

A történetmesélés mint pedagógiai eszköz a természettudományos oktatásban

A természettudományos oktatás népszerűtlen. Mi sem igazolja ezt jobban, mint hogy a diákok közül kevesen választják hivatásul ezt a pályát, a tanári társadalom előregedik (Radnóti, 2009), és erre a szakterületre jellemző a tanárhiány. Szomorú ez, hiszen míg az általános iskolások körében a természetismeret tantárgy magasan vezet a kognitív fókuszú közismereti tárgyak kedveltségi listáját (Chrappán, 2017), a természettudományos tantárgyak önállósulásával, a tanulásukkal eltöltött idő növekedésével és a tanulói életkor előrehaladtával ez az attitűd jelentősen romlik (Chrappán, 2017; Csapó, 2000). Mindez azt igazolja, hogy a természettudományok oktatásában szemléletmódváltásra és a pedagógiai módszerek korszerűsítésére van szükség. Az elmúlt egy-két évtizedben világszerte elkezdődött a storytelling tudománynépszerűsítő projektekből való alkalmazása, ezzel egyidejűleg pedig az oktatásban való felhasználása is.¹ A célzott történetmesélésnek Magyarországon még nincs nagy gyakorlata, épp ezért a jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a storytelling módszerét mint a természettudományok tanítása megújításának egy lehetséges útját. A történetmesélés pozitív hatásait neurobiológiai kutatásokkal is alátámasztották, a módszer bemutatásánál röviden ezekre is kitérek. Pedagógiai szempontból megközelítve a storytelling hatékonysága például abban rejlik, hogy megjegyezhetőbbé teszi, bővebb kontextusba helyezi az információkat, segít a megfelelő sémák kialakításában is. A tanulmány során áttekintem a természettudományos történetmesélés különböző kategóriáinak jellegzetességeit, illetve az átláthatóság érdekében további típusokat különböztetek meg. Az ismertetés során nagy figyelmet fordítok a történetmesélés természettudományos tanórákon való alkalmazására, ezért az egyes típusok és altípusok bemutatását számos példával szemléltetem. Végezetül külön kitérek azokra a dilemmákra, nehézségekre, melyekkel a pedagógusok találkozhatnak a módszer alkalmazása során, illetve ezekre különféle megoldási lehetőségeket vázolok fel.

Bevezetés

A Pulitzer-díjas Deborah Blum 2010-ben kiadott *Méregkeverők kézikönyve* című művének a következő alcímet szerette volna adni: *Kémia, gyilkosság és a New York-i jazzkor igaz története*. Ám amikor elvitte a kiadóhoz a könyvét, az lebeszélte az írónt eredeti tervéről, mivel a kémia szó megjelenése a borítón jelentősen csökkentette volna a könyv eladási példányszámát. Így módosult hát az alcím a következőre: *Gyilkosság és az igazságügyi orvostan megszületése a New York-i jazzkorban* (Sanderson, 2013). Ez a történet jól szemlélteti, hogy már önmagában a kémia szó is képes egy sikeres író könyvétől elrettenteni az olvasótábort. Ugyanakkor ez nemcsak a kémia, hanem általában a természettudományok népszerűtlenségét jelzi.

Azt is sokan és sokféleképpen igazolták már, hogy a természettudományok oktatásában is szemléletmódváltásra és a pedagógiai módszerek korszerűsítésére van szükség. Gondoljunk csak az OECD által végzett PISA-vizsgálatra, amely során – mint az köztudott – a matematika és a szövegértés vizsgálata mellett a diákok alkalmazott természettudományi műveltségét is mérik. Érdemes megfigyelni a magyar adatok vonatkozásában, hogy míg 2006-ban diákjaink természettudományos műveltségterületen elért pontjainak átlaga 504 volt, az utolsó mérés során, 2018-ban, átlagosan 481 pontot értek el. A köztes években 2006-2015-ig monoton csökkenés volt tapasztalható, csupán 2018-ban volt egy 4 pontos növekedés az előző méréshez képest. Viszont még így is az OECD-átlag alatti az eredményünk. (Érdekességként: a természettudományos műveltségterületen legjobban Kína teljesített, itt a diákok átlageredménye 590 volt). A felmérésben részt vevő 79 ország közül Magyarországot természettudományos szempontból csupán a 29-34-ik helyezést érte el. A vizsgálatból az is kiderült, hogy a magyar tanulók szociokulturális háttere jelentősen befolyásolja eredményeiket, és más országokkal összehasonlítva hazánkban kevés olyan tanuló van, aki gyengébb szociokulturális háttere ellenére képes jobban teljesíteni.

Eddigi tapasztalataim is azt mutatják, hogy a természettudományos oktatás népszerűtlen, a diákok nagy része nem tartja használhatónak a biológia-, kémia-, fizika-, földrajz-, csillagászatórákon megszerzett tudást – úgy érzik, kevés kapcsolódási pontja van a mindennapi élettel. Ráadásul kevesen választják hivatásul a műszaki és természettudományos pályát. A természettudományos oktatásnak ezért reformokra van szüksége.

A megújulás egyik lehetséges útja a *storytelling* alkalmazása. Carmine Gallo, a téma neves kutatója a történetmesélést a következőképpen határozza meg: „A storytelling azt jelenti, hogy egy elképzelt narratív formába öntünk, hogy tájékozassunk, megvilágítsunk és ihletet nyújtunk.” (Gallo, 2016) A történetek tartalmi elemzésével, azok egyes elemeinek egyéni és kollektív jelentőségével az 1970-es évektől kezdődően foglalkozik a narratív pszichológia. A pszichológiának ez a viszonylag fiatal ága a történeteket többek között a szereplők és azok funkciói, az idősíki, a fellelhető tagadások száma és minősége, az elbeszélő narratív értékelése alapján vizsgálja. A számítógépes technológia forradalma pedig lehetővé tette a tartomelemzés automatizálását, illetve az ezzel kapcsolatos empirikus kutatások széleskörű kiterjesztését (László, 2005). A storytelling emlékezetre gyakorolt pozitív hatását is vizsgálja a narratív pszichológia. Pléh Csaba (2012) átfogó tanulmánya szerint a mesékben, irodalmi művekben, filmekben fellelhető történetek nagyon hasonló tartalmi struktúrával rendelkeznek. Általában a munka és a szerelem köré szerveződnek, illetve a felvonulás, bonyodalom, fejlődés és csúcs lépésekből állnak.

