

KOMENCZI BERTALAN

TANULÁS ÉS KÖRNYEZETE A 21. SZÁZAD ELEJÉN

Bevezetés

■ 21. század harmadik évtizedének küszöbére érve jelentős változások előtt állunk. Ian Morris angol történész szerint az emberiség eddigi történetében az előttünk álló néhány évtized lesz a legfontosabb.¹ Az elkövetkező években alapvetőbb és mélyrehatóbb változások játszódhatnak le, mint az ipari forradalom idején. A történelem legnagyobb diszkontinuitása felé közeledünk: a változások eredményeként a közeljövőben nagyobb mértékben alakul át életünk, mint összességében az elmúlt évezredek során.

Az angol történész szerint az információs és kommunikációs technológia területén következnek be a legelképesztőbb változások. Morris és mások prognózisainak és extrapolációinak egzaktságától függetlenül mindannyiunk közös tapasztalata, hogy az elmúlt fél évszázad alatt kibontakozó informatikai és telekommunikációs forradalom alapvetően és mélyrehatóan változtatta meg az emberi információkezelési és -közlési technikák feltétel- és lehetőségrendszerét. Az elektronikus-digitális információfeldolgozás, a multimédia, a hipertext, a virtuális és kiterjesztett valóság, az összekapcsolt adatbázisok és a globális kommunikációs hálózatok – mindezek radikálisan átfomálták információs környezetünket. Adott annak a lehetősége, hogy az információs univerzum adattömegét kreatív és innovatív módon összekapcsoljuk a megértést és a tudásszerzést elősegítő mintázatokká.

– A gyakorlatilag korlátatlanná vált interperszonális hálózati kommunikáció a tanulás társas jellegének korábban elképzelhetetlen dimenzióit tárja fel.

– A rendelkezésre álló információs erőforrások a spontán, önálló tudásépítésnek a megelőző történel-



**...a digitális pedagógia
– teljes lehetséghorizontját tekintve – nem csupán a tradicionális oktatás pótléka szükséghelyzetben, nem is a tanítás eddigi formáinak kiegészítése, hanem a tanítás és tanulás évezredek során kialakult rendszerének digitális, hálózati transzformációja...**

mi korokban ismeretlen és elképzelhetetlen formáit és lehetőségeit biztosítják, így elősegíthetik a személyes tudás színtje korlátlan fejlesztését.

– A tanulászervezés és a tanulástámogatás új, személyhez alakítható formái minden korábbi eljárásnál alkalmasabbak lehetnek a megkívánt tudástartalmak, kompetenciák, attitűdök, viselkedésformák hatékony ki- és átalakítására, illetve az emberi tevékenységek széles körének optimális támogatására.

– A mesterséges intelligencia fejlesztésének legújabb eredményei az ember–számítógép együttműködés új, beláthatatlan távlatú formáit teszik lehetővé.

A kulturális környezetünkben igen rövid idő alatt bekövetkezett széles körű és mélyreható változások komoly kihívást jelentenek mind a neveléstudomány, mind a pedagógiai praxis számára. A 21. század elején tevékenykedő tanárnak, kutatónak rendelkeznie kell olyan műveltséggel, szemlélettel és kompetenciarendszerrel, amely képessé teszi a folyamatosan bővülő információ- és kommunikációtechnikai eszköztár által kirajzolódó lehetőséghorizont felismerésére, adekvát és konstruktív pedagógiai válaszok, illetve kutatási programok megfogalmazására és azok megvalósítására. Az új tanári műveltség részét képezi annak a megértése is, hogy az elektronikus információs és kommunikációs technológia beépülése a társadalomba a humán kommunikációs kultúra új korszakának kezdetét jelenti. A digitális technológia a természetről, az emberről és a társadalomról való gondolkodásunkat is befolyásolja; új nézőpontokat és szemléleti kereteket nyújt az értelmezésnek és elemzésnek a neveléstudomány és a pedagógiai praxis területén is. Ezt az új műveltség- és kompetenciakomplexumot digitális pedagógiai kultúrának is nevezhetjük.

A digitális pedagógiai kultúra összetevőire irányuló vizsgálódásaink során központi kategóriánk a tanulási környezet. Úgy gondoljuk, a tanulás és a tanítás környezeti hatásrendszerében jól megragadhatóan nyilvánulnak meg az információkezelés átfogó és általános digitalizációjának a humán kogníciót forradalmasító új elemei – amennyiben vannak ilyen elemek. Meggyőződésünk, hogy a jelenségek átfogó, mélyebb megértéséhez a tanulási környezet fogalmát a korábinál kiterjedtebben kell értelmeznünk – beágyazva azt a humán kogníció fejlődéstörténetének, a kulturális evolúció egészének folyamatába. Ebben a felfogásban az információs, hálózati társadalom interszubjektív, interperszonális tranzakciónak minden színtere integráns része az aktuálisan rendelkezésre álló tanulási környezeteknek.

