

Térbeli formaalkotó tevékenységek tanórai integrációjának előnyei és lehetőségei egy biológiatanár szemszögéből

A forma alakítása a legősibb tevékenység, melyet az ember tudásának rögzítésére és átörökítésére valaha alkalmazott. Külföldön már több kutatás született a formaalakító tevékenységek tanórai integrációjának előnyeiről, hiszen a módszer a szenzoros tanulás csatornáját megnyitva számos területen fejleszti a tanulókat.

A forma alakítása alapvetően kétféle lehet: a formázás vagy mintázás az anyag gyarapításával járó tevékenység, míg a formabontás során az anyagból fokozatosan elveszünk (Földy, 2008). A forma alakítása sokféle célból történhet. A legősibb ezek közül az eszközkészítés, de rengeteg műalkotást is köszönhetünk ennek a tevékenységnek. Elődeink már több százezer évvel ezelőtt is készítettek térbeli alkotásokat, azaz szobrokat, melyeket tudatosan mintáztak meg az ember és más élőlények formájára. Ahhoz, hogy egyáltalán képesek legyünk az alkotáson keresztül vizuális üzenetet közvetíteni, több biológiai feltételnek is teljesülnie kellett. Ezek közül talán a legfontosabb az emberi kéznek a fogásra és a precíz mozdulatokra való képessége. Egy *Nature*-ben közölt kutatás szerint az emberi kéz hüvelykujjának és a többi ujj hosszának aránya valószínűleg ősi jelleg (Almécija és mtsai, 2015). Ez azt jelenti, hogy a csimpánzokkal közös ősrünknek is hasonló arányú kezei lehettek, mint a mai embernek. A fejlődés elágazásakor a mai csimpánzok elődei folytatták a fán lakó életmódot, ezért kezeik mára teljesen más arányt mutatnak: hüvelykujjukhoz képest a többi ujj jóval hosszabb, a kezek az ágakon való kapaszkodásra specializálódtak. Az előemberek ezzel szemben testsúlyukat többé nem helyezték az ujjaikra, ugyanis kezeiket a két lábon járás megjelenése után főleg kisebb objektumok megfogására használták. Az ősi arányok így optimálisak voltak számukra, és nem változtak jelentősen az évmilliók során. Ma ezeknek az arányoknak a fennmaradása teszi lehetővé, hogy a hüvelykujjunkt bármely más ujjunkkal összeérintsük. Ennek köszönhetően az évezredek során egyre precízebb fogásra és finommotoros kézmozdulatokra is képessé váltunk (Almécija és mtsai, 2015). Egy másik fontos feltétel, hogy az előembernek képesnek kellett lennie egy megfigyelt objektumról saját belső, mentális képet kialakítani, majd azt később a vizuális emlékezet segítségével előhívni. Ez a folyamat magasabb szintű elvonatkoztatást, absztrakt gondolkodást igényelt (Gabora és Steel, 2020). Azon elődeink, akik már rendelkeztek az említett feltételekkel – tehát precíz kézmozdulatokra és absztrakt gondolkodásra is képesek voltak –, megpróbálták különféle anyagok megformálásával rögzíteni, ábrázolni a természetben látott objektumok alakját.

A *tan-tani Vénusznak* elkeresztelt kis idol, azaz kultikus tárgy korát nagyjából 300 000-500 000 évre becsülik (Bednarik, 2003). A 6 cm-es lelet rendkívül alapos mikroszkópos vizsgálata kimutatta, hogy bár maga a forma embert idéző alakja a véletlennek

köszönhető, valaki mégis szándékosan további részleteket vésett a kőbe, hogy az még inkább a humán testre hasonlítson (Bednarik, 2003). Ez a viselkedés már egy magasabb szintű öntudatot feltételez. Az emberi beavatkozás bizonyítja, hogy elődeink már tudatában voltak saját testük alakjának, formájának. Felismerték a hasonlóságot ebben a kis kőben, melyet a természet alakított, de az ember tovább faragott a saját képére. A ma ismert legrégebbi, rajzot viselő lelet jóval később, hozzávetőlegesen 73 000 évvel ezelőtt keletkezett (Henshilwood és mtsai, 2018). A beszéd megjelenésére pedig még ennél is többet kellett várni – a verbális kommunikáció ekkoriban még valószínűleg csupán néhány hangjelzésből állt, és nem volt alkalmas komplexebb üzenetek átadására (Cela-Conde és Ayala, 2007). Az egyszerű vizuális jeleknek és rajzoknak viszont feltehetően egy adott közösség minden tagja ismerte a jelentését, és ezt a jelentést továbbadták utódaiknak is. Ezzel evolúciós előnyre is szert tettek, hiszen így megoszthatták egymással a túléléshez szükséges, illetve a faj sikerességéhez hozzájáruló információkat (Cela-Conde és Ayala, 2007). Ugyanakkor a vizuális kommunikációval átadott tudás lehetett az alapja a kulturális evolúciónak is – a jelek segítségével akár egy szertartás menete vagy helye is rögzíthető volt, így ez a tudás is generációkon át változatlanul tovább öröklődhetett (Persaud, Tubbs és Loukas, 2014). Őseink tehát a vizuális kommunikáció eszközeinek segítségével már jóval az értelmes beszéd kialakulása előtt is képesek voltak megfigyeléseiket rögzíteni és továbbadni utódaiknak. Nem meglepő, hogy manapság is ennyire népszerű a képi kultúra – sokkal fogékonyabbak vagyunk a vizuális közlésekre, melyek számtalan esetben megelőzik a szöveget érthetőségben és hatékonyságban. A leletek kora pedig azt mutatja, hogy a forma alakítása a legmélyebben gyökerező vizuális kommunikációs eszközünk lehet.