A történetmesélésben rejülő erőt és lehetőséget többek között már az üzleti életben (Denning, 2006), a reklámparban (Kang és mtsai, 2020) és a politikai kommunikációban (Polletta, 2008) is felismerték. A műfaj egyik legjelesebb képviselője Steve Jobs volt, aki lényeglátó, tömegekre hatást gyakorló beszédeivel különösen fontossá tette a storytelling

fogalmát. Abban pedig, hogy ma az Apple a világ legnagyobb árbevételű technológiai cége, nagy szerepet játszott Jobs történetmesélői eszköztára, amelyet előszeretettel alkalmazott például a termékbemutatók, alkalmazottai motiválása és a partnerekkel való üzletkötései során is (Gallo, 2016; Isaacson, 2011).

A tanulmányban az a célom, hogy bemutassam, miért is van szerepe a történetmesélésnek a természettudományos oktatásban. Az első részben a módszer alkalmazása melletti pedagógiai indokokat ismertetem, a második részben pedig ugyanezt vizsgálom neurobiológiai szempontból. A szakirodalom a természettudományos storytellinget jellemzően két fő kategóriába sorolja: történelmi vonatkozású és kitalált történetek. Vizsgálataim során azonban arra jutottam, hogy el lehet különíteni egy harmadik módszert is: a drámapedagógiai történetmesélést. Erre tekintettel a tanulmány utolsó fejezetében e három kategóriát fogom részletesen elemezni, rámutatva az alkalmazási lehetőségükre. Végül kitérek a természettudományos történetmesélés korlátaira, illetve a vele kapcsolatban felmerülő dilemmákra – ezekre lehetséges megoldásokat vázolok fel.

A téma komplexitása és átláthatósága érdekében ebben a tanulmányban nem ejtek szót a digitális storytellingről, amelynek lényege, hogy ötvözi a történetmesélést a digitális eszközök segítségével létrehozott produktumokkal – lehetnek ezek képek, audió- és/vagy videofelvételek. A témával részletesebben például Bernard Ross Robin, a Houston Egyetem kutatója foglalkozott (Robin, 2006).

A történetmesélés szerepe a természettudományok oktatásában

A természettudomány tanítása, sőt maga a természettudomány is megfigyelt bizonyítékon, racionális indoklásra és kísérletezésre alapszik. A világot részleteire bontjuk, megfigyeljük, és megfigyeléseinket megpróbáljuk megmagyarázni. Megfigyeléseinket és az abból származó következtetéseket egy modellbe tömörítjük, és azt a modellt használjuk bizonyos előfeltételezések megalkotásához. Ezután újra megvizsgáljuk, hogy modellünk helytálló-e, és hogy mik a korlátai (Windschitl és mtsai, 2008). Ez a folyamat nagyon logikus, és végső soron ma ez a természet megértésének folyamata. Először a tények megismertetésével kezdünk, majd lassan eljutunk a teóriák ismertetéséhez. Tanításunk során gyakran alkalmazunk olyan módszereket, mint a kutatásalapú tanítás, hogy arra bátorítsuk vele a diákokat, hogy legyenek saját ötleteik, saját bizonyítási módszereket találjanak, amit aztán egy nagyobb ötlethez kapcsolhatnak. Johnstone (1997) azonban arról ír, hogy az iskolások memóriája nem képes hosszabb távon befogadni a részletes tudományos indoklásokat, másrészt viszont, ha az egyes magyarázatok megértéséhez a történetmesélést hívjuk segítségül, azok ezáltal sokkal könnyebben megjegyezhetővé válnak.

Diana Arya és Paul Maul kutatók megállapították, hogy egy lenyűgöző elbeszélés által a diákok sokkal könnyebben megértik az alapvető tudományos koncepciókat (Arya és mtsai, 2012).

Csikar és Stefaniak (2018) a hagyományos természettudományos tanítás fő problémájának azt látja, hogy az iskolában tanított természettudományos tények kevés hasonlóságot mutatnak a mindennapi tapasztalatokkal. Mivel a diákok nem tudják az új fogalmakat a már meglévő sémáikhoz kapcsolni, az új információt vagy félreértelmezik, vagy egyszerűen elfelejtik. Az új tudományos ismeretek meg nem értése miatt az egyik leggyakoribb kompenzációs technika a tanulás során a magolás. A magolás azonban megakadályozza a tudás alkalmazását – még ott az adott kontextusban előhívhatóak a memorizált információk, de új szituációban a bemagolt ismeretanyagot a diákok már nem tudják felhasználni. A probléma egyik lehetséges megoldási módját a történetmesélésben látják, amely által a közölni kívánt információ sokkal vonzóbbá és hihetőbbé

válik. A történetmesélés tehát a természettudományos információk átadásának egyik alternatív módja. Működése abban rejlik, hogy az információkat bővebb kontextusba helyezi, és segít sémát alkotni, amibe aztán az információ beépülhet.

A történetmesélés biológiai háttere

A történetmesélés mellett szóló pedagógiai indokokon kívül a szakirodalom számos biológiai érvet is említ, amiért ennek a módszernek az alkalmazása hasznos lehet.

Azt a mindenki számára nyilvánvaló tényt is alátámasztották már, hogy egy érdekes eseményre jobban emlékezünk, mint egy unalmasra. Rowcliffe (2004) ezt azzal magyarázza, hogy az izgalmas dolog megélése során több adrenalin termelődik a szervezetünkben. Az adrenalintermelés pedig fokozza a memóriaműködést, ugyanis megemeli a vér glükózkoncentrációját. Az agy egységnyi idő alatt tehát több táplálékhoz jut, ez pedig hozzájárul ahhoz, hogy ezt a történetet könnyebben visszaidézzük a későbbiekben. Rowcliffe megállapítása egy eseményről, és nem egy történetről szól. Jogosan merülhet hát fel bennünk a kérdés: vajon ugyanígy működik-e az agy egy érdekes történet esetében is?