Tanulmányunkban a tanulási formák áttekintése után a tanulási környezetek alapváltozatait pozicionáljuk a humán kognitív architektúra evolúciós ívében, majd körvonalazzuk egy „digitális átállás” paradigmatis elemait, illetve perspektíváit. Bár a tanulmány a Covid-19 járvány idején készült, a munka nem tartalmaz a globális válság részeként megjelent oktatási szükségállapotra adott reflexiókat, és eltekint az oktatás időleges digitális átállításából adódott tapasztalatok értékelő elemzésétől is. Úgy véljük ugyanis, hogy a digitális pedagógia – teljes lehetőséghorizontját tekintve – nem csupán a tradicionális oktatás pótléka szükséghelyzetben, nem is a tanítás eddigi formáinak kiegészítése, hanem a tanítás és tanulás évezredek során kialakult rendszerének digitális, hálózati transzformációja, részeként egy forradalmian új humán információs és kommunikációs kultúra kibontakozásának.

A genetikai átadástól a gépi tanulásig

■ A tanulás – legáltalánosabb, rendszerszemléletű definíciója szerint – nem más, mint egy rendszerben vagy annak irányító részrendszerében a környezettel kialakult kölcsönhatás eredményeként bekövetkező, adaptív és többé-kevésbé tartós változás. Ez az értelmezés olyan kiterjesztése a tanulás fogalmának, amelybe – az egyéni és a társas tanuláson túl – a genetikai átadás és a gépi tanulás is beilleszthető, így téve lehetővé a tanulási folyamatok egységes, koevolúciós keretrendszerben történő vizsgálatát.

A *genetikai átadás* során az állatok génkészletében, a genomban rögzültek azok a programok, amelyek a külvilág standard vagy lassan változó jellemzőire adandó viselkedési válasszinták kialakítására irányulnak. Ezek a programok teszik képessé a különböző fajok egyedeit a környezet bizonyos részeihez, illetve hatásaihoz történő alkalmazkodásra. A biológiai evolúció során nagyobb eséllyel adják tovább utódaiknak a sikeresnek bizonyult génkészletüket, genomjukat azok az egyedek, amelyek a túlélésre legalkalmasabb programokat tartalmazzák (természetes szelekció). A változó, adaptálódó rendszer a populáció, amelynek génkészletében a genetikai átadás eredményeképpen jelentős mennyiségű „tudáskészlet” halmozódott fel.² Ez a tudás mindig a múltra vonatkozik, sikere probabilisztikus (valószínűségi jellegű), és nagyfokú determinációt jelent az egyedek szintjén. A tanulás alanya ebben az esetben egy általános evolúciós entitás, a populáció és nem az egyedi létező. A genetikai átadás felfogható úgy is, mint szuperindividuális tudásakkumuláció.

Az *egyéni tanulás* képessége a fejlett központi idegrendszerrel rendelkező állatok jellemzője. A tanulásnak ez a formája lehetővé teszi a környezet gyorsabban változó paramétereire való egyedi alkalmazkodást. Segítségével az élőlény képes a környezetében szabályszerűségeket, mintázatokat azonosítani és ennek megfelelően viselkedni. A genetikai átadás során kapott „túlélőkészlet” tehát kiegészül az egyedi tapasztalatszerzés rugalmas, gyors reagálású információs rendszerével. Minden fejlett központi idegrendszerrel rendelkező gerinces állat kettős „tudáskészlettel” rendelkezik: a genetikai kódban foglalt „instrukciók” és az agyban kialakított belső reprezentációk együttes rendszerével. Míg a genom az evolúciós régmúlt tapasztalatait tárolja (az ősi világokra vonatkozó leírások tárháza), addig az agy a mindenkori jelen környezeti reprezentációit és viselkedési válaszmodelljeit készíti el.

Az a tudás azonban, amely az állatok belső reprezentációs rendszerében, a környezetről alkotott modelljeikben felhalmozódik, konkrét kontextusokhoz és szituációkhoz kötődő, az idegrendszer saját világába zárt, „személyes” tudás. Életük a mindenkori jelenhez kapcsolódva, epizódok sorozataként játszódik le, emlékezeti rendszerük a velük történt események reprezentációjára épül. Azon túl, hogy elméjük tartalmához csak korlátozottan férhetnek hozzá, aktuális reprezentációik egymással történő megoszthatósága is rendkívül korlátozott. Az emberi elme kifejlődésének, a tanítás és tanulás változatos formái kialakulásának története nem más, mint az a folyamatos, amelynek során a személyes tudás – birtoklója számára – szabadon hozzáférhetővé, módosíthatóvá³ és a társaknak átadhatóvá, illetve azoktól átvehetővé vált a kulturális átadás folyamataiban.