Természetesen az oktatásban jelenleg is szerepet kapnak formaalkotással kapcsolatos feladatok, például a vizuális kultúra tantárgy keretei között biztosan találkoznak a tanulók ezzel a tevékenységformával. Pozitív hatásait figyelembe véve – melyeket tanulmányomban részletesen bemutatok majd – sokkal nagyobb hangsúlyt lenne érdemes helyezni a módszerre, valamint a megszokottól eltérő tantárgyak és témakörök esetén is érdemes lenne vizsgálni integrálhatóságát. Alkalmazásával ugyanis megteremthető a korszerű tanulási környezet, melynek feltételeit a 2020-as *Nemzeti Alaptanterv* szerzői a következőképpen fogalmazták meg: „A tanulók tanulási tevékenységekben való aktív részvétele kulcsfontosságú, ezért ennek előmozdítása érdekében a pedagógusoknak mindvégig a tevékenységközpontú tanulásszervezési formákat kívánatos előnyben részesíteniük. A tanulás társas természetéből adódó előnyök, a differenciált egyéni munka adta lehetőségek kihasználása, valamint a párban vagy csoportban végzett kutatásalapú, felfedező, tevékeny és jól szervezett, együttműködő tanulás támogatása szintén hozzájárul a korszerű tanulási környezet megteremtéséhez.” (NAT, 2020) Jelen tanulmányban a releváns szakirodalom bemutatásán keresztül megkísérlem bizonyítani, hogy a formaalkotó tevékenységben még kiaknázatlan potenciál lakozik. Bemutatom a formaalkotás előnyeit, sokszínű fejlesztő hatásait. Röviden kitérek a formaalakítás lehetséges egészség- és személyiségfejlesztő hatásaira is, melyeket főleg művészetterápiás kutatásokból ismerünk, valamint a kreativitásra és a motivációra való hatásairól is szót ejtek. A legnagyobb hangsúlyt annak alátámasztására helyezem, hogy a formaalkotó tevékenységekkel növelhető a tanulás hatékonysága és eredményessége.

Formaalkotó módszerek készség- és képességfejlesztő hatásai

A formaalkotás vagy modellezés mint tevékenység produktumtól függetlenül is rengeteg készség- és képességfejlesztési lehetőséget rejt magában (Hansen, 2018; Pangung és mtsai, 2021). Nem véletlenül képezi fontos részét a vizuális kommunikáció tanításának

a tárgykészítés, a szobrászat és az építészet. A formaalakító tevékenység a forma alapos megfigyelését, forma és funkció összefüggéseinek felfedezését és megértését követeli meg. Ebből kiindulva, ha a modellezést egy biológiával kapcsolatos tananyag feldolgozása során végzik a tanulók, akkor a foglalkozás során fejlődő készségeik és képességeik a feladat tartalmát képező lexikális tananyag megértését is elősegíthetik. Az aktív cselekvés során észrevétlenül is bővítik ismereteiket, míg a formaalkotó folyamat önmagában is remek fejlesztő potenciállal bír (Hansen, 2018).

Gondolatkísérletként képzeljük el, hogy egy tanulóknak meg kell tanulnia az emberi vázrendszer és izomrendszer fontosabb részeit. Ehhez először érdemes tudnia, hogy mi a csont, mi az izom, ezek hogyan kapcsolódnak egymáshoz, mi az ízületek szerepe. Mindezt általában tankönyvi ábrák segítségével, táblára készített magyarázó rajzzal, esetleg dián kivetített egyéb szemléltetéssel vagy videóval kísérve mutatja be a tanár a diákoknak. A tanulóban a szemléltetés hatására kialakul egy belső, mentális kép az adott objektumok kinézetéről (Dale, 1954). Pusztán képek megfigyelésével azonban rengeteg információhoz nem jutnak hozzá: Milyen kemény a csont, milyen a felülete, térben hogyan néz ki? Az izom hogyan tapad hozzá – könnyű elválasztani a csonttól vagy nehéz? Mennyire nyúlik az izom, mekkora erőre van szükség az elszakításához? Mindezen kérdésekre akkor kaphat választ a tanuló, ha egy valódi csontot és a hozzá tapadó izomzatot mutatunk be neki. Ezeket megtapinthatja, minden oldalról megvizsgálhatja, így szembesül az eltérő képletek fizikai tulajdonságaival. Ez a taktilis észlelés-érzékelés bekapcsolása a megismerés folyamatába, melyet hagyományosan főként boncolás útján tapasztalhatnak meg a tanulók. Most képzeljük el, hogy ennél is tovább megyünk: a tanulóknak reprodukálnia kell a megfigyelt, megtapintott csontot és a hozzá kapcsolódó izmokat. Ehhez a művelethez biztosítunk számára különféle formázó eszközöket, valamint gyurmát többféle színben. A tanuló egy ilyen helyzetben önkéntelenül is elkezd elemekre bontani a látottakat. Ebben az esetben másként figyel meg a csontot és az izmokat, még hozzá a tudattal, hogy minél pontosabb másolatot kell készítenie róluk. Itt már valóban körbe kell forgatnia, minden oldalról alaposan meg kell szemlélnie a formák íveit, átfordulásait, az izmok pontos csatlakozási helyét a csonthoz. Pontosan meg kell határozni a struktúráknak vagy elemeknek az egymáshoz való helyzetét: mi van elől, mi van takarásban, a térben hogyan helyezkednek el a képletek. Ezzel fejlődik a térbeli tájékozódó képesség (Hansen, 2018), a folyamatos forgatás révén pedig a térérzék (Hansen, 2018). A folyamat elején a megfigyelőképesség fejlődése mellett meg kell terveznie a tevékenység munkafolyamatait, ezáltal fejlődik a kivitelezésre való képessége (Hansen, 2018). Amikor a tényleges mintázásba belekezd, a fejében már van egy terv. Belülről kifelé kell építkeznie, ennek révén önkéntelenül is sorrendet állít fel az objektumot felépítő elemek között, illetve azokat csoportosítja és hozzárendeli egy-egy színhez. A formázást a csonttal kell kezdenie, ehhez az egyik színű gyurmát választja, míg a másik színből az izmok fognak elkészülni. A színek a későbbiekben segíteni fogják a felidézésben, mely során fejlődik a vizuális memória (Olurinola és Tayo, 2015). Az elemek pontos formájának kialakítása során a formaérzék és a pszichomotoros képességek is javulnak (Panggung és mtsai, 2021). A kiemelkedő és bemélyedő részletek felismerésével és mintázásával, a tömörszerű és tagolt részek elkülönítésével, a csont textúrájának, felületének visszaadásával a plasztikai érzék fejlődik. Az elkészített elemek összeillesztésével ráébredhet a forma és a funkció közötti összefüggésekre: például, hogy miért pont ott és miért pont úgy csatlakozik az izom a csonthoz, ahogyan azt megfigyelhetjük, vagy hogy hogyan mozog együtt a két struktúra. A tanári magyarázattal kísért foglalkozás során ehhez még hozzáadódik a biológia tananyagtartalom befogadásával, feldolgozásával kapcsolatos fejlődés. A 2020-as NAT szerzői így fogalmaznak a biológia tanításának jelentőségét taglaló fejezetben: „A képességek fejlesztése mellett a biológia tantárgy műveltségközvetítő szerepe részben a fogalmak és elméletek elsajátítását,

