hogy a fossziliákhoz nem-invazív módon, a befogadó közet, illetve adott esetben maga a példány károsítása (például csiszolt metszet készítése esetén) irreverzibilis módon férjenek hozzá, az egykori élőlények anatómiai sajátosságait a CT-képeken, mint proxykon keresztül tanulmányozhassák. Ahogy azonban Tamborini is megjegyzi, a virtuális paleontológiai technológiák nem csupán megkönnyítik ezeket az anatómiai vizsgálódásokat, hanem egyáltalán ezek teszik lehetővé az újfajta adatok manipulációját és prezentációját a kutatók számára (Tamborini 2020). Az újfajta technológiák azonban újfajta adatgyakorlatokat és az ezekhez kapcsolódó hallgatólagos tudáskészleteket vonnak maguk után (Wylie 2018).⁴

4. A fadiagrammok, mint kanonikus ikonok

A következőkben a vizuális reprezentációs technikáknak egyetlen, a megszakított egyensúly szempontjából releváns típusát, a fadiagrammokat fogom röviden bemutatni. A fa, mint a leszármazási kapcsolatok, a világban megfigyelhető isteni vagy természetes rend megragadására és

⁴ Polányi egy hasonló képalkotó eljárás, a röntgenkép „olvasásának” tanulási folyamatán keresztül mutatja be a hallgatólagos megismerés sajátosságait. A kezdő orvostanhallgató egy mellkasröntgent nézve először csak a bordák körvonalait és a köztük lévő árnyékokat és foltokat látja, „semmit nem lát abból, amiről beszélnek” a szakorvosok a foltok jelentését értelmezve. A különböző esetek heteken át tartó tanulmányozása révén végül „jelentős részletek gazdag panorámája tárul fel előtte (...). Új világba lépett.” Kitaró tanulási folyamat révén, amikor a hallgató „megtanulta megérteni a tüdőrontgen nyelvét, megtanulta megérteni a tüdőről készült röntgenfelvételeket is (Polányi 1995, 178–79).”

vizualizációjára szolgáló vizuális metafora és ikonográfiai tradíció rendkívül hosszú múltra tekint vissza (lásd Archibald 2014; Gontier 2011; Pietsch 2013)⁵. Az élőlények közötti kapcsolatok megjelenítésére a 18. századtól voltak használatban különböző faábrázolások, azonban az élőlények közti *leszármazási* kapcsolatok megjelenítésének vizualizációs eszközeként Charles Darwinhoz fűződik.

Darwin egyik első evolúciós fája egy jegyzetfüzetében, a híres Notebook B-ben bukkan fel először és később az élet fájának egyik legikonikusabb vizuális megjelenítésévé válik (1. ábra). Maga a fa metaforája azonban *A fajok eredetében* jelenik meg az első alkalommal, ennek egyetlen illusztrációja egy absztrakt fa kihajtható ábrája volt (2. ábra). A vonalak, amik a leszármazási ágakat reprezentálják, egyenlő számú lépésben haladnak a szétválási események után. Ahogy az ábra magyarázatánál írja: „Az ábra vízszintes vonalai között lévő távolságok ezer vagy akár még annál is több nemzedéknek felelhetnek meg (Darwin 2009, 101).” Ez jól összefoglalja Darwinnak az evolúcióra vonatkozó gradualista nézetét, miszerint az új fajok kialakulása, úgymint az egyes leszármazási ágak evolúciója földtörténeti léptékben is lassú és fokozatos folyamat. Darwin ábrázolásának esetén a hangsúly a folyamaton, vagyis a természetes szelekció működési mechanizmusának demonstrálásán, nem pedig az evolúció egy tényleges mintázatának, konkrét leszármazási kapcsolatok megjelenítésén volt.

A fa, mint vizuális metafora azonban korántsem „ártalmatlan”, benne az élővilág diverzitására és fejlődésére vonatkozó hallgatólagos elképzelések jelennek meg. Az ábra bizonyos, az fa, mint organikus, temporális entitás metaforájából fakadó szükségszerű, de vizuálisan nem explicit módon megjelenített járulékos jellegzetességei – Polányi szóhasználatával élve – kényszerítő erejű eligazító jelként irányítják figyelmünket a fokális tárgyra. Ezeket a nyomravezető jeleket közvetlenül nem figyeljük meg, de az egész integrációja szempontjából ugyanannyira kevésbé elhanyagolhatóak, mint a tudatos figyelmünk előterében lévő, transzparens módon feltűnő jellegzetességek.

Polányi hallgatólagos tudásra vonatkozó gondolatai egybecsengenek Gouldnak azzal a megállapításával, hogy az ábrázolások azonban sokszor olyan „*kanonikus ikonként*” jelennek meg és terjednek, melyek hosszú időre képesek meghatározni nemcsak az ikonográfiai tradíciókat, de bizonyos problémák konceptualizálását is (Gould 1995; 1997). Gould szerint az evolúcióhoz és az

⁵ A vizuális metaforák tudományban betöltött episztémikus szerepeihez lásd (Baedke és Schöttler 2017).

élet történetéhez képest „nincs olyan téma, amit jobban eltorzítottak volna a kanonikus ikonok: a látott ábrák társadalmi preferenciákat és pszichológiai vágyakat fejeznek ki, semmint paleontológiai adatokat vagy a darwini elméletet (Gould 1995, 42).”