A *kulturális átadás* – a genetikai átadással szemben – lehetővé teszi a fajtársak egyéni tanulás eredményeképpen megszerzett tapasztalatainak, tudásának átvételét (társas tanulás). Bár az állatoknál is előfordul (legkifejezettebben a főemlősök körében), igazán hatékony, komplex formájában csupán fajunk, a homo sapiens jellemzője. Csak az ember képes saját belső reprezentációit, személyes valóságértelmezéseit másokkal megosztani, csak mi rendelkezünk az ehhez szükséges hatékony kommunikációs képességekkel, eljárásokkal és eszközökkel.⁴ Ahogyan a külvilág modelljei finomodtak, az emberi pszichikum egyre alkalmasabbá vált az önreflexióra, valamint a szándék- és gondolatulajdonítás műveleteire. A kultúrában élő ember másnak és másképpen látja a világot és benne a társakat, mint az epizodikus létezés világába zárt lények. Sajátosan emberi konstrukciós tevékenység a szociogenezis: ez valós vagy virtuális együttműködésen alapuló társas találékonyság, amely lehetővé teszi olyan alkotások létrehozását, amelyeket a résztvevők egyedül nem tudtak volna megvalósítani. A szociogenezis eredménye az a változatos eszköz- és szimbólumvilág, amelyben élünk.

A *gépi tanulás* lehetősége a digitális számítógépes rendszerek fejlődése következtében vált napjaink realitásává. Az elmúlt évtizedekben az információs műveletek egyre több elemét sikerült algoritmizálni, digitalizálni, számítógépre vinni – ezzel megkezdődött az algoritmizálható agymunka gépesítése. A mesterségesintelligencia-kutatás és -fejlesztés legújabb eredményeinek köszönhetően lehetővé vált az önmaguk továbbfejlesztésére al-

kalmas algoritmikus rendszerek létrehozása. A gépi tanulás (machine learning), illetve a mélytanulás (deep learning) terminusokkal jelölt technológiai megoldások lehetővé teszik a számítógépek számára, hogy folyamatos emberi közreműködés nélkül végezzék az adathalmazok „elemzését”, a jellemző mintázatok „azonosítását”. Jelenleg (2021) nem világos a kutatók számára, hogy van-e határa az ilyen programok önfejlesztő képességének.⁵ A teljesen automatizált, magas szintű gépi problémamegoldás a jövőben meghaladhatja az emberi agy teljesítőképességét. Vannak, akik úgy gondolják, hogy létrehozhatók lesznek emberhez hasonló intellektuális képességű, sőt akár az emberi intelligenciát túlszárnyaló gépek is. Néhányan azt is elképzelhetőnek tartják, hogy az emberi elme – mintegy szoftverként – átvihető lesz számítógépekre. Ma még nem mérhető fel, hogy a „mesterséges intelligencia” továbbfejlesztésére irányuló kutatások a jövőben merre vezetnek, sem az, hogy hol vannak azok a határok – egyáltalán léteznek-e –, amelyek a nagyigényű fejlesztéseknek gátat szabnának.

A tanulás alapformái korrelálnak a bolygónkon kialakult információs rendszerek Beniger által leírt változataival.⁶ Az amerikai kutató – ma már klasszikusnak tekinthető – könyvében az irányítás négy, egymásra épülő szintjét különböztette meg: a DNS-molekulák (sejtműködés), a gerincesek agya (tanult viselkedés), az egyének együttes konstrukciói, formális és informális szervezetei (kultúra, társadalom, bürokrácia) és az információfeldolgozó gépek (infokommunikációs technológia). A tanulás molekuláris, neurális, társadalmi és gépi szintjei funkcionálisan egymásra épülnek, és kölcsönös függőségben vannak. A kulturálisan programozható agyak létezésének feltétele az agy kialakulását vezérelő gének működése (az első szint). Az egyes agyi területeken neuronok tömege „kommunikál” egymással. Az információs rendszereknek ez a második szintje (a pszichikus információk világa) több szempontból is kitüntetett, középponti helyzetben van. Az emberi elmék kölcsönhatásrendszerében (interszubsztitívitás) születtek és születnek meg azok a kreatív gondolatok (ideakonstrukciók, mémek), amelyek „megtestesülnek” a harmadik és a negyedik szinten. Ugyancsak az emberi pszichikum az, amely úgy modellezi az első szinten lejátszódó folyamatokat, hogy azokat információs kölcsönhatásokként fogja fel. Az emberi elme tehát egyrészt a tőle függetlenül létező első szint értelmezője, másrészt oka, létrehozója, formálója és magyarázója a harmadik és negyedik szintnek.

Az információs, hálózati társadalomban a társadalom működését irányító információfeldolgozás az emberi pszichikumok és az információfeldolgozó artefaktumok között megosztva történik. A gépek felhasználásával történő információfeldolgozás rohamos fejlődése azonban olyan elképzeléseket és félelmeket is generál, hogy gépi szakértői rendszerek fogják majd átvenni az irányítást, újraparendezve esetleg ezzel a korábbi hierarchikus viszonyokat.