részben a tudás működő rendszerre formálását jelenti. A tanuló az egyedi objektumok és jelenségek vizsgálata során alkalmazza és elmélyíti a már megismert fogalmakat, elméleteket.” (NAT, 2020) A formaalkotó tevékenységek hatékonyabbá tehetik mind a fogalmak és az elmélet elsajátítását, mind a tudás működő rendszerre formálásának folyamatát (Waters és mtsai, 2005; 2011). A tanóra végére a tapasztalat és tudás mellett egy szemléltető taneszköz is a tanuló birtokába kerül, melyet ő maga készített el. A formaalkotás módszere ezáltal felveheti a versenyt a legdrágább, legprecízebben legyártott térbeli modellekkel úgy, hogy minimális anyagi befektetéssel is alkalmazható a tanórán. A szemléltetés mellett ugyanis egy olyan aktív-interaktív tevékenységbe vonja be a tanulókat, mely széleskörű fejlesztő hatással bír.

Formaalkotó módszerek személyiségfejlesztő és terápiás hatásai

A művészetterápia egyre ismertebbé és elismertebbé válik korunkban (Hinz, 2016). A művészetterapeuták szívesen kísérleteznek újabb művészetterápiás módszerekkel (Thong, 2007). Köztük formaalkotó módszereket is találunk (Kimport és Robbins, 2012; Elbrecht és Antcliff, 2014; Hansen, 2018; Sholt és Gavron, 2006). Több külföldi kutatás is igazolja, hogy a formaalkotó művészetterápiás tevékenységek révén hatékonyan fejleszthető a személyiség és javítható a mentális egészség. Hansen (2018) szerint jelenleg túlnyomórészt kétdimenziós módszerekre fókuszálnak a művészetterapeuták – annak ellenére, hogy a háromdimenziós alkotás mentális egészségre gyakorolt jótékony hatását már több szakirodalom is bizonyította. Hansen (2018) hivatkozik például Sholt és Gavron munkájára (Sholt és Gavron, 2006, idézi Hansen, 2018), akik leírták, hogy a formaalkotó tevékenység különleges terápiás lehetőségeket hordoz magában, ugyanis alkalmas a tudat alatt megbúvó érzések kifejezésére. Ezen kívül a kutató említi, hogy a formaalkotó tevékenység segít a rossz hangulat és a szorongás feloldásában, serkenti a kreativitást és a szocializációt, valamint traumák feldolgozása során is eredményesen alkalmazható (Hansen, 2018).