A kanonikus ikonok kettős jelentőséggel bírnak: egyfelől a fiatal kutatók diszciplináris szocializációjában központi szerepet játszó tankönyvek révén ezek az ábrázolások, illetve a bennük kifejeződő hallgatólagos tudás mélyen meghatározza azt, hogy bizonyos problémákat a kutatók konceptuálisan hogyan artikulálnak vagy akár perceptuálisan miként jelennek meg.⁶ Másfelől alapvetően meghatározzák az evolúció szélesebb nyilvánosságban való publikus reprezentációját, ahogyan például az ismeretterjesztő művekben vagy múzeumi kiállításokon megjelennek (MacDonald és Wiley 2012). Az evolúció, mint célirányos fejlődés képzeete máig aktívan meghatározza sok laikus evolúciófelfogását. Mindenki ismeri például az emberi evolúciónak azt, a Gould által „létrának” nevezett ikonografikus ábrázolását – illetve ennek popkulturális modulációit –, amikor az evolúciós történet egymást követő stációi egy, a modern emberhez vezető lineáris sorként jelennek meg (Gould 1995). Az ilyen kanonikus ábrázolások jól szemléltetik a vizuális reprezentációknak azt az erejét, hogy egy erőteljes grafika könnyűszerrel képes kicsúszni a szakértői közösségek kontrollja alól, és szinte végtelen variációban sokszorozódva önálló életet élni.

Bár a fa, mint metafora, a létrához képest már előrelépést jelent amennyiben nem implikálja a fejlődés egy teleologikus képét, azonban Gould szerint „a konvencionális fáink bár finomabban ugyan, de a ugyanúgy a fejlődésnek azt az alapvető előítéletét mutatják be, ami olyannyira korlátozza az evolúcióról való gondolkozásunkat (Gould 1997, 34).” Úgy tűnik, hogy maga a fa, mint a kommunikációt segítő vizuális metafora narratív karakteréből elkerülhetetlenül fakadnak bizonyos, az evolúció mikéntjére vonatkozó félreértések (O’Hara 1992; Stephens 2012). Az egyetlen kiindulási pontból terebélyesedő „tölcsér” vizuális reprezentációjára a 7. fejezetben részletesebben kitérek.

Tanulmányomban amellet érvelek, hogy a megszakított egyensúly korai története értelmezhető úgy is, mint bizonyos kanonikus ikonokkal, bizonyos vizuális tradíciókkal történő szakítás. Ez rávilágít a vizuális reprezentációkban megnyilvánuló metaforáknak arra a potenciálisan kreatív

⁶ Gould – Eldredge közös 1972-es tanulmányuk egyik általa írt részében – Kuhnt idézve hangsúlyozza a tankönyveknek a fiatal kutatók normál tudományos képzésében betöltött fontos szerepét (Eldredge és Gould 1972, 91).

szerepére, amit egy tanulmányában – Maupertuis legkisebb hatás elvének elemzése kapcsán – Fehér Márta is hangsúlyoz. Az újszerű metaforák nem behatárolják a képzeletet, hanem ezzel éppen ellenkezőleg, „lokálisan ledöntik vagy felfüggesztik a konceptuális keretrendszerünk által emelt korlátokat. (...) átrendezik a rendszert és a jelenségek részleges reklaszifikációját váltják ki (Fehér 1988, 176–77).”

5. A vizuális reprezentációk szerepe Gould evolúciófelfogásában

A tudományos gyakorlatok és produktumok vizuális jellegzetességei az ezredforduló környékén kerültek a tudományfilozófusok érdeklődésének fókuszába, Gould azonban már jóval korábban intenzíven érdeklődött a szakmai és laikus közösségek tudományfelfogását meghatározó vizuális tradíciók iránt, elsősorban saját tágabb szakterülete az evolúció és az élet története területén. Ez az érdeklődés tudomány-, illetve kultúrafelfogásának tükrében egyáltalán nem meglepő; Gould mind szakmai, mind ismeretterjesztő munkássága során tudományra az emberi kultúra egészének kontextusában, tudománytörténeti-tudományfilozófiai érzékenységgel tekintett (lásd Kelley és Ross 2008; Shermer 2002; York és Clark 2011).⁷ Gould számtalan írásában hangsúlyozta, hogy a tudomány, mint az adott kor intellektuális, társadalmi és politikai hatásaitól mentes, objektív tudáselőállító módszer elképzelése pusztán a tudósok által kreált mítosz. Ahogy például az 1996-ban – később magyarul is – megjelent, *Az elméricsélt ember* című könyvében írja:

A tudomány, lévén művelői emberek, mindenképpen társadalmi viszonyokba ágyazott tevékenység eredménye. Fejlődését megérzések, látomások és ihletek biztosítják. Az idők során tapasztalható változásra nem az abszolút igazság egyre lényegretörőbb megragadás jellemző, hanem sokkal inkább a tudományra oly erős hatást gyakorló kulturális háttér változása. A tények nem tiszta és makulátlan információdarabkák; a kultúra azt is befolyásolja, hogy mit és hogyan látunk. Az elméletek tehát nem

⁷ Bár Gould formális oktatását tekintve paleontológus volt, ennek ellenére történész körökben is elismert volt tudománytörténeti tevékenysége miatt. Ronald Numbers Gouldra, mint a Kuhnt követő legjelentősebb tudománytörténészre hivatkozik (idézi Shermer 2002, 492), James Secord pedig a tudománytörténet egyik legjelentősebb szószólójaként a nyilvánosságban (Secord 2004, 671). Gould tudománytörténeti megítélésének részletes elemzéséhez lásd (Shermer 2002).

kérlelhetetlenül következnek a tényekből. A leginkább teremtő elméletek gyakran a tényekre kényszerített, élénk fantáziáról tanúskodó látomások; a képzeletet pedig szintén erősen befolyásolja a kultúra (Gould 2000, 46).