Jabbi, Bastiaansen és Keysers kutatók funkcionális MRI készülékkel vizsgálták (Jabbi és mtsai, 2008), hogy hogyan reagál az agy a különféle undort kiváltó hatásokra. A kutatásban részt vevő egyéneket háromféle helyzetben monitorozták. Az első esetben videofelvételt mutattak nekik egy ember reakciójáról, miután gusztustalan folyadékot itattak meg vele. Másodszor a vizsgálatban részt vevőknek kellett meginniük az undorító folyadékot. Harmadszor pedig történeteket olvastak fel a kísérleti alanyoknak, ami gyomorforgató dolgokról szólt. A legutolsó esetben nyomatékosan kérték, hogy a történetek hallgatása közben képzeljék el mindazt, amit hallanak. Az fMRI-felvételek mindhárom esetben ugyanazon agyterületek aktivitását jelezték. A kutatók pedig megállapították, hogy az ember számos dologra reagálhat erős érzelmekkel – például egy jó filmre, egy érdekes történetre, egy jó könyvre, egy múltbeli eseményre. Az előző bekezdés végén feltett kérdésre tehát pozitív válasz adható: egy jó történet hasonló hatással van az agyra, ezáltal a hallgatóra, mintha azok valós tapasztalatok lennének.

Marc Iacoboni agykutató tudományos magyarázatot adott arra, hogy miért reagál erős érzelmekkel az agyunk a látott, hallott vagy olvasott történetekre (Iacoboni, 2008). A magyarázat alapját az agyunkban lévő tükröneuronok képezik. Ezek olyan idegsejtek, amelyek aktívak, amikor valamilyen cselekvést végzünk, de akkor is működésbe lépnek, ha ezt a cselekvést csak nézzük. Iacoboni szerint a tükröneuronok ugyanígy működnek egy érzelmi reakciónál is – tehát nem csupán a saját érzelmeink megélésekor aktiválódnak, de olyankor is, ha másokat látunk így érezni. A kutató szerint a tükröneuronok egy hallott, látott vagy olvasott történet során leképezik az agyunkban az ott felismert érzelmeket. Az agyunk tehát gyakorlatilag valósággal éli meg a történetet.

A történetmesélés hatására kiváltott érzelmi válaszreakcióval foglalkozott Paul Zak kutató is, aki vizsgálataiban során arra a következtetésre jutott, hogy egy jó történet – legyen az látott, hallott vagy olvasott – erős érzelmi reakciót vált ki az emberekből (Zak, 2015). S hogy milyen egy jó történet? Zak szerint olyan, amelyben szerepel egy erős karakter, akivel azonosulni tudunk. Az ilyen történet hatására ugyanis nem csupán az izgalmak miatt felszabaduló adrenalin befolyásolja agyunk működését, de a szervezetünkben oxitocin (kötődésért felelős hormon) is felszabadul. Az oxitocin által pedig empátiát érzünk a szereplő iránt, akivel érzelmileg azonosulunk. A kutató a tudásátadás szempontjából nagy potenciált lát a jó történetekben, hiszen azok érzelmi hatása miatt érthetőbbé, emlékezetesebbé, könnyebben visszaidézhetővé teszik azokat a fontos pontokat, ötleteket, amelyeket tartalmaznak.

Azt, hogy mennyire fontosak az agynak a különféle marketingstratégiákra adott érzelmi reakciói, a közgazdaságtanban is felismerték, s ma egy külön tudományág, az úgynevezett neuromarketing foglalkozik ennek tanulmányozásával. A neuromarketing-kutatások különféle agyi területeket vizsgálnak valamilyen marketing-ingerhatás közben, s próbálják megtalálni a viselkedés (különösen a vásárlói döntéshozatal) és a hatás között. A kutatások eredményeit pedig leginkább a reklámparban tudják hasznosítani. A neuromarketing eszköztára három nagy csoportra osztható: az agy metabolikus aktivitását rögzítő eszközök (ilyen például a PET vagy az fMRI), az agy elektromos aktivitását rögzítő eszközök (például EEG és MEG), illetve az agytevékenységet nem rögzítő eszközök (például arckódolás, szemmozgások, fiziológiai válaszok mérése) (Varga és mtsai, 2014). Érdekességként említhető a SinetiQ nevű magyar startup vállalat, amely a neuromarketing imént felsorolt módszerei segítségével az öt felkérő cégek reklámfilmjeinek tesztelését végzi el, azok kidolgozásában, javításában segít, mielőtt az a célközönség elé kerülne.²

A fejezetet összefoglalásaként hadd idézzem a már korábban említett Paul Zak neuroökonómust (Zak, 2014): „Amikor motiválni, meggyőzni szeretnél, vagy azt akarod, hogy emlékezzenek rád, kezd az emberi küzdelem és az esetleges diadal történetével. Elragadja az emberek szívét azáltal, hogy először az agyukat vonzza.”

A természettudományos történetmesélés típusai és ezek alkalmazása

A szakirodalom rendszerint két fő típusát különbözteti meg a történetmesélésnek: történelmi vonatkozású és kitalált történetek (például Rowcliffe, 2004; Kerby és mtsai, 2018). Viszont a gyakorlatban létezik egy harmadik, bár nem túl elterjedt formája is: a drámapedagógiai történetmesélés. Az alábbiakban röviden definiálom ezeket, illetve néhány meggyőző szakirodalmi példákat is felsorolok a természettudományos történetmesélés alkalmazására.

Történelmi vonatkozású történetek

Ezek valós, megtörtént eseményekről szólnak. A természettudományok tanítása során leggyakrabban tudósok életrajzának tudományos szempontból releváns része, illetve egy-egy tudós szemszögéből elmesélt tudományos felfedezés története formájában jelennek meg. Arra hivatottak, hogy motiválják a diákokat, illetve felkeltsék és fenntartsák érdeklődésüket a tudományág iránt.

Egy kutatás során (Arya és mtsai, 2012) a rádium felfedezésének (Marie Curie) és a Jupiter holdjai felfedezésének (Galilei) történetét vizsgálták egy kísérleti és egy kontrollcsoportban. A kontrollcsoportban pusztán tényszerűen, a kísérleti csoportban Curie és Galilei szemszögéből mesélték el az eseményeket. Mind az azonnali, mind a maradandó tudást vizsgálva azt tapasztalták, hogy a történetmesélés módszere jobban teljesített.