A tanulási környezet kiterjesztett fogalma és transzformációi

■ A kulturális átadás színtere az emberi egyedfejlődés sajátos „kulturális ökológiai fülkéje”, ahol a „kulturális programozás” történik. Ezt a környezeti hatásrendszert Tomasello „kognitív habitusnak” nevezte el.⁷ A fogalom olyan „ontogenetikus” fülkét jelent, ahol a „kognitív erőforrások” – az egymást követő generációk hosszú sora által létrehozott eszköz-, idea- és szimbólumvilág – koncentráltan vannak jelen.⁸ Ez a környezet jelenti a hátteret a fiatalok kognitív fejlődéséhez; olyan fizikai, biológiai és kulturális adottságrendszer, amelybe az ember beleszületik, amely hatással van rá, amelyen keresztül tanul – és amely egész életén keresztül orientálja és formálja. Az antropogenezis, illetve az emberi történelem során a kognitív habitusnak három alapformája alakult ki – napjainkban vagyunk tanúi egy újabb változat kibontakozásának. Az egyes kognitívhabitus-alaptípusokra jellemző egy-egy *sajátos interfészrendszer*, amelyen keresztül az elme és a kulturális környezet interakciói zajlanak.

A kognitív habitus alapformáinak kialakulását nyomon követhetjük Merlin Donaldnak a humán kognitív architektúra evolúcióját felvázoló könyvében.⁹ Elmélete szerint a mai ember elméje három egymásra épülő szakaszban formálódott ki a főemlős elmeszer-

kezet biológiai bázisán a legtágabb értelemben vett információtechnológiai tényezők interakciós terében. Az egyes szakaszokon belüli kismértékű, adaptív változások kumulálódása vezetett az egyre újabb szintek megjelenéséhez, melyek radikális változást hoztak a mentális reprezentáció, a gondolkodási szokások és a kommunikáció jellegét illetően. Mindhárom szint jelentősen kiterjesztette az emberi kogníció lehetőséghorizontját, és – alapvetően átformálva az emberi közösségek információs világát – a megismerési és a közlési eljárások új, kreatív biológiai, kulturális és technológiai megoldásait, illetve eszközeit eredményezte. A Donald által mimetikus kultúrának nevezett első szint (az első humán kulturális közösség) új kommunikációs eljárása a mimézis, amely a test kommunikációs eszközként történő használatát jelenti. A második szint, a „mitikus kultúra” újonsága a nyelv és vele a szimbolikus kogníció absztrakt, nyitott világának megjelenése. A harmadik szint, a teoretikus kultúra pedig külső, nem biológiai memóriaeszközök (külső szimbolikus táruk)¹⁰ és szimbólumkezelő technológiák konstruálásában mutatkozott meg. Az elméműködés újabb változatai nem szüntették meg a korábbiakat, azok a mai elmeszerkezetnek is integráns, funkcionális részelemeit képezik.¹¹

A kulturális-kognitív evolúció során a változó kognitív habitusok új lehetőségekkel gazdagították a tanulási környezetek hatásrendszerét, bővítve a lehetséges pedagógiai interakciók körét. Az antropogenezis és a korai emberi történelem során kizárólag a mimézis és a beszéd jelentette a kulturális átadáshoz rendelkezésre álló eszközkészletet. Az emberiség fejlődésének csak a közelmúltjában jelentek meg a külső szimbolikus táruk különböző változatai – amelyek technikai, kiegészítő kognitív hardvereknek tekinthetők – és velük együtt a kognitív habitus egészétől elkülönített, mesterséges tanulási környezetek. Napjainkban pedig az újabb technikai kognitív hardver, a könyvfelület kiegészítő (felváltó?) képernyő hatására a korábban a könyvek által meghatározott tanulási környezetek újabb átalakulása történik. Ez a folyamat feltehetően visszavezet a tanulás természetesebb formáihoz, és az is lehetséges, hogy a szűkebb értelemben vett mesterséges tanulási környezet és a holisztikusan értelmezett kognitív habitus szétválásának megszüntését eredményezi.

Természetes tanulási környezetek – elsődleges interfész

■ A donaldi első két átmenet eredményei – a mimézis és az erre épülő beszéd – olyan mértékben integrálódtak, hogy azokban az emberi közösségekben, amelyekben az integráció már végbement, célszerű ezeket az emberiség természetes kognitív habitusának tekinteni. Itt a „face-to-face” kommunikációnak ez a kettős alapzata jelentette a kommunikáció és a kulturális átadás kizárólagos eszközét. A fejlődésnek ebben a hosszú, az emberi természetet meghatározó szakaszában nem vált szét kognitív habitus és tanulási környezet; a tanítás és a tanulás a mindennapi létezés természetes velejárója volt. Feltehetően már a homo erectus világában jelen voltak a közös tudás megőrzésére, átadására és továbbfejlesztésére szolgáló eljárások és viselkedésformák háttérrendszerei, a tanító és a tanuló ember viselkedési alampintázatai.¹²

Első közelítésre úgy tűnik, hogy az emberi agyat és környezetét összekapcsoló elsődleges interfészrendszer megegyezik az emlésgy alapszerkezetének kognitív architektúrájával. Az emberre jellemző tudatos tapasztalat, az emberi gondolkodás és érzetminőség szubjektív világa azonban (egyelőre?) nem magyarázható meg az objektív tapasztalás számára hozzáférhető, részecskékből és erőterekből szerveződő matéria struktúráival és mintázataival. Ezért igen keveset tudunk belső virtuális világunk létrejöttének és működésének mechanizmusairól. Figyelembe véve ezt a nyilvánvaló tudáshiányt, nagyon óvatosnak kell lennünk, amikor mentális jelenségeinket – beleértve a tanulást is – értelmezzük és magyarázzuk. Konrad Lorenz evolúciós episztemológiai alapművében a világ reprezentációjának megjelenését agyunkban olyan „tükörhöz” hasonlítja, amelynek mögöttes, hátsó oldala határozza meg, hogy az mit mutasson meg számunkra a valóságból, és hogyan.¹³ Környezetünk valós és virtuális artefaktumainak és minden további, járulékos interfésznek ez a különös „tükör” a kreatív forrása.