Ezzel a tudományfelfogással összhangban egész pályája során élénken érdeklődött az evolúció tudományos és publikus felfogását meghatározó kanonikus vizuális ábrázolások, ikonográfiai tradíciók iránt. Ahogy megvallja: „Nekem az illusztrációk az emberi gondolkodás történetének elhanyagolt és alig ismert kutatási területét jelentik, és ezért vizsgálatuk kedvenc időtöltésem (Gould 1998b, 12).” Gould sok helyen expliciten reflektál a vizuális reprezentációk központi szerepére az új tudományos elképzelések elfogadtatásában betöltött szerepére: „Ha az ikonok nem csupán felszíni fodrok, hanem központi szerepet töltenek be a gondolkodásunkban, akkor az alternatív reprezentációk kérdése alapvetővé válik a tudományban változó elképzelések történetében (Gould 1998, 67).” 2002-es magnum opusában, a *The Structure of Evolutionary Theory*-ben pedig így fogalmaz: „Az ikonográfia gyakran hatékony útmutatást nyújt a fogalmi keretrendszernek, ugyanis a képek által gyakran világossá válik az, amit elménk a verbális módban nem ismer fel (Gould 2002, 373–74).”

Gould a 20. század utolsó negyedének egyik legtermékenyebb és legnagyobb hatású népszerű tudományos írójaként a nem-szakmabeli közönségnek szánt írásaiban is ezt a holisztikus, humanisztikus tudományfelfogást, és ehhez kapcsolódóan a vizuális ábrázolások központi szerepét hangsúlyozta. *Time's Arrow, Time's Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time* című, Thomas Burnett, James Hutton és Charles Lyell időfelfogásáról szóló könyvében a következőképpen fogalmaz:

(...) ha a szövegeket egy központi gondolatmenet logikája egyesíti, akkor ezek képi illusztrációi szerves részét képezik az együttesnek, nem pedig csak csinos kis semmiségek, amiket pusztán esztétikai vagy kereskedelmi értékük miatt csatoltak. A főemlősök vizuális állatok, és (különösképpen a tudományban) az illusztrációk saját nyelvezettel és szabálykészlettel rendelkeznek (Gould 1987, 18).

Egy másik széles közönségnek szóló esszéjében, a magyarul is megjelent *Az élet könyve* előszavában pedig a következőket írja:

Az őszállatok ikonográfias ábrázolása megítélésem szerint kitűnő lehetőséget biztosít a tudást gyarapító ismeretek, valamint a társadalmi és intellektuális tényezők kölcsönhatásának értelmezésére (...). A képi megjelenítések azért kézenfekvőek,

azonnal érthetőek számunkra, mert értelmes lényként megtanultuk, hogy ismereteinket elsősorban a szövegek elemzésével és értelmezésével szerezzük be, miközben a rajzokat és fényképeket lényegtelen illusztrációnak tekintjük. Az írott szövegek fölött képesek vagyunk órákig görnyedni azért, hogy értelmezzük azok többé-kevésbé rejtett üzenetét, míg a képeket rendszerint csak díszítésnek tekintjük, amelynek nincs más célja, mint a vizuális gyönyörködtetés, a szöveg kiegészítése. Figyeljünk a képekre, sokszor többet mondanak, mint az írások (Gould 1998b, 7)!

Még számos idézetet lehetne hozni annak alátámasztására, hogy Gould tisztában volt a vizuális reprezentációk és az ezeket meghatározó ábrázolási tradíciók szerepével nemcsak a tudomány története, hanem konkrét gyakorlata során is. Tanulmányom második felében a megszakított egyensúly korai történetén keresztül mutatom be azt, hogy hogyan lehet a vizuális ábrázolások körültekintő használatával hatékonyan bevezetni egy új elképzelést.

6. A megszakított egyensúly történeti kontextusa – Darwin dilemmája és a paleobiológia megjelenése

Mielőtt rátérnék a megszakított egyensúly bemutatására, röviden ismertetni kell megjelenésének történeti kontextusát. A fosszilis adatok értelmezésének Darwin óta tartó problémája volt az, hogy ha feltételezzük, hogy a fajok átalakulása földtörténeti léptékben is lassú és nagyjából állandó tempójú folyamat, akkor a fosszilis rekordban is olyan morfológiai sajátosságokkal bíró ősmaradványokkal kellene bukkanni, amelyek erről a lassú és fokozatos morfológiai változásról tanúskodnak. Ahogy azonban ezt már Darwin és kortársai is tudták, hogy tipikusa ennek éppen az ellenkezője igaz: az egyes fajok évmilliókon át változatlan formában léteznek, az új fajok pedig látszólag a semmiből jelennek meg a közetrétegekben. Darwin *A fajok eredetében* „az elméletével szemben felhozható legsúlyosabb kifogásként” hivatkozik az átmeneti formák hiányára (Darwin 2009, 271); ez pedig felveti a paleontológiai adatok evidenciális relevanciájának kérdését is. Míg a fosszilis rekord egyfelől a földi élet történetére vonatkozó bizonyítékaink fő forrását jelenteni, ebből következőleg kulcsfontosságú az evolúcióelmélet számára, másfelől azonban töredékessége miatt nem bízhatunk meg túlságosan az általa szolgáltatott adatokban. Darwin megoldása egy lyelliánus magyarázati stratégia alkalmazása: a

fossilizációs és geológiai folyamatok pusztító hatásai miatt nem találkozunk a morfológiai formák kontinuus sorozatával a fosszilis rekordban (Darwin 2009, 295).