Egy másik vizsgálat során, melyet hatodik osztályos általános iskolás gyerekek között végeztek (Kokkotas és mtsai, 2010), két történelmi vonatkozású történetet kaptak a diákok: az egyik Ørsted dán fizikus kísérletének története volt, a másik pedig egy 1676-ból származó levélen alapult, melyet egy londoni hajóskapitány írt arról, miként zavarta össze útjuk során iránytűiket a közeli mennydörgés. Mindkét történet után csoportba rendeződve kísérletet terveztek, majd végeztek el a célból, hogy a történetben hallottakat közösen értelmezzék és/vagy igazolják. A kutatás eredményei nagyon biztatóak voltak. A tudománytörténeti kísérlet reprodukálása bonyolultabb eszközökkel is nagyon jól sikerült: az első történet és a hozzá tervezett kísérlet elvégzése után a diákok 47%-a válaszolta meg tudományosan megalapozott módon a feltett kérdéseket (Miért mozdult

el a mágneses tű, amikor közel került hozzá az áramkör?). A hajóskapitány levele után pedig már a tanulók 75%-a magyarázta a tudományos modell segítségével, hogy a menyndörgés után miért zavarodott össze a hajó iránytűje, és miért nem jelezte jól az északi irányt. Ez a tanulmány nagyon jól mutatja azt is, hogy a természettudományos storytelling milyen jól ötvözhető más módszerekkel, jelen esetben a kutatásalapú tanulással.

Sibrina N. Collins afroamerikai kémikus nőként a történelmi storytelling alkalmazását hivatásának érzi. Meg szeretné változtatni ugyanis a kémikusokról kialakult képet, miszerint azok csak fehér férfiak lehetnek. Az észterek tanításához például Alice Augusta Ball, egy 20. század eleji afroamerikai kémikus hölgy élettörténetét ajánlja. Ő volt az, aki a chaulmoogra fa magjából etilésztert szintetizált, ami aztán a lepra gyógyításában tudtak használni. Alice Augusta Ball zsenije abban állt, hogy az aktív hatóanyagot, a hosszúláncú karbonsavakat, észterek formájában juttassák a beteg bőrére, ezzel sokkal hatásosabb és kevésbé fájdalmas kezelést érve el (Collins, 2021). Érdekeség még, hogy Ball volt az első afroamerikai és egyben az első nő is, aki a Hawaii Egyetem oktatója lett. 24 éves korában azonban életét vesztette.

Kitalált történetek

Képzeltbeli történetek, melyek segítenek a különféle tudományos koncepciók megértésében.

Ennek gyakori formája az antropomorfizmus (Rowcliffe, 2004), amely tulajdonképpen tudományos koncepciók vagy ötletek megszemélyesítését, emberi tulajdonságokkal való felruházását jelenti.

Antropomorfizmusra épülő kutatást végeztek két ausztrál óvodában 2-5 éves gyerekek körében (Hu, J. és mtsai, 2021). A kutatás célja az volt, hogy megvizsgálják, hogyan működik a storytelling módszere a gyermekek asztronómiai fogalmainak kialakításában, elmélyítésében. A program alapját kilenc megszemélyesítéses történet képezte, amelyekben például kozmikus testeket emberi tulajdonságokkal ruháztak fel („a kapzsi Nap” vagy „a csillag megszületik/eszik/haldoklik” stb.). A történetek során számos metaforát is használtak, pl. a csillagrobbanást egy nagy hányáshoz hasonlították. Mindeközben a történetek megírásakor ügyeltek arra is, hogy a pontos tudományos fogalmak (mint például gravitáció, csillagköd, talaj, fosszília stb.) is megjelenjenek, és ezeket beépítsék a gyerekek szókincsébe. A történetmesélést egyébként a témához kapcsolódó egyszerű gyakorlati tevékenységekkel támogatták (például rajzolással vagy egyszerű, önállóan elvégezhető kísérletekkel). A kutatás eredményeként arra a megállapításra jutottak, hogy az óvodáskorú gyerekek asztronómiai fogalmi megértése fejleszthető a jól átgondolt történetmesélés és a hozzá kapcsolódó gyakorlati tevékenységek által. A program végére a gyerekeknek nem csupán csillagászati ismereteik bővültek, de az induktív és deduktív érvelési képességük egyaránt fejlődött. A kísérletben részt vevő minden gyerekről elmondható volt, hogy megértették, miből is állnak a csillagok, és hogy a csillagoknak, csakúgy, mint nekünk, életciklusuk van. Megértették, hogy a Föld réteges szerkezetű, és hogy mik is azok a vulkánok, illetve mi a vulkánkitörés. A tanulmány szerzői szerint ez a kísérlet bizonyítja, hogy az óvodáskorú gyermekek a megfelelő pedagógiai eszközökkel támogatott storytelling használatával képesek komplex tudományos fogalmak megértésére.

Egy másik altípusa a kitalált történeteknek a tudományos fikció.

A tudományos fikción belül az egyik típus a szórakoztató irodalomhoz és -iparhoz tartozó sci-fi. Ezek talán hétköznapi életünkben is ismerősek – gondoljunk például Isaac Asimov vagy Jules Verne munkásságára. De ide sorolható például a mozivásznat is meghódító *Csillagok háborúja* vagy a *Vissza a jövőbe* sorozat. Ezzel a típussal általában az a probléma, hogy nehezen különülnek el benne a valós és a fiktív elemek. Ellenben a megfelelő kontextusban nagyon inspirálóak lehetnek. Collins (2021) például arról ír,

hogy a Marvel *Fekete Párduc* című filmje kiválóan alkalmazható a periódusos rendszer témakörénél (Marvel, 2018). A film cselekménye ugyanis a képzeletbeli vibránium elem körül forog. Mikor a diákok már mindent tudnak a periódusos rendszer elméleti hátteréről, a szerző megkérdezi a hallgatóit, hogy hová is raknák a vibrániumot a periódusos rendszerben. Miközben a hallgatók érvelnek, tudásuk mélyül a periódusos rendszer felépítéséről, sajátosságairól, az átmeneti fémek tulajdonságáról.

A második típus egy természettudományos téma megértését segítő, meghatározott céllal írt tudományos fikció. Erre jó példa az az egyetemisták körében végzett kutatás (Csikar és Stefaniak, 2018), melynek célja volt meghatározni, hogy a történetmesélés mennyire képes az anatómia- és fiziológiaórákon a tanulást javítani. Emellett a kutatás másik kérdéseként azt vizsgálták, hogy milyen mértékben képes a történetmesélés az anatómia- és fiziológiaórákon a kritikai gondolkodást fejleszteni. A kísérleti csoportban a bőrben található fehérjéről szóló tananyagot egy zombiapokalipszis témájú negyedórás fiktív történetben mondták el, míg a kontrollesoport hagyományos módon, kivetített PowerPoint-prezentáció formájában találkozott ugyanezzel a tananyaggal. A storytelling hatását rövid és hosszú távon is vizsgálták, és a kontrollesoport eredményeivel összehasonlítva azt kapták, hogy bár a tanulás hatékonysága és a kritikai gondolkodás fejlesztése nem volt nagyobb a kísérleti csoportban, mint a kontrollesoportban, de az eredmények nagyon hasonlóak lettek. Következésképp a történetmesélés a természettudományos órákon is alkalmazható elsődleges pedagógiai eszközként az új tananyag átadásakor.