A Gutenberg-galaxis tanulási környezete – a második interfész

■ Az extraszomatikus információátvitel lehetőségének felismerése és az erre szolgáló eljárások kidolgozása forradalmat idézett elő az emberi kogníció területén. Az addig csak emléknymokban létező reprezentációk (engramok az agyban) kihelyezhetők lettek az ún. „külső szimbolikus tárolórendszerekbe (KTR)”, illetve a „külső emlékezeti mezőkbe”.¹⁴ A memórián kívüli külső emlékeztető jelzésekkel (exogramok) a belső, interszubjektív reprezentációk materializálódtak, nyilvánossá, tartóssá és általánosan elérhetővé váltak. Szubjektív világunk virtuális interfésze és a külvilág között megjelent egy közbeiktatott, közvetítő másodlagos interfész. A kognitív habitus egészétől elkülönült tanulási környezet, a szervezett, formális oktatás az új interfész, a könyv köré épült, és a könyvnyomtatás hatására átalakult Európa lenyomatát viseli.

A külső szimbolikus táruk széles körű használata – az individuális elmék működésének átszervezésén túl – „átformálta a társadalom kollektív architektúráját is, megváltoztatva az emberi közösségek gondolkodását és emlékezeti technikáit”.¹⁵ A külső emlékezeti mező változatos fizikai rendszerekben testesülhet meg, de a könyvlap tekinthető a kihelyezett szimbólumokat használó – Donald által „teoretikusnak” nevezett – kultúra reprezentációs felületének. Ez a csaknem fél évezrede változatlan „kommunikációs interfész” a modern ember gondolkodási szokásait jelentős mértékben formáló speciális artefaktum, amely a könyvbeliség kultúrája kognitív habitusának legfőbb foglalatja.¹⁶

A hálózati világ tanulási környezete – a harmadik interfész

■ Az emberi információkezelés történetének a könyvlap, a betűk és az olvasás által uralt fél évezredes intervallumát Marshall McLuhan Gutenberg-galaxisnak nevezte el.

Ő fogalmazta meg azt a feltevést is, hogy az – akkor még születőben lévő – új információs technológia, az elektronikus médiumok világa – amelyet Marconi-, illetve Edison-konstellációnak nevezett – alapvetően át fogja formálni a könyvbeliségen alapuló hagyományos információs világot és ezen keresztül az egész társadalmat.¹⁷ Most, 60 évvel később elmondhatjuk, hogy az elektronikus információs világ dominanciája szinte teljessé vált. Az immár „információs” társadalom információ- és kommunikációtechnikai rendszerei a korábbiakhoz képest három új elemmel bővültek. Az egyik az új típusú külső szimbólumtároló eszköz, amely – határtalan adattároló kapacitása mellett – képes műveletek végzésére is.¹⁸ A Gutenberg-galaxis számára kihívást jelentő információs világ másik új eleme az elektronikus-digitális telekommunikációs technológiák kidolgozása és gyors iramú fejlődése. Az elektromos távíróval kezdődő folyamat történelmileg rövid idő alatt vezetett el a modern társadalmak közvélemény-formáló vezérmédiumáig, a mindennapi jelen lévő televízióig.¹⁹ A 20. század utolsó évtizedében a gépi információfeldolgozás és a telekommunikáció integrációjának eredményeképpen jött létre a világháló (world wide web), amely napjainkban egységes információs és szabályozási rendszerre integrálja a tömegkommunikációs és informatikai részrendszereket.²⁰

A harmadik új elem az új információs univerzum emblematisz felülete, a képernyő. Ez a „harmadlagos interfész” is külső emlékezeti mezőnek tekinthető, azonban a könyvlaphoz képest különös sajátosságokkal rendelkezik. Míg a könyvlapon a világ statikus szimbólumokba és ikonokba sűrítve jelenik meg („The world on paper”, ahogyan David Olson közismert könyvének címe implikálja²¹), addig a képernyőinterfész olyan tükör, amelynek – a tudatos tapasztalás neurális háttérvilágához hasonlóan – van másik oldala. A képernyő mögött (is) egy elképesztően komplex, dinamikus, hálózatba szervezett rendszer van, ennek összetevői alkotják az új információs világ megkülönböztető jellemzőit. A külső szimbolikus környezet és vele együtt a kognitív habitus folyamatban lévő átalakulását sem érzékelteti jobban, mint a külső emlékezeti mezőnek ez a „metamorfózis”.²² A digitális pedagógia egyik legnagyobb kihívása az új interfész hatáseggyüttesének didaktikailag hatékony tanulástámogató rendszerre szervezése.