A múlt század hetvenes évektől kezdődően számos paleontológus mellett érvelt, hogy Darwinnak ez a lyelliánus magyarázati stratégiája a paleontológia episztemikus státuszának leértékeléséhez vezetett.⁸ Darwin gondolatmenetét elfogadva ugyanis a paleontológia feladata csupán „megmutatni, hogy a paleontológia tényei konzisztensek a neontológusok által javasolt természetes szelekció és földrajzi speciáció mechanizmusával (Maynard-Smith 1984, 401).” Ahogy Gould és Eldredge a megszakított egyensúllyal kapcsolatos második cikkében hevesen felteszi a kérdést: „Miért legyünk paleontológusok, ha csak arra vagyunk kárhóztatva, hogy pusztán igazoljuk azt, amit az élő organizmusok tanulmányozói közvetlenül is képesek vizsgálni (Gould és Eldredge 1977)?” A cél az, hogy a paleontológia kiszabaduljon a „Lyell víziója jelentette konceptuális béklyóból” (Gould 1987, 195) és helyet kapjon az evolúciós tudományok – Maynard-Smith kifejezésével élve – „királyi asztala” körül. Biológiai érdeklődésű paleontológusoknak ezt komplex, teoretikus, intézményi és pedagógiai célokat magában foglaló diszciplínaépítési tevékenységét David Sepkoski tudománytörténész paleobiológiai forradalomnak nevezi (Sepkoski és Ruse 2009; Sepkoski 2012).

Gould és Eldredge első tanulmánya ennek a paleobiológiai mozgalomnak volt az egyik legfontosabb korai mérföldköve, ami a fajképződés Ernst Mayr nevéhez fűződő, úgynevezett allopatrikus modelljéből kiindulva a fosszilis rekord töredékességének egy újfajta interpretációját nyújtotta (Eldredge és Gould 1972). Azok a fosszilis rekordban megfigyelhető lyukak, melyeket Darwin a geológiai folyamatok pusztító hatásával magyarázott, a megszakított egyensúly szerint az evolúció tempójára és módjára vonatkozó információk; ami a darwini elképzelés szerint az adat hiányát jelentette, az az alternatív elképzelés tükrében az evolúció tényleges működésére vonatkozó adatnak számít. Ha a fosszilis rekord által nyújtott információkat névértéken vesszük, akkor az evolúció egy újfajta képe tárul fel: a fajok hosszú időn át tartó, morfológiailag stabil időszakait (sztázis) a fajképződésnek, a változásnak földtörténeti értelemben vett pillanatnyi, pontszerű epizódjai tagolják. Tehát a norma nem a lassú és fokozatos változás – aminek a hiánya magyarázatot igényel –, hanem a norma a morfológiai stabilitás, amit a gyors változás kitörésszerű

⁸ Ennek a bevett nézetnek a rövid kritikai áttekintéséhez lásd (Sepkoski és Tamborini 2017) bevezetését a témának szentelt különszámhoz.

időszakai szakítanak meg. Bár maga az alapötlet eredetileg Eldredge nevéhez fűződik (Eldredge 1971), azonban egy évvel később megjelent első, majd az ezt hat évvel követő második közös tanulmányuk volt az (Gould és Eldredge 1977), amelyik az elképzelést feltette az evolúciós tudományok térképére.

7. A megszakított egyensúly vizuális retorikája

Eldredge és Gould tehát az 1972-es tanulmányukban a megszakított egyensúly elképzelését a fosszilis rekord egy újfajta olvasataként vezették be, szemben azzal az ortodox elképzeléssel, amire Gould a filetikus gradualizmus neologizmust javasolta.⁹ A filetikus gradualista „képet”¹⁰ három vizuális reprezentációval szemléltetik.

Ezek közül az első kettő Moore, Lalicker és Fischer *Invertebrate Fossils* című klasszikus tankönyvéből származik (Moore és mtsai. 1952). A 3. ábrán látható ábrázolás a képaláírás szerint „az evolúció egy sztenderd tankönyvi nézete a filetikus gradualizmuson keresztül (Eldredge és Gould 1972, 89).” Ez az idealizált ábrázolás nem egy konkrét csoport evolúcióját reprezentálja, hanem általában az evolúció módját hivatott demonstrálni. Minden – lényegében a különböző morfológiai változatok megfelelő – populációnál eloszlási görbék mutatják bizonyos strukturális jellegeknek az adott populáción belüli variációját. Ahogy az ábra eredeti, Moore könyvben található képaláírása mondja: „Az egymást követő populációk mind az átlagértékek, mind pedig a szélsőségek tekintetében változást mutatnak. Két egymáshoz időben közel lévő populáció strukturálisan nagy mértékben átfedést mutat, de nagyobb időléptékek olyan változást okoznak (evolúció), hogy a strukturális jegyek átfedése eltűnik (Moore és mtsai. 1952, 32).”

Az evolúciónak ez a reprezentációja széles körben elterjedt az evolúciós szintézist követő biológiában és paleontológiában. A paleontológus George Gaylord Simpson, a 30-as években megjelenő modern szintézis egy központi alakja írja: „Ahogy a genetikus, a paleontológus is

⁹ Ahogy Eldredge később megjegyzi: „Stevenek tehetsége volt a nevekhez: azt javasolta, hogy a majdnem minden valaha élt faj történetében általánosnak tűnő stabilitásra a 'sztázis' kifejezéssel hivatkozzunk. És úgy gondolta, hogy az ötletemre, a földrajzi izoláció esetén fellépő sztázis-plusz-gyors evolúcióra pedig jó név lenne a 'megszakított egyensúly' (Eldredge 2008, 113).”