Egy portugál természettudományos központban (hasonló a Csodák Palotájához) szintén tudományos fikción alapuló kutatást végeztek 8-10 éves gyerekek körében (Morais, 2015). A történet főszereplői egy ikerpár: Lina és Pepo, akik egy szülinapi bulin vesznek részt, ahonnan elszökik egy héliumos lufi. A lufit követve egy sötét erdőbe érnek, találkoznak egy bagollyal, aki segítségükre lesz. Miközben a lufit keresik, számos kalandban van részük, s közben a bagoly tulajdonképpen a kérdezve tanítás módszerével különféle természettudományos magyarázatokat ad a velük történő eseményekre. Így kerül szóba például a sűrűség és a nátriumtartalmú vegyületek témaköre. Hogy a kísérletben részt vevő gyerekek jobban bevonódjanak a történetbe, az egész történetmesélés egy szülinapi bulira feldíszített teremben zajlott lufik és sípok közepette. A történet elmesélése után a gyerekek egyszerű, a történethez kapcsolódó kísérleteket is elvégeztek (luffifújás ecet és szódabikarbóna segítségével, Silly Putty, lávalámpa). Extraként egy történethez nem kapcsolódó, ámde látványos kísérletet is végrehajtottak (vulkános). Az eredmények értékeléséhez a diákoktól egy rajzot kértek, amelyben az általuk a program során tanult dolgok közül a legfontosabbat ábrázolták. A rajzok alapján úgy tűnt, hogy a gyerekekre a Silly Putty kísérlet volt a legnagyobb hatással (ez az egyetlen olyan kísérlet, melynek termékét, a különleges polimert, mely viszkózus folyadékként, illetve pattogó szilárd anyagként is képes viselkedni, hazavihették). De a kísérletben részt vevő gyerekek rajzain szintén számottevő mértékben megjelent a lávalámpás kísérlet, mely a sűrűséggel volt kapcsolatos. Az előbb említett kísérletek a történetben szereplő tudományos tényeket támogatták. Viszont harmadikként a vulkános kísérletet ábrázolták a legtöbben, ami nem kapcsolódott a történethez. A kutatók a kísérlet eredményeként megállapították, hogy egy jól megválasztott történet a rá épülő kísérletekkel, valamint a hozzáfűzött magyarázattal jó pedagógiai módszerek bizonyulhatnak a természettudományos nevelésben.

Rose (2017) ötletet ad arra, hogyan lehet akár egy egész kurzust egy meghatározott céllal írt tudományos fikcióra felépíteni. Az említett kutató az egész témát egy detektív-történetre fűzi fel. Amikor a kövületekről tanít, egy „CSI: Ekalaka” nevű forgatókönyvet ír a kurzushoz, melynek alapját saját ekalakai ásatási tapasztalata képezi. Fényképet hoz a hallgatóknak az ásatásról, múzeumi képeket mutat a kiállított hadroszaurusz-csontvázzról. Valódi kövületeket hoz a diákoknak, amit maguk is kézbe vehetnek. Mesél az ásatásról: mit találtak és mit tapasztaltak. Majd különféle kérdéseket tesz fel: Mit tudnak

a csontokról? Mit tudnak a csontokat körülvevő közetről? Miért halt meg Nancy? (így hívták a dinót) Miért van egyáltalán neve? Valóban lány volt? Honnan tudjuk egyáltalán, hogy milyen típusú dinoszaurusz volt Nancy? Az ily módon irányított tanári történetmesélés keretein belül saját elméleteket alkothatnak, feltehetik kérdéseiket, dolgozhatnak egy-egy társuk kérdésének megválaszolásán, végül izgalmas módon sajátítják el mindazt, amit a kövületekről és azok azonosításáról tudni lehet.

Drámapedagógiai történetmesélés

Minden olyan történetmesélés ide tartozik, mely során drámapedagógiai eszközökkel élünk. Ide sorolható például a mozgás- vagy táncalapú történetmesélés, a színdarabok, versek, de akár egy olyan pantomim is, amely segít megérteni egy adott témát.

Kiváló példa erre az egy évente megrendezett amerikai verseny, melyre a világról bárki benevezhet, aki a PhD témáját egy zenés videoklip formájában „meséli el”.³ Különböző tudományágankénti kategóriákban is hirdetnek győztest, illetve egy abszolút győztes is van minden évben. Érdekességként megemlíthető, hogy az idei abszolút győztes például a molekuláris klaszterekről szóló természettudományos (azon belül fizika) témával nyert.

Egy másik tanulmány is számos példát hoz fel (Rose, 2017), hogy különböző projektek keretein belül hogyan valósították meg a táncon keresztül egy-egy téma feldolgozását. Saját diákjaival a kutató először is hivatásos táncanártól tanulta meg a táncolás alapjait, majd mikor már mindenki elég jól mozgott, akkor a kisebb témák feldolgozásától, mint például a virágok növekedése, haladtak az egyre nehezebbekig (pl. a bolygók mozgása, a rovarok fejlődése, lemeztektonika, a talajvíz mozgása, cunamik, idegimpulzusok továbbítása). Rose tapasztalatai alapján egy-egy komolyabb projekt kidolgozására több hetet kell hagyni az egyes csoportoknak, illetve nem elhanyagolható a tanár aktív közreműködése sem – hangsúlyozandó, hogy az egyes táncelemek valóban a tudományos tényeket tükrözzék.

Hogy egy magyar példával is éljünk, a Kisvirág Táncsoport a 2005-ös kémiai Nobel-díj témáját táncolta el, amit az olefin metatézis módszerének kifejlesztése és leírásáért kapott ekkor Nobelt Yves Chauvin, Robert H. Grubbs és Richard R. Schrock. A reakció mechanizmusa a kettős kötésekhez kapcsolódó csoportok kicserélődését írja le, amely a korábnál jóval kevesebb hulladéktermelése miatt egy környezettudatosabb, „zöld kémiai” gyógyszer- és műanyag-előállítás jelent. A tánc a reakció mechanizmusát szemlélteti (Kisvirág, 2005).