Kimport és Robbins 2012-ben publikálták kutatásukat, melyben összesen 102 felnőtt hangulatának változásait vizsgálták. A résztvevőknek először egy tesztet kellett kitölteniük, mellyel a kutatók felmérték, hogy mennyire vannak rossz hangulatban, milyen mértékben szoronganak éppen. Ezután közösen megnézték egy 12 perces videót, melyben több traumatikus eseményt láttak, például iskolai lövöldözést vagy egy nagy földrengés következményeit. Ezt egy megbeszélés követte, mely során mindenkinek meg kellett fogalmaznia valamilyen negatív gondolatot. A kutatók ekkor egy második tesztet újra megmérték, hogy adott pillanatban mennyire negatív a résztvevők hangulata. Ezt követően 4 csoportra osztották őket, és mindegyiküknek részt kellett vennie egy 5 perces foglalkozáson. Az 1. csoport tagjainak agyagból kellett egy meghatározott formát (jelen esetben vázát) elkészíteniük. A 2. csoport szintén agyaggal dolgozott, de kedvük szerint alakíthatták azt, nem kaptak konkrét utasítást. A 3. csoport stresszlabdát kapott azzal az utasítással, hogy a labdát egyik kezükből a másikba kell dobálniuk. A 4. csoport a stresszlabdával szabadon játszhatott, ők sem kaptak konkrét utasításokat. A foglalkozások után egy harmadik tesztet is elvégeztek, és azt találták, hogy annak a csoportnak a hangulata javult a legnagyobb mértékben, akik az irányított formaalkotó tevékenységet végezték. Az eredmények Kimport és Robbins (2012) számára azt bizonyították, hogy a formaalkotó tevékenység segít feloldani a rossz hangulatot és a stresszt, ezen felül pedig a kutatók előzetes feltételezését is megerősítették, miszerint az irányított terápiás tevékenységek hatékonyabbak a szabadon végezhető tevékenységeknél (Kimport és Robbins, 2012). Ennek oka az lehet, hogy a mentális nehézségekkel küzdő személyeknek szükségük van valamilyen kapaszkodóra és keretekre (Foster, 1997, idézi Hansen, 2018).

Kimport és Robbins (2012) kutatása alapján feltételezhetjük, hogy a tanulók hangulatán hasonlóképpen javíthatna egy tanóra integrált, irányított formaalkító tevékenység. A feltételezést alátámasztja több kutatás is, melyekben a tanulók attitűdjét mérték, és azt találták, hogy pozitív tapasztalataik voltak a formaalkító tevékenységekkel kapcsolatban (Grigg és mtsai, 2020; Waters és mtsai, 2005, 2011).

Bár a vázakisztetés a biológia témakörbe kevésbé illeszthető bele, kiemelendő, hogy a kutatás során nem a produktumon, hanem a folyamaton volt a hangsúly. Ebből kiindulva a biológia témájú formaalkító feladat is ugyanilyen jótékony hatással lehet a tanulók hangulatára, és oldhatja bennük a szorongást. Egy természeti objektum rekonstruálásánál ugyanis megvannak azok a pontos utasítások, melyek Kimport és Robbins (2012) kutatásában a legjobb eredményt hozták. Ezen felül, ha úgy tetszik, sokkal ősbib, a természethez közeli témát adhat a tevékenységnek, ha egy élőlényt mintáznak meg a tanulók. Sholt és Gavron (2006) is megfogalmazzák: a művészetterápiában központi szerepet tölt be a belső, mentális világ és a külső, materiális világ közti kapcsolat megteremtése. A kutatók szerint ezt a kapcsolatot leginkább az agyagból, azaz földből készült élőlények figurái szimbolizálják (Sholt és Gavron, 2006). Ennek kapcsán a tanórai formaalkító tevékenység tervezésekor érdemes lehet ezt a szempontot is figyelembe venni az alapanyagválasztásnál – a kutatók szerint ugyanis a műanyagból készült gyurma nem adja meg ugyanazt a terápiás élményt, mint az agyaggal való munka (Sholt és Gavron, 2006). Fontos kiemelni, hogy már pusztán valaminek a megérintése is bizonyítottan jó hatással lehet a tanulóra (Elbrecht és Antcliff, 2014). Az anya-gyermek kapcsolatban is kulcsfontosságú az érintés, mely a gyermekekben biztonságérzetet kelt (Elbrecht és Antcliff, 2014). Az érintés „egyike a legalapvetőbb emberi tapasztalásoknak”, és a kezeinken keresztül „képesek vagyunk kapcsolódni agyunk legősibb részeihez, így gyakran meghökkentő és kreatív megoldásokat találunk problémáinkra” (Elbrecht és Antcliff, 2014. 22–23.). A terápiás foglalkozások során az agyag kapcsolatot teremt a kéz és az agy között; mindig elérhető és megtapintható, ezáltal megbízható, és így válhat a gyógyulás forrásává (Elbrecht és Antcliff, 2014).

Wolff, Petre és van der Linden 2017-ben publikálták egy általuk vezetett foglalkozás leírását, melynek keretében gyerekek kíváncsiságát vizsgálták az adatgyűjtéssel kapcsolatban. Elsőként számítógépen szemléltették olyan drónoknak az útvonalát, melyek napelem elhelyezésére alkalmas épületekről gyűjtenek információkat. Ez után a gyerekeknek gyurmából kellett házat építeniük, majd rekonstruálniuk, azaz eljátszaniuk a drónok adatgyűjtésének folyamatát. Wolff és munkatársai (2017) leírják, hogy érdekes dolgot figyeltek meg a gyerekek viselkedésében: a számítógépes feladat megbeszélésekor a gyerekek egymástól bizonyos távolságot tartva álltak körül a gépeket, és csupán távolról mutattak a képernyőre a feladat megbeszélése közben. A gyurmamodell körül azonban szorosán összegyűltek, és mindenki meg akarta érinteni azt – annak ellenére, hogy ez nem szolgált számukra plusz információval vagy előnnyel a feladat megoldása szempontjából (Wolff és mtsai, 2017).