¹⁰ Szintén Gould javasolja, hogy a filetikus gradualizmusról és a megszakított egyensúlyról, mint „képekre” hivatkozzanak. A szóhasználat kuhniánus felhangokat rejt, előzetes elvárásoknak és elméleti elköteleződéseknek arról a halmaza, amivel a tudósok szükségszerűen rendelkeznek, amin keresztül szemlélik a világot és értelmezik az adatokat.

elsajátítja, hogyan gondolkozzon populációkban az individuumok helyett és elkezd dolgozni a populációkban bekövetkező változások jelentésén (Simpson 1944, xvi).” A paleontológia tehát ilyen értelemben kontinuos a biológia többi részével, pusztán a vizsgálat fókuszába a földtörténeti léptékű idő populációkra gyakorolt hatásának feltérképezése is beletartozik (ezért is nevezte Simpson a munkáját „négydimenziós biológiának”. A változó eloszlásokat reprezentáló görbék egymástól nagyjából hasonló távolságra helyezkednek el, így egy egyenesre illeszthetők, amit az ábra a kontraszt kedvéért még feketével is jelöl. Ez a változások egy jól látható irányát jelöli ki; a populáció egy adott időszakban jellemző középértékei fokozatosan tolódnak egy bizonyos irányba. Hogy pontosan mi is ez a tulajdonság, és milyen irányban változik, jelen kontextusban nem fontos, lévén, hogy egy idealizált tankönyvi ábráról van szó, ahol a konkrét paraméterek és értékek irrelevánsak. A cél az evolúció működési mechanizmusának reprezentációja, elvonatkoztatva minden más tényezőtől.

A szintén Moore és társai tankönyvéből származó harmadik ábrázolás (4. ábra), Eldredge és Gould képaláírása szerint „A geográfiai speciáció egy hipotetikus esete a filetikus gradualizmus perspektívájából – lassú és fokozatos transzformáció két leszármazási ágban (Eldredge és Gould 1972, 95).” Itt tehát egy hipotetikus speciációs eseményről van szó; ellentétben a filetikus gradualizmus előző vizuális reprezentációjával, itt nem az egy leszármazási ágon belüli (anagenetikus) fajképződés, hanem a leszármazási ágak szétválásával járó kladogenezis mechanizmusát reprezentálja az ábra. A vízszintes tengely itt is a morfológiát („struktúra”), míg a függőleges az időt jelöli. A speciációs esemény során A fajból x és y köztes formákon („alfajokon”) keresztül végül B és C faj alakul ki; a változás iránya itt is jól látható mintázatot követ. A morfológiai változás a két leszármazási ágon jól láthatóan teljesen uniform módon történik: míg B faj két köztes változaton keresztül csúcsosabb, addig C faj ugyanúgy két köztes változaton keresztül laposabb lesz. A két új faj kialakulása tehát egy jól meghatározott morfológiai jelleg mentén, ugyanannyi köztes lépésben, ugyanannyi idő alatt történik. Ez azt implikálja, hogy a kladogenetikus fajképződés tehát az anagenezishez hasonlóan lassú és graduális folyamat. Ahogy Eldredge és Gould írja az ábra kapcsán: (...) a geográfikus speciáció két leszármazási ág lassú és fokozatos transzformációjaként látható (Eldredge és Gould 1972, 94).”

Ez a fajta sematikusság még szembetűnőbb a filetikus gradualista képnek a következő ábrázolásával (5. ábra). A Marvin Weller 1969-es *Course of Evolution* című könyvéből származó kép az aláírás szerint az „Élet fáját” ábrázolja „a filetikus gradualizmus nézőpontjából (Eldredge és

Gould 1972, 109).¹¹ Ez a fajta ábrázolásmód nyilvánvalóan leegyszerűsített annak érdekében, hogy magát az alapkoncepciót, vagyis a földi élet fejlődését vizualizálja. Ebben az esetben nem valamilyen tudományos elképzelés pontos reprezentációjával van dolgunk, hanem az élet fája – vagyis az egy közös ősből kiindulva folyamatosan diverzifikálódó földi élet – metaforájának szemléletes megjelenítésével. A kép a filetikus gradualizmus a magasabb taxonok kialakulására, vagyis a makroevolúcióra vonatkozó képét hivatott szemléltetni: jól látható, hogy egyetlen törzsből (vagyis a közös ősből) fokozatosan alakulnak ki a fa újabb és újabb ágai, vagyis a különböző taxonok. Ahogy a kép alatt írják: „Az ágak graduálisan ágaznak el egymásból. A rendszert az evolúció egy lassú és relatíve állandó rátája jellemzi.” Ahogy tehát egyre feljebb haladunk a fán, egyre több ággal fogunk találkozni: az élet történetében minél előrébb haladva tehát összességében növekszik annak diverzitása, az egyes rendszertani egységek száma. Szemléletes reprezentálja az ábra a mintavételezés pillanatszerűségét a faj tetején lévő, az ágakat mintegy félbevágó síkkal.

Ebben az esetben az evolúció egy egyértelműen kanonikus ábrázolásáról van szó, ami nagyfokú hasonlóságot mutat a középkori és újkori leszármazási fákkal. Gould később az élet tölcserének (*cone of life*) nevezi ezt az ábrázolást (Gould 1995), amikor egy kezdeti pontból, a közös ősből az idő előrehaladtával kúpszerű alakzat jön létre, ahogy a földi élet diverzitása lassú és fokozatos tempóban egyre növekszik.

A stratégia, hogy a filetikus gradualizmus képét az ilyen sztenderdizált reprezentációk segítségével diszkreditálják, két szempontból is problémás. Egyfelől kérdéses, hogy az kanonizálódott ábrázolások használata valóban elégséges bizonyítékot szolgáltat-e ahhoz, hogy „lényegében minden modern szöveg ugyanazokat az érveket ismétli el” (Eldredge és Gould 1972, 92), vagyis hogy tényleg elköteleződnek-e a kérdéses szövegek a filetikus gradualizmus Eldredge és Gould által felállított négy alapelve mellett. Ahogy Antoni Hoffman a korabeli tankönyvek elemzésével rámutat, a helyzet közel sem ilyen egyértelmű; szerinte a legtöbb tankönyv nem az Eldredge és Gould által karakterizált filetikus gradualizmus híve volt (Hoffman 1992). Másfelől, a rivális kép pedagógiai célból idealizált tankönyvi példáin és ábrázolásain keresztül való rekonstruálása, majd ennek az idealizált képnek, egy valódi tudományos elképzelésként való

¹¹ Weller kötetéről Eldredge néhány évvel korábban egy – meglehetősen negatív hangvételű – recenziót is írt a *Systematic Biology* című folyóiratba (Eldredge 1969).

támadása ezt a stratégiát önmagában is problematikussá teszi. Ezt alátámasztja a tanulmány recepciója is, a filetikus gradualizmus karakterizációjának és az ennek alátámasztására használt vizuális reprezentációk problematikus mivoltára az elképzelés számos bírálója is rámutatott (lásd Sepkoski 2009).