A természettudományos történetmesélés korlátai és a lehetséges kiutak

Mint minden pedagógiai módszernek, így a történetmesélésnek is vannak bizonyos korlátai. Az alábbiakban ezekkel kapcsolatos szakirodalmi példákat gyűjtöttem össze, illetve megkíséreltem ezekre bizonyos megoldásokat vázolni.

Tetőeffektus

A korábban már tárgyalt, zombiapokalipszis témára épülő, egyetemisták körében végzett kutatás (Csikar és mtsai, 2018) előfeltevése az volt, hogy a történetmesélés enyhíti a természettudományos anyag átadásakor keletkező kommunikációs problémát. A kommunikációs probléma egyébként abból fakad, hogy az új információk „nem hétköznapiak”, idegenek a diákok számára. Ráadásul egyszerre sok új információval találkoznak. Mindez gyakran vezet ahhoz, hogy a tanulók nem megfelelően integrálják az új tudományos tényeket a már meglévő gondolkodási sémákba. A vizsgálat során kapott eredmények azonban azt mutatják, hogy a komplex információk megértésekor fellép az úgynevezett

tetőeffektus. Ez azt jelenti, hogy egy történet által átadott információmennyiség maximalizálva van. A kutatók azt feltételezik, hogy a tanórán kívüli tanulással mindez javítható, és a storytelling által megértett tananyag az otthoni tanulással jobban elmélyíthető.

Tanári attitűd

Egy Izraelben végzett kutatás kifejezetten a tanárok szemszögéből vizsgálta és értékelte a történetmesélés motiváló hatását a kutatásalapú középiskolai kémiaoktatásra (Peleg és mtsai, 2017). Bár a tanárok visszajelzése nagyrészt pozitív volt, mégis megfogalmaztak bizonyos aggályokat a módszerrel kapcsolatban. A tanárok egy része úgy látta, hogy ő maga nem alkalmas a módszer hiteles képviselésére.

Mint minden más készség, a történetmesélés is fejleszthető, javítható. Olvassunk történeteket, olvassunk jó történeteket! S közben ne csupán az eseményekre figyeljünk, hanem arra, mi a történet központi gondolata, honnan hová jut el, mi benne a drámai momentum. Inspirálódjunk, és folyamatosan „gyűjtsük az anyagot”, illetve gondolkodjunk azon, hogy tanításunkba milyen módon tudjuk beilleszteni az adott történetet. Majd mondjuk el a történetet, és reflektáljunk: mennyire működött jól, milyen visszajelzések (verbálisak és non-verbálisak) érkeztek. És a reflexió után módosítsunk, hogy legközelebb még jobb legyen a történetmesélés.

Időigényesség

Az előbb említett kémiatanárok közül (Peleg és mtsai, 2017) néhányan úgy érezték, egy történetmesélés jellegű tanóra kiöltése, megszervezése túl sok időt és energiát venne igénybe, ha nekik maguknak kellene kitalálni (ugyanakkor a program során kézhez kapott történetet és a hozzá közösen megalkotott foglalkozásokat örömmel építették be a tanításukba).

A korábban tárgyalt kutatások igazolják, hogy a storytelling hatékony módszer a természettudományos oktatásban is. A tankönyvek, illetve különféle segédanyagok megírásakor megfontolandó lenne figyelembe venni ezt, ezzel segítve a gyakorló pedagógusok munkáját, időt spórolva az egyéb feladataik elvégzésére.

A tudományos hitelesség kérdése

Felmerültek olyan aggályok is a storytellinggel kapcsolatban (Peleg és mtsai, 2017), hogy egy fiktív történet elmondása után nem minden diák tud különbséget tenni a tudományos tény és a kitaláció között. A pedagógusok egy része azt fogalmazta meg, hogy a tanulók a természettudományos tanártól – illetve a tanárok önmaguktól is – azt várják, hogy csak tudományosan megalapozott és hiteles tények hangozzanak el a tanórán, ezért is érzik zavarónak a fiktív történetmesélést. Hasonló problémákról olvashatunk egy másik tanulmányban (Rowcliffe, 2004), amely az antropomorfizmus középiskolások körében történő túl gyakori használatának veszélyeit említi. Véleménye szerint ugyanis a megszemélyesítések megalapozott tudományos magyarázat nélkül levonhatnak a tudomány komplexitásából és mélységéből, és az így megalkotott modell nem tartalmazza az életkornak megfelelő tudományos részletességet. Másrészt a kiskamaszok és kamaszok nevenségesnek tarthatnak egy ilyesfajta tudományos magyarázatot, hiszen a természettudománytól nem mesét várnak.

Mindez azt bizonyítja, hogy a storytelling alkalmazásánál még a történetalkotás vagy -kiválasztás előtt fontos elemezni a célközönséget. Ennél a pontnál az életkori tényezők mellett szerepet játszhat még, hogy természettudományos vagy általános tagozatról van-e szó, illetve érettségiznek-e majd az adott tárgyból. A történethez fűzött tanári

magyarázat mértéke is nagyban függ a történetmesélés céljától. Amennyiben a diákokat csak motiválni, érzelmileg bevonni kívánjuk a storytelling által, nem fontos különösebb magyarázat. Viszont ha egy olyan tudományos fikcióval készülünk, amely sok kitalált elemet tartalmaz, és ezek keverednek a tananyag lényeges pontjaival, akkor a magyarázatra nagyobb szükség lehet.

A tudományos történetírás nehézségei

Egy észak-kaliforniai kutatás során 7-8. osztályos tanulókat vizsgáltak a tekintetben, hogy a narratív formában megírt fizika tankönyvi szöveg eredményesebb-e a tradicionális módon megírtéhoz képest. A kutatás eredményeként megállapították, hogy a storytelling módszere mind rövid, mind hosszú távon eredményesebbnek bizonyult, ugyanakkor azt a konklúziót is levonták, hogy a történet megírásakor körültekintően kell eljárni, ugyanis az érdekes, ámde felesleges elemek akadályozzák a diákok tanulását (Arya és mtsai, 2012). A történet bonyolultságát mint tanulást akadályozó tényezőt említik Kerby és szerzőtársai is (Kerby és mtsai, 2018). Ennek leküzdésére Kerbyék megalkották az úgynevezett FSF-et (Fusion Story Form = Fúziós Történeti Forma). Az FSF lényege, hogy csak néhány történetmesélős elemet őriz meg – ezek legfontosabbika a drámai kérdésfelvetés. Egyszerű történeteket használ, melyek nincsenek kitalált elemekkel gazdagítva. A fókusz pedig próbálja a tudományos koncepció tartani azáltal, hogy a történetben megjelenő személyek, ha vannak egyáltalán, nem főszereplők, csupán narrátorok, facilitátorok, a tudományos koncepció megértésének segítői.