Wolff, Petre és van der Linden 2017-ben publikálták egy általuk vezetett foglalkozás leírását, melynek keretében gyerekek kíváncsiságát vizsgálták az adatgyűjtéssel kapcsolatban. Elsőként számítógépen szemléltették olyan drónoknak az útvonalát, melyek nap-elem elhelyezésére alkalmas épületekről gyűjtenek információkat. Ez után a gyerekeknek gyurmából kellett házat építeniük, majd rekonstruálniuk, azaz eljátszaniuk a drónok adatgyűjtésének folyamatát. Wolff és munkatársai (2017) leírják, hogy érdekes dolgot figyeltek meg a gyerekek viselkedésében: a számítógépes feladat megbeszélésekor a gyerekek egymástól bizonyos távolságot tartva álltak körül a gépeket, és csupán távolról mutattak a képernyőre a feladat megbeszélése közben. A gyurmamodell körül azonban szorosan összegyűltek, és mindenki meg akarta érinteni azt – annak ellenére, hogy ez nem szolgált számukra plusz információval vagy előnnyel a feladat megoldása szempontjából (Wolff és mtsai, 2017). A kutatók megjegyzik, hogy ezt a jelenséget a foglalkozáson részt vevő minden gyerekcsoportban megfigyelték, egymástól függetlenül. Wolff, Petre és van der Linden (2017) nem tudják biztosan, hogy mi lehetett ennek az oka – szerintük vagy a kíváncsiságukat akarták kielégíteni, vagy az érintés esetleg valamilyen módon segíthetett nekik a bennük felmerülő kérdések feldolgozásában. Az emberben ugyanis létezik egyfajta késztetés az ismeretlen tárgyak megtapintására, még akkor is, ha látszólag semmilyen értékes információhoz nem jut általa – mégis valami olyat tapasztalhat meg a tapintás révén, melyet pusztán szemmel nézve sohasem. (Érdekes belegondolni, hogy ennek a fordítottja is él: ha az ember valamitől undorodik, azt valószínűleg inkább csak a szemével vizsgálja meg, és csak a legvégső esetben nyúl hozzá.)

A fent említett előnyökből következik, hogy akár már témától függetlenül is pozitív hatással lehetünk a tanulók hangulatára, ha formaalkotó tevékenységet integrálunk a tanórába. A 2020-as NAT biológia tantárgy tanítási céljairól szóló részében a következőt fogalmazták meg a szerzők: „Az emberi szervezetről szerzett ismeretek fejlesztik a tanulók testképét és önismeretét, hozzájárulnak az egészséges életvitel értékének felismeréséhez, az ezt segítő attitűdök és szokások kialakításához” A pontokba szedett célok közt szerepel még a NAT-ban: „[...] a tanuló [...] az emberi test felépítéséről és működéséről szerzett tudását használja fel a személyes és közösségi egészségmegőrzéssel kapcsolatos döntéseiben” (NAT, 2020). A NAT szerint tehát már önmagában az emberi testtel kapcsolatos ismeretek bővítése is jó hatással lehet a tanulók egészséggel kapcsolatos döntéseire. A biológia ugyanakkor tartalmaz kifejezetten a személyiség és a test egészséges fejlődésével kapcsolatos tananyagtartalmakat. Az egészségvédelemmel kapcsolatos tanórákra érdemes lehet formaalkotó feladatot is tervezni, figyelembe véve annak bizonyított, pozitív testképpel kapcsolatos művészetterápiás hatásait (Corsetti, 2021; Crocker és Carr, 2021). Konkrét példával élve, az egészséges arányokkal rendelkező emberi test mintázása során például a diákok úgy tanulhatnak akár a testkép-zavarról vagy a média torzító hatásairól, hogy közben tevékenységük önmagában is szorongáscsökkentő hatással bír.

Formaalkotó módszerek hatása a kreativitásra és a motivációra

A kreativitás fogalma a korszakok változásával mást és mást jelentett az emberiség számára (Cropley, 1999). Cropley (1999) szerint a számítógépek megjelenésével és rohamos fejlődésével manapság a kreativitás talán mindennél fontosabb az emberiség számára, hiszen ez az egyetlen dolog, melyre egy gép jelenleg még nem képes. Ugyanakkor a mentális egészség egyik indikátoraként is tekinthetünk rá, mivel a kreatív személyre általában jellemző a nyitottság és a talpraesettségek, valamint hajlamosak vagyunk a kreativitást pozitívitással társítani (Cropley, 1999). Indrasati, Myrnawati és Handini 2018-ban leírták, hogy a kreativitás szorosan összefügg a személyiséggel és az érzelmeikkel.

A kutatók szerint a kreatív tanulók képesek megérteni mások érzéseit, rendkívül jól motiválhatók és hatékonyan kommunikálnak. A motiváció és a kreativitás tehát elválaszthatatlanok egymástól (Cropley, 1999). Ebből következik, hogy ha sikerül a kreativitást fejleszteni, azzal jó eséllyel növekszik a motiválhatóság is (Indrasati és mtsai, 2018). Indrasati és munkatársai 2018-ban a formaalkotó tevékenységeknek a kreativitás fejlődésére gyakorolt hatását vizsgálták. A kutatásban részt vevő gyermekek kreativitását tesztekkel mérték. Az első, foglalkozások előtti teszt átlagos eredménye 33,3 pont volt. Ez után 8 formaalkotó foglalkozás következett, és még további 2 alkalommal mérték a résztvevők kreativitását. A 2. teszt eredménye átlagosan 50,43 pont, míg a 3., egyben utolsó teszten átlagosan 61,08 pontot szereztek a gyerekek. Az eredmények azt mutatják, hogy a formaalkotó tevékenységnek szignifikáns hatása volt a kreativitás fejlődésére.