A tanulmány vége felé jelenik meg a megszakított egyensúly később nagy karriert befutott illusztrációja (5. ábra). Ezt Eldredge és Gould a 4. ábrával állítja szembe és az eddigi evolúciós fáktól szándékoltan elütő módon van megrajzolva. Ezen a diagrammon egy szétváló, majd két külön ágon továbbfejlődő leszármazási ágat láthatunk a morfortérben, vagyis abban a háromdimenziós térben, amit a lehetséges morfológiai változások jelölnek ki az időben előre haladva. A bal oldali, A leszármazási ág relatív stabilitást mutat, vagyis ebben az esetben semmilyen jól kirajzolódó direkcionális trend nem figyelhető meg, addig a jobb oldali B leszármazási ág esetében egy világos trend figyelhető meg a morfortér egy bizonyos irányába. Ahogy a kép magyarázatában áll: „Bár a direkcionális szelekció egy retrospektív mintázata egyenes vonalként ráilleszhető (B)-re, a tényleges mintázat a fajon belül statikus, és a faj differenciált sikeressége morfológiai változást mutat egy partikuláris irányba (Eldredge és Gould 1972, 113).” Vagyis, ha a fosszilis rekordot a morfológiai stabilitás elvárása felől, az allopatrikus speciáció modellje alapján értelmezzük, akkor a kirajzolódó mintázat nem a lassú fejlődés és fokozatos diverzifikálódás, mint amit a 4. ábrán láthatunk, hanem a gyors és véletlenszerű irányú fajképződési események által szaggatott morfológiai állandóság. A fajképződési eseményeket a szaggatott vonal jelöli a lehetséges morfológiai változások háromdimenziós terében: minden morfológiai változás hirtelen történik, a geológiai értelemben rövid fajképződési eseményekkor. Ezt a hirtelenséget reprezentálja a szaggatott és a vastag vonalak hosszúságának különbsége. Míg az evolúció gradualista ábrázolásai a fajok lassú és organikus változásának képét jelenítik meg, addig itt a teljesen függőleges vastag vonalakkal és az ezek közti éles törésekkel a hosszú távú stabilitás és robbanásszerű változás evolúciós mintázata jelenik meg.

A különbségek a két ábrázolási mód között, illetve az ezek által implikált következmények között még hangsúlyosabbak lesznek, ha a megszakított egyensúlynak ezt a vizuális reprezentációját összehasonlítjuk Simpsonnak a *Tempo and Mode in Evolution*ből származó, kvantumevolúcióra vonatkozó ábrázolásával (Simpson 1944) (6. ábra). Simpson fája esetén a „robbanásszerű” szakaszra nagy variáció jellemző; számos átmeneti forma jelenik meg amelyek új, a populáció normál adaptív zónájától relatíve távol eső zónákat foglalnak el. A normál fázisra

itt is jól látható morfológiai stabilitás jellemző; „a filetikus evolúció uralkodó; redukálódott variáció; nincsenek átmeneti formák.” Ennek ellenére ez az ábra mégis az alapvetően dinamikus természetű, graduális változás eszméjét fejezi ki; a robbanásszerű szakaszok ábrázolása sem tér el jelentős mértékben attól a típusú evolúciós fától, amelyet Eldredge és Gould a megszakított egyensúly képével szembeállít. Ebből a kontrasztív példából is jól látható, hogy Eldredge és Gould ábrája hogyan szakít azokkal az ábrázolási hagyományokkal, amelyek Simpson illusztrációján még jól megfigyelhetők, hogy ezáltal a fosszilis rekord olvasatának általuk propagált képét felsőbbrendűként tüntessék fel.

8. Összefoglalás

A szöveg kiegészítő elemei, mint például az ábrák, olyan nem-propozicionális episztemikus objektumok, melyeket ugyanolyan hangsúlyosan kell vizsgálnunk, mint azt a propozicionális struktúrát, amit tipikusan egy tudományos koncepció lényegéként azonosítunk annak rekonstruálásakor. Ilyen értelemben a tudományos termékekben megjelenő vizuális ábrázolások nem pusztán „illusztrációk”: nem csupán bizonyos, az elmélet lényegét alkotó nyelvi entitásokat illusztrálnak, hanem alapvető kognitív jelentőséggel rendelkeznek a különböző tudományos gyakorlatokban. Látható, hogy az ábrák Eldredge és Gould tanulmányában sem neutrálisak: vizuális megjelenésüknél fogva segítik az elképzelések dichotomizálását, ahogy pedig az elképzelés recepciója rámutat, heterogén értelmezéseket tesznek lehetővé, amik megkönnyítik a hosszan tartó, komplex véleménykülönbségek kialakulását (Lyne és Howe 1986).

Az ábrázolások, melyek például az egyetemi tankönyvekben sokszorozódnak, majd idővel kanonizálódnak kutatók generációi számára meghatározzák azt, hogy bizonyos problémákról milyen módokon gondolkoznak, milyen előfeltevésekkel élnek. De egy tágabb kontextusban meghatározzák az adott diszciplínán kívüli tudósok, illetve a laikusok elképzeléseit bizonyos kérdésekre, jelen esetben az evolúció tempójára vonatkozóan. A konvenciókkal szakító vizuális ábrázolások célja sok esetben ezzel ellentétes, a status quo megtörését irányozzák. Ahogy Gould fogalmaz, a „szokatlan ikonográfiák az elméletnek azt az erejét illusztrálják, hogy a percepciót irányítsák (Gould 2002, 376).”