Összegzés

A természettudományos oktatás reformokra szorul, az újítás egyik lehetséges módja a történetmesélés módszere. A storytelling segíthet érzelmileg bevonni a diákokat a tanításba, használatával megjegyezhetőbbé és emlékezetesebbé tehetünk egy tananyagot. A beérkező információk bővebb kontextusba helyezésével segít sémát alkotni.

A történetmesélés hasznossága neurobiológiai érvekkel is alátámasztható. Egyrészt egy izgalmas történet miatt felszabaduló adrenalin mennyisége közvetetten serkenti az agyműködést. Másrészt az agyunkban a tükroneuronok leképezik a felismert érzelmeket, ezzel valósként élve meg azokat. Nem utolsósorban pedig, ha egy olyan karakterrel találkozunk a történetben, akivel azonosulni tudunk, szervezetünk oxitocint (kötődést segítő hormont) szabadít fel, ezáltal még megjegyezhetőbbé, érdekesebbé, visszaidézhetőbbé téve a történetet.

A természettudományos történetmesélés szakirodalomban megtalálható két típusát – történelmi vonatkozású és kitalált – a gyakorlatban létező drámapedagógiai storytellinggel egészítettem ki. Az egyes kategóriákat az átláthatóság és az alkalmazás megkönnyítése érdekében további altípusokra bontottam, illetve példákkal szemléltettem.

A tanulmány utolsó részében kitértem a természettudományos történetmeséléssel kapcsolatos dilemmákra (mint például a történet megírásának nehézsége, időigényessége, a tudományos hitelesség kérdése), és megkíséreltem lehetséges megoldásokat vázolni ezekre.

Végezetül azt gondolom, hogy a storytelling módszere alkalmas arra, hogy érthetőbbé, érdekesebbé, életszerűbbé tegye a természettudományos oktatást. Fő célját, a természettudományok népszerűsítését akkor érné el végérvényesen, ha majd egyszer az olvasóközönség azért venne meg egy könyvet, mert a borítóján szerepelne az a szó, hogy kémia.

Muzsalyiné Molnár Henrietta
ELTE Neveléstudományi Doktori Iskola

Irodalom

- Arya, D. J. & Maul, A. (2012). The Role of the Scientific Discovery Narrative in Middle School Science Education: An Experimental Study. *Journal of Educational Psychology*, 104(4), 1022–1032. DOI: [10.1037/a0028108](https://doi.org/10.1037/a0028108)
- Gallo, C. (2016). *Storytelling. A történetmesélés ereje*, HVG Könyvek.
- Chrappán Magdolna (2017). A természettudományi tárgyak helyzete és elfogadottsága a közoktatásban. *Magyar Tudomány*, 178(11), 1352–1368. DOI: [10.1556/2065.178.2017.11.3](https://doi.org/10.1556/2065.178.2017.11.3)
- Collins, S. N. (2021). The importance of storytelling in chemical education. *Nature Chemistry*, 13(1), 1–2. DOI: [10.1038/s41557-020-00617-7](https://doi.org/10.1038/s41557-020-00617-7)
- Csapó Benő (2000). A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. *Magyar Pedagógia*, 100(3), 343–366. http://www.magyarpedagogia.hu/document/Csapo_MP1003.pdf Utolsó letöltés: 2021.05.28.
- Csikar, E. & Stefaniak, J. E. (2018). The utility of storytelling strategies in the biology classroom. *Contemporary Educational Technology*, 9(1), 42–60. [10.30935/cedtech/6210](https://doi.org/10.30935/cedtech/6210)
- Denning, S. (2006). Effective storytelling: strategic business narrative techniques. *Strategy & Leadership*, 34(1), 42–48. DOI: [10.1108/10878570610637885](https://doi.org/10.1108/10878570610637885)
- Fekete Párduc (2018). <https://port.hu/adatlap/film/tv/fekete-parduc-black-panther/movie-188768> Utolsó letöltés: 2021.04.05.
- Hu, J., Gordon, C., Yang, N. & Ren, Y. (2021). “Once Upon A Star”: A Science Education Program Based on Personification Storytelling in Promoting Preschool Children’s Understanding of Astronomy Concepts. *Early Education and Development*, 32(1), 7–25. DOI: [10.1080/10409289.2020.1759011](https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1759011)
- Isaacson, W. (2011). *Steve Jobs*. HVG Könyvek.
- Jabbi, M., Bastiaansen, J. & Keyzers, C. (2008). A Common Anterior Insula Representation of Disgust Observation, Experience and Imagination Shows Divergent Functional Connectivity Pathways. *PLoS ONE*, 3(8), e2939. DOI: [10.1371/journal.pone.0002939](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002939)
- Johnstone, A. H. (1997). How Long is a Chain? Reasoning in Science. *School Science Review*, 78(285), 73–77. eric.ed.gov/?id=EJ549765 Utolsó letöltés: 2021. 04. 05.
- Kang, J., Hong, S. & Hubbard, G. T. (2020). The role of storytelling in advertising: Consumer emotion, narrative engagement level, and word-of-mouth intention. *Journal of Consumer Behaviour*, 19(1), 47–56. DOI: [10.1002/cb.1793](https://doi.org/10.1002/cb.1793)
- Kerby, H. W., DeKorver, B. K. & Cantor, J. (2018). Fusion Story Form: a novel, hybrid form of story that promotes and assesses concept learning. *International Journal of Science Education*, 40(14), 1774–1794. DOI: [10.1080/09500693.2018.1512172](https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1512172)
- Kisvirág Táncsoport (2005). Metatézis Tánc. *Delta* (tévéműsor). <https://www.facebook.com/1187412124694811/videos/1236338583135498> Utolsó letöltés: 2021.04.05.
- Kokkotas, P., Rizaki, A. & Malamitsa, K. (2010). Storytelling as a Strategy for Understanding Concepts of Electricity and Electromagnetism. *Interchange*, 41(4), 379–405. DOI: [10.1007/s10780-010-9137-9](https://doi.org/10.1007/s10780-010-9137-9)
- Kubečka, J., Neeffjes, I. & Besel, V. (2021). *Molecular clusters*. <https://www.youtube.com/watch?v=Kdrh82RV13M> Utolsó letöltés: 2021.04.05.
- László János (2005). A narratív pszichológiai tartalomlemezés. *Magyar Tudomány*, 11, 1366.
- Morais, C. (2015). Storytelling with Chemistry and Related Hands-On Activities: Informal Learning Experiences To Prevent “Chemophobia” and Promote Young Children’s Scientific Literacy. *Journal of Chemical Education*, 92(1), 58–65. DOI: [10.1021/ed5002416](https://doi.org/10.1021/ed5002416)
- Peleg, R., Yayon, M., Katchevich, D., Mamlok-Naaman, R., Fortus, D., Eilks, I. & Hofstein, A. (2017). Teachers’ views on implementing storytelling as a way to motivate inquiry learning in high-school chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 304–309. DOI: [10.1039/c6rp00215c](https://doi.org/10.1039/c6rp00215c)
- Pléh Csaba (2012). Narratív szemlélet a pszichológiában: az elbeszélés mint átfogó metateória. *Iskolakultúra*, 22(3), 3–24.
- PISA 2018. *Programme for International Student Assessment Összefoglaló jelentés*. (2019) Oktatási Hivatal. https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatasi/nemzetkozi_meresek/pisa/PISA2018_v6.pdf utolsó letöltés: 2021. 04. 05.
- Polletta, F. (2008). Storytelling in politics. *Contexts*, 7(4), 26–31. DOI: [10.1525/ctx.2008.7.4.26](https://doi.org/10.1525/ctx.2008.7.4.26)
- Radnóti Katalin (2009). A természettudományi nevelés és a fizikaoktatás helyzete a 2008-as tanári felmérés tükrében. *Új Pedagógiai Szemle*, 59 (3), 3–16.
- Robin, B. (2006). The Educational Uses of Digital Storytelling. In Crawford, C., Carlsen, R., McFerrin, K., Price, J., Weber, R. & Willis, D. (szerk.), *Proceedings of SITE 2006 – Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). 709–716. <https://www.learnlib.org/primary/p/22129/> Utolsó letöltés: 2021. 04. 05.