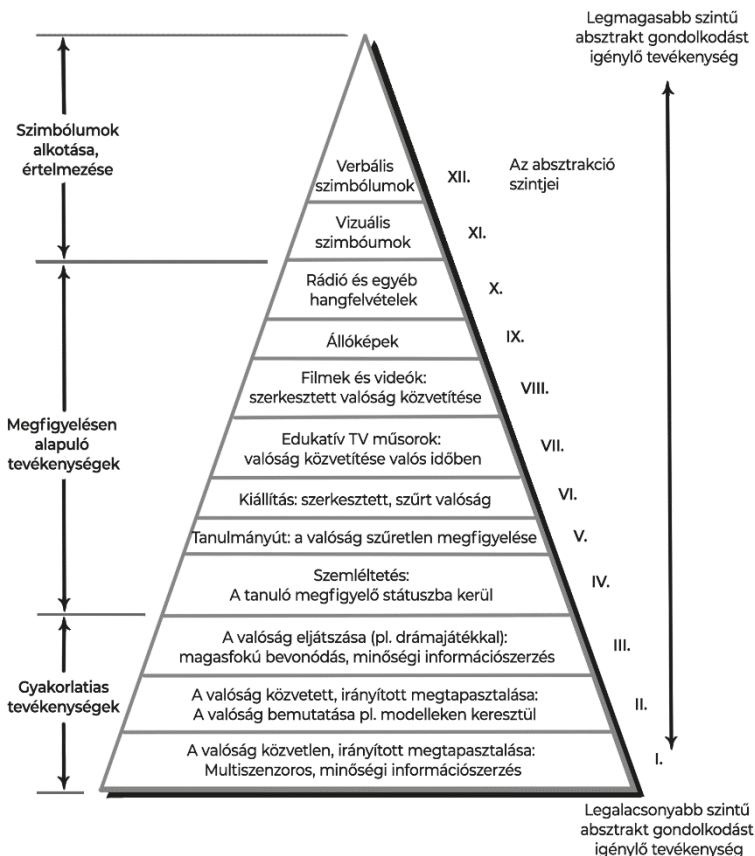
Cropley (1999) megfogalmazza, hogy a természettudományos kreativitás bizonyos tekintetben eltér a hétköznapi értelemben vett, új produktumok létrehozásával kapcsolatos kreativitástól. A biológiában például kreativitást igényel egy új vizsgálati módszer feltalálása, egy adott probléma megoldásának megtalálása. Ugyanakkor ehhez szükség van egy olyan tudásalapra, melyből a kreativitás építkezhet (Cropley, 1999). A művészetekkel ellentétben ugyanis, ahol a produktum szubjektív elbírálás alá esik, a természettudományokban minden eredményt tényszerűen bizonyítani kell (Cropley, 1999). Nem kerülhető tehát meg a szükséges ismeretek megszerzése. Ha egy tanuló biztos tudásalappal rendelkezik, akkor nagyobb eséllyel lesz képes a természettudományos kreatív gondolkodásra (Cropley, 1999). A kreativitás fejlődése pedig a motiválhatóság növekedéséhez vezethet (Cropley, 1999; Indrasati és mtsai, 2018). Egy olyan módszert, mely mindhárom komponensre – a kreativitásra, a motivációra és az ismeretszerzés hatékonyságára is – fejlesztő hatással van, érdemes integrálni a tanórába.

Formaalkotó módszerek hatása a tanítás-tanulás hatékonyságára

A külvilágból érkező információkat típusuk szerint ötféle érzékszervünkkel tudjuk befogadni: a látásért felel a szem, a hallásért a fül, az ízérzékelésért a nyelv, a szaglásért az orr, a tapintásért pedig a bőr receptorai (Koncz és Szabó, 2019). Az érzékelés során a környezetből érkező ingerek az agyunk számára feldolgozható jellé alakulnak át. Az észlelés során ezekhez a feldolgozott információkhoz jelentést rendelünk hozzá. Az észlelés tehát pszichológiai folyamat, mely a biológiai érzékelésre épül (Koncz és Szabó, 2019). Az érzékelés és az észlelés fejlesztése kulcsfontosságú a hatékony tanulásra való képesség kialakításában (Lestyán és Szabóné Balogh, 2015). A kisgyermekek taktilis, vagyis tapintás útján szerzett ingerek révén jutnak a legtöbb információhoz (Lestyán és Szabóné Balogh, 2015). Pedagógusként választhatunk, hogy a tanulók számára a megtanítani kívánt információt milyen formában, azaz milyen csatornán keresztül juttatjuk el. A tanítás során figyelembe kell vennünk, hogy minden tanuló saját, rá jellemző tanulási stílussal rendelkezik (Syofyan és Siwi, 2018). Ez azt jelenti, hogy az információt eltérő sikerrel fogják megjegyezni attól függően, hogy milyen észlelési csatornán keresztül kapják azt meg. Ugyanakkor azt is megállapították a kutatások, hogy a tanulás hatékonysága növelhető, ha a tanulóhoz minél több csatornán keresztül jut el az információ, illetve, ha a gyerekek aktív részesei a tanulási folyamatnak (Mukhopadhyay és Parhar, 2001; Bandiné Liszt, 2007; Ningsih és mtsai, 2021). Ha az oktató szóban mondja el a tananyagot, a tanulók pedig hallgatják, az egycsatornás közlés. Ha mellé képekkel szemlélteti az elmondottakat, ott már az auditív vagy akusztikus csatorna mellett a vizuális csatorna is aktiválódik. Ha a tanár ezen felül még valamilyen tapintható taneszközzel is tudja segíteni a tanulás folyamatát, azzal aktivál egy harmadik csatornát is, a taktilis érzékelést.