BIBLIOGRÁFIA

- Archibald, J. David. 2014. *Aristotle's Ladder, Darwin's Tree: The Evolution of Visual Metaphors for Biological Order*. Columbia University Press.
- Baedke, Jan, és Tobias Schöttler. 2017. „Visual Metaphors in the Sciences: The Case of Epigenetic Landscape Images”. *Journal for General Philosophy of Science* 48 (2): 173–94.
<https://doi.org/10.1007/s10838-016-9353-9>.
- Baigrie, Brian S., szerk. 1996. *Picturing Knowledge: Historical and Philosophical Problems Concerning the Use of Art in Science*. 0 edition. Toronto ; Buffalo: University of Toronto Press, Scholarly Publishing Division.
- Cleland, Carol E. 2002a. „Methodological and epistemic differences between historical science and experimental science”. *Philosophy of science* 69 (3): 447–51.
- . 2011. „Prediction and Explanation in Historical Natural Science”. *The British Journal for the Philosophy of Science* 62 (3): 551–82. <https://doi.org/10.1093/bjps/axq024>.
- Cleland, Carol E. 2002b. „Methodological and Epistemic Differences between Historical Science and Experimental Science*”. *Philosophy of Science* 69 (3): 447–51. <https://doi.org/10.1086/342455>.
- Coopmans, Catelijne, Janet Vertesi, Michael Lynch, és Stephen William Woolgar. 2013. „Introduction; Representation in Scientific Practice Revisited”.
- Currie, Adrian. 2018. *Rock, bone, and ruin: An optimist's guide to the historical sciences*. MIT Press.
- Darwin Charles. 2009. *A fajok eredete*. Budapest: Typotex.
https://www.typotex.hu/book/1643/charles_darwin_a_fajok_eredete.
- Eldredge, Niles. 1969. „The Course of Evolution”. *Systematic Biology* 18 (4): 446–47.
<https://doi.org/10.2307/2412190>.
- . 1971. „The allopatric model and phylogeny in Paleozoic invertebrates”. *Evolution*, 156–67.
- . 2008. „The Early “Evolution” of “Punctuated Equilibria””. *Evolution: Education and Outreach* 1 (2): 107–13. <https://doi.org/10.1007/s12052-008-0032-0>.
- Eldredge, Niles, és Stephen Jay Gould. 1972. „Punctuated equilibria: An alternative to phyletic gradualism”. In *Models in Paleobiology*, szerkesztette Thomas Schopf, 85-115. San Francisco: Freeman Cooper.

- Fehér, Márta. 1988. „The role of metaphor and analogy in the birth of the principle of least action of Maupertuis (1698–1759)”. *International Studies in the Philosophy of Science* 2 (2): 175–88. <https://doi.org/10.1080/02698598808573313>.
- Frappier, Mélanie, Letitia Meynell, és James Robert Brown. 2013. „Special Issue on Visual Representations and Reasoning”. *The Knowledge Engineering Review* 28 (3): 231–36. <https://doi.org/10.1017/S0269888913000301>.
- Gontier, Nathalie. 2011. „Depicting the tree of life: the philosophical and historical roots of evolutionary tree diagrams”. *Evolution: education and outreach* 4 (3): 515–38.
- Gould, Stephen Jay. 1987. *Time’s Arrow, Time’s Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time*. Harvard University Press.
- . 1995. „Ladders and cones: Constraining evolution by canonical icons”. *Hidden histories of science*, 37–67.
- . 1997. „Redrafting the Tree of Life”. *Proceedings of the American Philosophical Society* 141 (1): 30–54.
- . 1998a. „Ladders and Cones”. In *Hidden Histories of Science*, szerkesztette Robert B. Silvers, 37–67. Granta Books.
- . 1998b. „Ősvilágunk képekben: az előítéletek hatalma”. In *Az élet könyve*, 6–21. Budapest: Magyar Könyvklub.
- . 2000. *Az elméricskélts ember*. Budapest: Typotex. https://www.typotex.hu/book/280/az_elmericskelt_ember.
- . 2002. *The structure of evolutionary theory*. Harvard University Press.
- Gould, Stephen Jay, és Niles Eldredge. 1977. „Punctuated Equilibria: The Tempo and Mode of Evolution Reconsidered”. *Paleobiology* 3 (2): 115–51.
- Hoffman, A. 1992. „Twenty years later: Punctuated equilibrium in retrospect”. *The Dynamics of Evolution: The Punctuated Equilibrium Debate in the Natural and Social Sciences*, 121–38.
- Jeffares, Ben. 2008. „Testing Times: Regularities in the Historical Sciences”. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 39 (4): 469–75. <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2008.09.003>.