■ A 21. század elejére olyan mértékben változott meg az embert körülvevő szimbolikus és tárgyi környezet, hogy annak messzemenő következményei valószínűsíthetőek a tanulás jövőbeli feltétel- és lehetőségrendszerét illetően. Az már ma is világosan látszik, hogy a digitális tanulási környezetek működésének, szerepének és különösképpen a bennük rejlő lehetőségeknek az értelmezésére a korábbi rendszerszemléletű tanítási-tanulási folyamatmodellek nem vagy csak korlátozottan alkalmazhatók.²³ Ezek ugyanis lényegében a tradicionális pedagógiai paradigma keretein belül maradnak, amelyet az oktatás, iskola, tanítás, tanterv, tananyag, tankönyv fogalomrendszerben való gondolkodás primátusa határoz meg. A hálózati társadalom tanulási környezetének leírására (amennyire ma ez egyáltalán lehetséges) olyan holisztikus folyamatmodellekre van szükség, amelyek számolnak a tanulási környezet információs és kommunikációs erőforrásainak totális delokalizációjával, a szuperpozíciók végeláthatatlan során keresztül transzformálódó virtuális osztályteremmel,²⁴ és figyelembe veszik a tudásról, a tanításról és a tanulásról való gondolkodás megváltozását is.²⁵

A tanulási környezetről történő gondolkodás új, kreatív és innovatív formái nem téveszthetik szem elől azt a tényt sem, hogy a tanulóknak a világra vonatkozó elsődleges információforrása egyre kevésbé az iskola, ezért a tanár elsődleges funkciója nem az információátadás. A Web 2.0 felületeken, a közösségi médián és a felhőalapú technológiákon alapuló alkalmazások rendszeres használata a diákok természetes, mindennapi tevékenysége: ez jelenti társas életük szervezésének legfontosabb kommunikációs eszközét.²⁶ A diákok közösségi platformokon történő kommunikációja azonban nem teljes értékű tanulási hálózat, és nem is alakul át ilyenné automatikusan. A „digitális bennszülöttek” csak a társas kommunikáció eszköz- és alkalmazásrendszerének területén otthonosak, a hálózati erőforrásoknak személyes tanulásukat hatékonyan támogató rendszerre szervezésében többnyire tapasztalatlanok, támogatásra és ösztönzésre szorulnak. Ráadásul a tudás státusza is megváltozott, birtoklása, hordozása leértékelődött, kritikus, kreatív felhasználásának a képessége került előtérbe.

A kialakulóban lévő kognitív habitus egyik legerősebb és legvalószínűbb trendje a hálózatalapú tudásszerzés normává válása. A hálózati tanításnak és tanulásnak ez az új kultúrája most formálódik. Az ebben a környezetben adekvát tanári professzió lényeges eleme az, hogy elősegítse azon tudások és képességek elsajátítását, amelyek a webes tanulási erőforrások hatékony, biztonságos, etikus használatához szükségesek. Elsősorban olyan belső orientációs tudásstruktúrák és képességek kialakulását kell segíteni, amelyek alkalmassá teszik a tanulókat a hálózaton található információk, a „világtudás” elemeinek „letöltésére”, és amelyek a webvilágban történő eligazodáshoz és az eredményes navigációhoz szükségesek. A globális hálózati információs univerzum annak a számára válik szerves, természetes tanulási környezetté, aki olyan kognitív habitusban fejlődik, amelynek hatásrendszere képessé teszi őt arra, hogy szenvedélyes és magabiztos, a szükséges kognitív, perszonális és társas kompetenciákkal rendelkező tanuló személyiség legyen. Az iskola – két autonóm, evolúciósan determinált és változó rendszer, az elme és a kultúra közé illesztve – akkor tud ehhez hozzájárulni, ha a korábbinál nyitottabb mindkét irányban. Szerepe a jövőben is jelentős lehet, mivel kitüntetett színtér abban a folyamatban, amelynek során a mindenkori kulturális környezet hatásrendszerének asszimilációjával az emberi szubjektumok felépítik saját belső világukat. Sajátos interfész a kultúra interszubjektív univerzuma és a kozmosznak az egyes emberi agyakban megtestesülő részrendszerei között.