Mindezek alapján feltételezhető, hogy a formaalakító rekonstruálási folyamatok jelentősen növelhetik egy természeti objektum megismerésének hatékonyságát, hiszen egy újabb csatornát nyitnak meg a tanulóban. A módszer emellett lehetőséget ad számukra, hogy természeti megfigyeléseiket lépésről lépésre rögzítsék. A háromdimenziós forma felépítéséhez az ábrázolni kívánt objektumot minden oldalról meg kell szemlélni, szét kell szedni, szerkezetét pontosan meg kell figyelni. Ez a tevékenység többet foglal magában, mint egy képzőművészeti alkotás elkészítése, melynek során az alkotó az adott forma külsejét mintázza meg, a számára lényegtelen belső részek megjelenítésére pedig nem kerít sort. A tanóraba integrált formaalkotó tevékenység során ugyanis a tanulók a formák felépítését az objektum belső vázával kezdik el, majd belülről kifelé haladva adják hozzá az újabb és újabb szerkezeti elemeket. A folyamat közben a morfológiai információkon túl a természeti objektum funkcióiról, működéséről is tanulnak (Hansen, 2018). A tevékenység során aktiválódnak a vizuális és szomatikus csatornák (DeHoff és mtsai, 2011), valamint az alkotást kísérő tanári magyarázat révén az akusztikus csatorna is. A pontos megfigyelés és rekonstrukció olyan kognitív folyamatokat indít el, melyek nagyban hozzájárulnak az információ elraktározásához (Hansen, 2018).

Edgar Dale szemléltető ábrájának, a „tapasztalatok piramisának” (Dale, 1954) egy tovább gondolt változatát (1. ábra) mutatja be Nádasdi András (2010). A piramisban különféle tevékenységeket láthatunk, melyek az absztrakció eltérő szintjén foglalnak helyet. A piramis legalján a közvetlen, célirányos tapasztalatok szerepelnek, legkevésbé absztrakt tevékenységformaként. Ezt követik a közvetett tapasztalatok, majd az eljátszott vagy dramatizált tapasztalatok. Mindhárom tevékenység cselekvést kíván. A következő egység a megfigyelésen alapuló tevékenységeket tartalmazza. Elsőként a demonstráció, majd a tanulmányi kirándulás látható. Ezt követik a kiállítások mint a valóság megszerkesztett bemutatására szolgáló események. Az oktató tartalmakat sugárzó televíziós csatornák, a mozgókép, majd az álló kép, végül a rádiófelvétel zárják a sort. A harmadik nagyobb egységbe a szimbólumok tartoznak. Ezek lehetnek vizuális vagy verbális szimbólumok. Az ábra alapján a verbális szimbólumok a leginkább absztraktak a felsoroltak közül. Edgar Dale (1954) szerint ez a rangsor egyáltalán nem kőbe vésett. A legalkalmasabb tevékenységforma a megfelelő tanulási tapasztalat meghatározásához függ a tanítási céloktól, a tananyagtól és a tanulóktól. A kutató megfigyelései alapján a tanulók annál biztosabban fogják az adott tananyagot megérteni, minél kevésbé absztrakt (Dale, 1954). A piramis alján található tapasztalati formákat tehát nagyobb eséllyel értik meg a tanulók, mint a piramis tetején lévő, elvontabb tapasztalatokat (Dale, 1954).



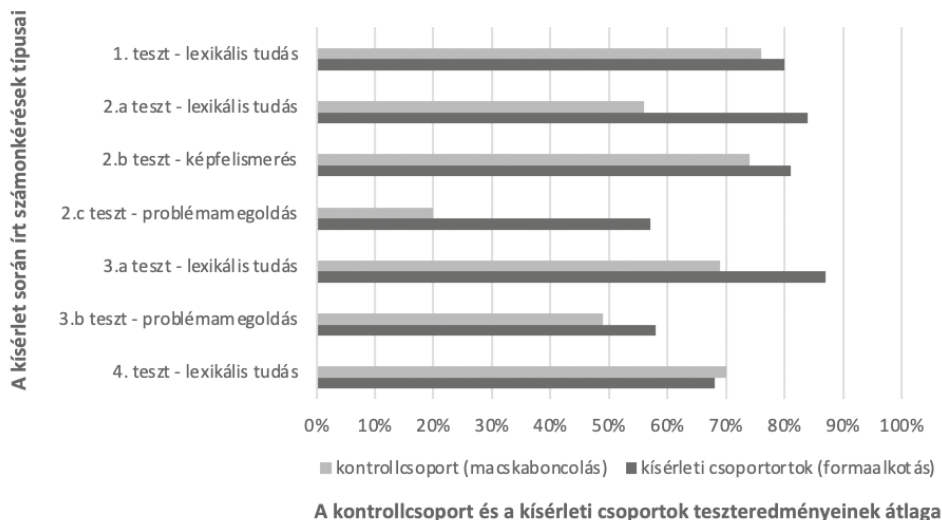
1. ábra. Dale továbbfejlesztett tapasztalat-piramisa (Forrás: Nádasdi [2010] hivatkozik Simonson, Smaldino, Albright és Zvacek [2006] ábrájára)

Amikor a tanulók egy valós természeti objektumot modellezéssel rekonstruálnak, akkor közvetlen, irányított tapasztalatokat szereznek. Közvetlen a tapasztalat, mert megérint-hetik, érzékszerveikkel több csatornán keresztül megvizsgálhatják a másolni kívánt élőlényt vagy annak részeit. Irányított, hiszen a vizsgálatnak célja is van: az objektum rekonstruálása. Ha nem áll rendelkezésre valódi minta, a fentebb bemutatott különféle műanyagból készült szemléltető modellekről is készülhet másolat. Ebben az esetben a tevékenység a második sorba, azaz a közvetett tapasztalathoz sorolható.