- Kelley, Patricia, és Robert Ross. 2008. *Stephen Jay Gould: Reflections on His View of Life*. Szerkesztette Warren D. Allmon. 1st edition. Oxford ; New York: Oxford University Press.
- Leonelli, Sabina. 2015. „What Counts as Scientific Data? A Relational Framework”. *Philosophy of Science* 82 (5): 810–21. <https://doi.org/10.1086/684083>.
- Lewontin, Richard C. 1998. „The evolution of cognition: Questions we will never answer”. *An invitation to cognitive science* 4: 107–32.
- Lipphardt, Veronika, és Marianne Sommer. 2015. „Visibility Matters: Diagrammatic Renderings of Human Evolution and Diversity in Physical, Serological and Molecular Anthropology”. *History of the Human Sciences* 28 (5): 3–16. <https://doi.org/10.1177/0952695115607373>.
- Lynch, Michael E., és Steve Woolgar, szerk. 1990. *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- Lynch, Michaeland, Catelijne Coopman, Janet Vertesi, és Steve Woolgar, szerk. 2014. *Representation in Scientific Practice Revisited*. The MIT Press.
<https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262525381.001.0001>.
- Lyne, John, és Henry F. Howe. 1986. „Punctuated Equilibria”. *Quarterly Journal of Speech* 72 (2): 132–47. <https://doi.org/10.1080/00335638609383764>.
- MacDonald, Teresa, és E. O. Wiley. 2012. „Communicating Phylogeny: Evolutionary Tree Diagrams in Museums”. *Evolution: Education and Outreach* 5 (1): 14–28. <https://doi.org/10.1007/s12052-012-0387-0>.
- Maynard Smith, John. 1984. „Palaeontology at the High Table” 1 (4): 401–2.
- Moore, Raymond Cecil, Cecil G. Lalicker, Cecil Gordon Lalicker, és Alfred G. Fischer. 1952. *Invertebrate fossils*. McGraw-Hill Science, Engineering & Mathematics.
- Mößner, Nicola. 2018. *Visual Representations in Science : Concept and Epistemology*. Taylor & Francis. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/29621>.
- O’Hara, Robert J. 1992. „Telling the Tree: Narrative Representation and the Study of Evolutionary History”. *Biology and Philosophy* 7 (2): 135–60. <https://doi.org/10.1007/BF00129880>.
- Pauwels, Luc, szerk. 2006. *Visual Cultures of Science: Rethinking Representational Practices in Knowledge Building and Science Communication*. 1st edition. Hanover, N.H: Dartmouth College Press.

- Perini, Laura. 2013. „Diagrams in Biology”. *The Knowledge Engineering Review* 28 (3): 273–86. <https://doi.org/10.1017/S0269888913000246>.
- Pietsch, Theodore W. 2013. *Trees of Life: A Visual History of Evolution*. Reprint edition. Johns Hopkins University Press.
- Polányi, Mihály. 1992a. „A hallgatólágos következtetés logikája”. In *Polányi Mihály filozófiai írásai I.*, 155–81. Budapest: Atlantisz.
- . 1992b. „A tudomány megmagyarázhatatlan eleme”. In *Polányi Mihály filozófiai írásai I.*, 39–59. Budapest: Atlantisz.
- . 1995. *Személyes tudás I–II*. Budapest: Atlantisz. <https://www.atlantiszkiado.hu/konyv/szemelyes-tudas-i-8211-ii/>.
- Richards, Anne R. 2003. „Argument and Authority in the Visual Representations of Science”. *Technical Communication Quarterly* 12 (2): 183–206. https://doi.org/10.1207/s15427625tcq1202_3.
- Rudwick, Martin JS. 1976. „The emergence of a visual language for geological science 1760—1840”. *History of science* 14 (3): 149–95.
- . 1988. *The great Devonian controversy: The shaping of scientific knowledge among gentlemanly specialists*. University of Chicago Press.
- . 2010. *Worlds Before Adam: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Reform*. Reprint edition. Chicago, Ill.: University of Chicago Press.
- Secord, James A. 2004. „Knowledge in Transit”. *Isis* 95 (4): 654–72. <https://doi.org/10.1086/430657>.
- Sepkoski, David. 2009. *15. “Radical” or “Conservative”? The Origin and Early Reception of Punctuated Equilibrium*. University of Chicago Press.
- . 2012. *Rereading the Fossil Record: The Growth of Paleobiology as an Evolutionary Discipline*. University of Chicago Press.
- Sepkoski, David, és Michael Ruse. 2009. *The Paleobiological Revolution: Essays on the Growth of Modern Paleontology*. University of Chicago Press.
- Sepkoski, David, és Marco Tamborini. 2017. „Introduction: Towards a Global History of Paleontology: The Paleontological Reception of Darwin’s Thought”. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 66 (december): 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2017.09.005>.

- Shermer, Michael B. 2002. „The View of Science: Stephen Jay Gould as Historian of Science and Scientific Historian, Popular Scientist and Scientific Popularizer”. *Social Studies of Science* 32 (4): 489–524. <https://doi.org/10.1177/0306312702032004001>.
- Simpson, George Gaylord. 1944. *Tempo and Mode in Evolution*. Columbia University Press.
- Stephens, Sonia. 2012. „From Tree to Map: Using Cognitive Learning Theory to Suggest Alternative Ways to Visualize Macroevolution”. *Evolution: Education and Outreach* 5 (4): 603–18. <https://doi.org/10.1007/s12052-012-0457-3>.
- Tamborini, Marco. 2020. „Technoscientific Approaches to Deep Time”. *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 79: 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2019.03.002>.
- Turner, Derek. 2007. *Making Prehistory: Historical Science and the Scientific Realism Debate*. Illustrated edition. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.
- Wimsatt, William C. 1990. „Taming the Dimensions-Visualizations in Science”. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* 1990: 111–35.
- Wylie, Caitlin Donahue. 2015. „‘The artist’s piece is already in the stone’: Constructing creativity in paleontology laboratories”. *Social studies of science* 45 (1): 31–55.
- . 2018. „Trust in Technicians in Paleontology Laboratories”. *Science, Technology, & Human Values* 43 (2): 324–48. <https://doi.org/10.1177/0162243917722844>.
- . 2019. „Overcoming the Underdetermination of Specimens”. *Biology & Philosophy* 34 (2): 24. <https://doi.org/10.1007/s10539-019-9674-2>.
- York, Richard, és Brett Clark. 2011. *The Science and Humanism of Stephen Jay Gould*. New York, NY: Monthly Review Press.