Az új kognitív habitusban gyorsulva változó, dinamikus információs világ bontakozik ki, amelyben az interakció – ezen belül az interperszonalitás – egyre újabb formái jelennek meg. Nem megkerülhető kérdés az új tanulási környezetekben az egyes tanulási formák és az interfészek kölcsönhatásrendszerének a perspektívája. A genetikai átadás molekuláris kölcsönhatásokon alapuló folyamatai és az egyéni tanulás neuronhálózatok

kapcsolatain felépülő jelensége tőlünk független, autonóm entitások. Ezek az evolúciós technológia műhelyében évmilliókon keresztül formálódott, finomodott, mára alapvetően zártnak tekinthető rendszerek. Működésük eredményeképpen vált lehetővé a kulturális átadás és a szociogenezis nyitott, kreatív konstrukciókat lehetővé tevő interszjektív univerzuma. Ennek a társas szférának az alakítása van a mi kezünkben. A kreatív konstrukciók legigéretesebb változata napjainkban a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás területe. A mesterséges intelligencia az élet szinte minden területére behatol, használata a társadalom egyre több alrendszerében válik általánossá és nélkülözhetetlenné. Kétségtelen, hogy a tanulás korábbi formáit sem hagyja változatlanul. A mesterséges intelligencia algoritmusaival realizálhatóvá válnak a bevezetőben említett lehetőségek arra, hogy a tanulástámogató hatásrendszereket optimalizáljuk.

Az információs rendszerek és a hozzájuk kapcsolódó tanulási formák harmadik és negyedik szintje, a társadalmi-kulturális szféra és a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás rendszere gyorsan változik; moderálásuk, a változások irányának és mértékének befolyásolása komoly kihívást jelent számunkra. A mesterséges intelligencia által felerősített genetikai manipulációs képesség, valamint az agy és a számítógép közvetlen összekapcsolásának küszöbön álló lehetősége reális közelségbe helyezi gondolkodásunk és értékrendszerünk materiális hordozójának a módosítását, működésének megváltoztatását is. Ez azonban – megítélésünk szerint – beláthatatlan kockázatokkal járhat. Az emberiségnek alapvető érdeke az évmilliók alatt kialakult kognitív architektúránk integritásának biztosítása, ezért továbbfejlesztésének transzhumanista programja alapos és kritikus átgondolást igényel. Úgy gondoljuk, hogy szubjektív mentális világunk képes lesz az újabb interfész és a mögöttes algoritmikus rendszerek kulturális adaptálására anélkül, hogy működésének alapvonásai megváltoznának.

A tanulmány bevezetésében idézett Ian Morris könyvének zárófejezetében olyan jövőképet vázol fel, miszerint az emberiség alternatíva előtt áll: vagy a szingularitás, vagy a katasztrófa következik be.²⁷ Elképzelése szerint a homo sapiens a 21. század kemény kihívásainak a hatására úgy formálódik majd át, hogy olyan új típusú aggyal fog rendelkezni, amely biológiai és gépi részekből tevődik össze.²⁸ A szingularitást lényegében Ray Kurzweil forgatókönyve szerint képzeli el. Kurzweil – akinek *A szingularitás küszöbén* című könyve magyarul is megjelent – úgy gondolja, hogy 2045 körülre a számítógépek kapacitásának növekedése lehetővé teszi, hogy a szén- és a szilíciumalapú intelligencia egyetlen globális tudatossággá olvadjon össze, és szétterjedjen a kozmoszban.²⁹ Ezt a szcenáriót sokan – köztük e sorok írója – nem tudják elgondolni. Hogyan lehet olyan jövőképet felvázolni, amely ettől a kényszerítő erejűnek tűnő víziótól eltérő? A kiút a szingularitás másféle értelmezése lehet. Hogy a Kurzweil által elképzelt szingularitás valaha megvalósul-e (egyáltalán megvalósítható?), azt nem tudjuk, de a múltban már bizonyos volt legalább egy szingularitás. Ez pedig a tudat felvillanása, az emberi szellem megjelenése. Tudatos mérlegelési képességünknek és szabad akaratunknak köszönhetően talán remélhetjük, hogy a katasztrófa és a gépvilág nem alternatíva, hanem Szküllá és Kharübdisz, amelyek között a homo sapiens – integritását és egyediségét megőrizve – mégiscsak képes lesz elnavigálni.

■ JEGYZETEK

1. Ian Morris: *Why the West Rules – For Now: the Patterns of History and What They Reveal About the Future*. Profile Books, London, 2010.
2. „A faj génállománya mint egész idomul ahhoz a környezethez, amellyel az ősök találkoztak. A mi DNS-ünk [...] azon világok kódolt leírása, ahol őseink éltek és fennmaradtak [...]. Az afrikai pliocén digitális archívumai vagyunk [...]” Richard Dawkins: *Szivárványbontás*. Vince Kiadó, Bp., 2001. 253.
3. „[...] az állati elme teljes mértékben a külső környezet és a belső életfenntartó ingerek szabályozása alatt működik. Az emberi elme viszont képes arra, hogy önaktiválására korábbi reprezentációit is felhasználja, vagyis bizonyos értelemben egyre függetlenebbé vált a külső szabályozástól.” Csányi Vilmos: *Az emberi viselkedés*. Sanoma Budapest Kiadói Zrt., Bp., 2006. 172.
4. Az emberi kommunikáció „gondolati reprezentációk cseréjére alkalmas médium”, nyitott, generatív rendszer, szemben az állatok zárt, genetikailag determinált belső állapotok összehangolására, illetve környezeti változások jelzésére alkalmas jeladó rendszerével. Uo. 75.