- Rose, J. (2017). To Teach Science, Tell Stories. *Mesterképzési szakdolgozat*. Master of Arst in Graduate Liberal Studies Program, Graduate School of Duke University, Durham, North Carolina <https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/14346/Rose%20Storytelling%20and%20Science.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Utolsó letöltés: 2021.04.05.
- Rowcliffe, S. (2004). Storytelling in science. *School Science Review*, 86(314), 121–126. https://www.academia.edu/5051952/Storytelling_in_science Utolsó letöltés: 2021. 04. 05.
- Varga Ákos, Simon Judit, Horváth Dóra & Pintér Attila (2014). Az érzelmek és az agy: fókuszban a neuromarketing kutatás. In Hetesi Erzsébet & Révész Balázs (szerk.); *Marketing megújulás: Marketing Oktatók Klubja 20. Konferenciája előadásai*. SZTE Gazdaságtudományi Kar. 425–431.
- Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2008). Beyond the Scientific Method: Model-based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967. DOI: 10.1002/sce.20259
- Zak, P. J. (2014). *Why Your Brain Loves Good Storytelling*. <https://hbr.org/2014/10/why-your-brain-loves-good-storytelling> Utolsó letöltés: 2021. 04. 05.
- Zak P. J. (2015). Why inspiring stories make us react: the neuroscience of narrative. *Cerebrum: the Dana forum on brain science*, 2015, 2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4445577/> utolsó letöltés: 2021. 04. 05.

Jegyzetek

¹ Ebben a tanulmányban a storytelling és történetmesélés kifejezéseket egyenértékűen használom.

² <https://www.syneq.net/> Utolsó letöltés: 2021. 06. 02.

³ <https://www.science.org/content/page/dance-your-ph-d-faq> Utolsó letöltés: 2021.09.16.

Absztrakt

A természettudományos oktatás népszerűtlen. Mi sem igazolja ezt jobban, mint hogy a diákok közül kevesen választják hivatásul ezt a pályát, a tanári társadalom előregedik (Radnóti, 2009) és erre a szakterületre jellemző a tanárihiány. Szomorú ez, hiszen míg az általános iskolások körében a természetismeret tantárgy magasan vezet a kognitív fókuszú közismereti tárgyak kedveltségi listáját (Chrappán, 2017), a természettudományos tantárgyak önállósulásával, a tanulásukkal eltöltött idő növekedésével és a tanulói életkor előrehaladtával ez az attitűd jelentősen romlik. (Chrappán, 2017, Csapó, 2000) Mindez azt igazolja, hogy a természettudományok oktatásában szemléletmód-váltásra és a pedagógiai módszerek korszerűsítésére van szükség. Az elmúlt egy-két évtizedben világszerte elkezdődött a storytelling tudománynépszerűsítő projektekben való alkalmazása, ezzel egyidejűleg pedig az oktatásban való felhasználása is. A célzott történetmesélésnek Magyarországon még nincs nagy gyakorlata, épp ezért a jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a storytelling módszert mint a természettudományok tanítása megújításának egy lehetséges útját. A történetmesélés pozitív hatásait neurobiológiai kutatásokkal is alátámasztották, a módszer bemutatásánál röviden ezekre is kitérek. Pedagógiai szempontból megközelítve a storytelling hatékonysága például abban rejlik, hogy megjegyezhetőbbé teszi, bővebb kontextusba helyezi az információt, segít a megfelelő sémák kialakításában is. A tanulmány során áttekintem a természettudományos történetmesélés különböző kategóriáinak jellegzetességeit, illetve az átláthatóság érdekében további típusokat különböztettem meg. Az ismertetés során nagy figyelmet fordítok a történetmesélés természettudományos tanórákon való alkalmazására, ezért az egyes típusok és altípusok bemutatását számos példával szemléltetem. Végezetül külön kitérek azokra a dilemmákra, nehézségekre, melyekkel a pedagógusok találkozhatnak a módszer alkalmazása során, illetve ezekre különféle megoldási lehetőségeket vázlok fel.