5. Nick Bostrom: *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press, Oxford, 2016; Yuval Noah Harari: *Sapiens. Az emberiség rövid története*. Animus Kiadó, Bp., 2015; Csepeli György: *Ember 2.0. A mesterséges intelligencia gazdasági és társadalmi hatásai*. Kossuth Kiadó, Bp., 2020.
6. James R. Beniger: *Az irányítás forradalma. Az információs társadalom technológiai és gazdasági forrásai*. Gondolat Kiadó – Infonia, Bp., 2004.
7. Michael Tomasello: *Gondolkodás és kultúra*. Osiris Kiadó, Bp., 2002.
8. A „kognitív erőforrások” kifejezést Tomasello használja, például: „az emberek úgy össze tudják gyűjteni kognitív erőforrásaikat, ahogyan más állatfajok nem”. Tomasello: i. m. 13.
9. Merlin Donald: *Az emberi gondolkodás eredete*. Osiris Kiadó, Bp., 2001.
10. Merlin Donald alkotta kifejezés, angolul: „external symbolic storage”.
11. Donald: i. m. 13.
12. Baross Júlia – Király Ildikó: *A Természetes pedagógiáról dióhéjban: A kulturális tudás hálójában*. Opus et Educatio 2017. 1. sz. 18–28.
13. Konrad Lorenz: *Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer naturgeschichtlichen menschlichen Erkennens*. Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 1977.
14. Merlin Donald alkotta kifejezések, angolul: „external symbolic storage system” és „external memory field”.
15. Donald: i. m. 304.
16. Elizabeth L. Eisenstein: *The Printing Press as an Agent of Change: Communication and Cultural Transformation in Early Modern Europe*. I–II. Cambridge University Press, New York, 1979; Marshall McLuhan: *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man*. University of Toronto Press, Toronto, 1962.
17. McLuhan: i. m.
18. „Az alap KTR-hurok egy gyorsabb, hatékonyabb memóriaszakkal egészült ki, amely külsővé tett bizonyos, a biológiai memória által használt kutató és letapogató műveleteket. A számítógép az emberi kognitív műveleteket egy új világba viszi; a számítógépek olyan műveleteket tudnak végrehajtani, melyek az öreg hibrid elrendezés határain belül nem voltak lehetségesek. Sok rendezőszabály és kutatófunkció, ami teljesen a biológiai memórián belül volt, most a külső memóriarendszerekben lakozik.” Donald: i. m. 308–309.
19. A folyamat részletes ismertetése: Komenczi Bertalan: *A gépi információtechnika korai formái*. In: *Uő: Információ, ember és társadalom*. EKF – Liceum Kiadó, Eger, 2009.
20. Tim Berners-Lee: *Weaving the Web*. Harper Collins, New York, 2000.
21. David R. Olson: *The World on Paper: The Conceptual and Cognitive Implications of Writing and Reading*. Cambridge University Press, Cambridge–New York, 1994.
22. Ennek a metamorfózisnak a részletes kifejtése: Komenczi Bertalan: *Elektronikus tanulási környezetek sajátosságai – elméleti megközelítések és modellek*. In: Benedek András – Golnhofer Erzsébet (szerk.): *Tanulmányok a neveléstudomány köréből, 2013 – Tanulás és környezete*. MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság, Bp., 2014.
23. Egy ilyen modell ismertetését találjuk például Báthory Zoltán könyvének 22. oldalán: Báthory Zoltán: *Tanulók – iskolák – különbségek*. OKKER Kiadó, Bp., 1997.
24. Szűts Zoltán: *Digitális pedagógia módszertanok a VUCA (gyorsan változó, kiszámíthatatlan, bonyolult, elmentmondásos) világában*. Iskolakultúra 2020. 7. sz. 76–90.
25. Henry J. Perkinson: *Learning from Our Mistakes: A Reinterpretation of Twentieth-Century Educational Theory*. Greenwood Press, Westport, CT, 1984; Gary A. Cziko: *Without Miracles: Universal Selection Theory and the Second Darwinian Revolution*. MIT Press, Cambridge, MA, 1995; Olusola O. Adesope – A. G. Rud (eds.): *Contemporary Technologies in Education: Maximizing Student Engagement, Motivation, and Learning*. Springer Nature Switzerland AG, Cham, 2019.
26. Tóth-Mózer Szilvia: *A gyermekkép az információs társadalom hajnalán*. In: *Oktatásinformatikai módszerek. Tanítás és tanulás az információs társadalomban*. ELTE Eötvös Kiadó – ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar, Bp., 2013; Csepeli: i. m.
27. Ian Morris: *Why the West Rules – For Now: the Patterns of History and What They Reveal About the Future*. Profile Books, London, 2010. 618.
28. Többek között Csepeli György is utal erre a lehetőségre: Csepeli: i. m. 24.
29. Ray Kurzweil: *A szingularitás küszöbén*. Ad Astra, Bp., 2013. Kurzweil lehetségesnek tartja azt is, hogy a számítógépek és az emberi agyak összeolvadása csupán egy átmeneti fázis lesz, mielőtt a mesterséges intelligencia veszi át a homo sapienstől a vezető szerepet.