Talán nem véletlen, hogy Waters és munkatársai már a 2000-es évek elején végeztek olyan kutatást, melyben azt vizsgálták, hogy a formaalkotó módszerek integrálása a biológia bizonyos tananyagtartalmainak tanításába növeli-e a tanulási hatékonyságot. Egyetemükön az emberi anatómia tananyagot rendszerint házimacska boncolásának segítségével tanították. Waters és munkatársainak (2005) célja egy alternatív módszer kidolgozása és elemzése volt: a hallgatóknak különböző színű gyurmákból kellett meghatározott emberi anatómiai részleteket megformálni, rekonstruálni. A kutatás elején a hallgatókat csoportokba osztották: 3 kísérleti csoport végzett formaalkotási tevékenységet, a kontrollként bevont résztvevők 4 csoportja pedig az általános gyakorlatnak megfelelően házimacsskát boncolt. A kurzushoz tartozó laborgyakorlat a résztvevők számára

4 alkalmat jelentett, melyek után mindig számonkéréssel mérték fel a hallgatók tudását (2. ábra). Az első és a negyedik gyakorlat teljesen megegyezett mindkét csoport számára, míg a második és harmadik gyakorlat esetében a 4 kontrollcsoport házimacska boncolását végezte, 3 kísérleti csoport pedig humán anatómiai struktúrákat formázott meg gyurmából. A macskaboncolást végző hallgatóknak egy élethű humán, térbeli modellhez kellett hasonlítaniuk a tevékenység során megfigyelt képleteket, vagyis meg kellett keresniük a macska részeivel analóg humán struktúrákat. A formaalkotó tevékenységet végző tanulók ugyanazt a humán modellt kapták meg szemléltetésként, de nekik gyurmából kellett a megfigyelt izmokat megformázniuk, majd egy félbevágott műanyag csontvázra ezeket felépíteniük. Az emésztőrendszer és a keringési rendszer tananyagtartalmak esetében nagyobb alumíniumtálcákat kaptak a kísérleti csoportok, melyekbe szintén gyurmából rekonstruálták ezeknek a szervrendszereknek a felépítését.

Az 1. és 4. gyakorlati alkalmat követő számonkérések során – mivel a hallgatók ugyanazt a tevékenységet végezték – ugyanazokra a lexikális tudást mérő kérdésekre kellett rövid szöveges válaszokat adniuk. Az eredményekben Waters és munkatársai (2005) nem tapasztaltak jelentős eltérést (2. ábra). A 2. és 3. alkalom tesztjei viszont a kísérleti és a kontrollcsoport esetén különbözőek voltak, hiszen ezek gyakorlati kivitelezése is eltért (2. ábra). A kutatás eredményét így ezeknek az eltérő teszteknek az összehasonlítása határozta meg. Ezekben a tesztekben az első rész az 1. és 4. teszthez hasonló, lexikális tudást mérő kérdésekből állt. Ezt a 2. tesztben egy felismeréses feladat követte, ahol először mindkét csoport tagjainak az élethű humán modellen bejelölt izmokat kellett felismerniük. Majd a formaalkotó tevékenységet végzett hallgatóknak további emberi izmokat kellett beazonosítaniuk, melyek egy gyurmából felépített humán modellen voltak bejelölve. A kontrollcsoport résztvevői hasonló feladatot kaptak, de nekik boncolt macskán kellett a humán izmokkal analóg képleteket megnevezniük. Végül a tesztnek egy problémamegoldást igénylő része is volt, melyben a kérdések megoldása magasabb szintű megértést kívánt, a lexikális tudás visszaadásán felül elemző-analitikus gondolkodást igényelt. A válasz ezen kérdésekre konkrétan nem hangzott el a gyakorlati órákon, azonban a laborban szerzett tapasztalatokat és tudást használva ki lehetett következtetni a megfejtéseket. A kutatók így szerették volna megvizsgálni, hogy van-e különbség a két tevékenységet (formaalkotás, macskaboncolás) végző hallgatók közt, ha egy új szituációban kell mozgósítaniuk a megszerzett tudásukat. Ilyen magasabb szintű feladat volt például egyes izmok felismerése keresztmetszeti képről (melyet a laborgyakorlaton nem mutattak be), vagy egy beteg fájdalmainak leírása alapján a sérült izom azonosítása. A harmadik alkalomhoz tartozó teszt a 2. teszthez hasonlóan zajlott, csak más tananyag-tartalmat fedtek le a kérdések.



2. ábra. Waters és munkatársai (2005) kísérletének eredményei

Az eredményeket megvizsgálva szembetűnő, hogy a 4. teszt kivételével minden alkalommal a kísérleti csoport ért el jobb átlageredményeket. A formaalkotó tevékenységet végző hallgatók nagyobb sikerrel ismerték fel a megjelölt anatómiai struktúrákat a macska boncolását végző hallgatóknál. Ezen felül a magasabb szintű, problémamegoldó feladatokban szignifikánsan jobban teljesítettek a kontrollcsoportnál. A 2. teszt problémamegoldó feladatainak esetében a kísérleti csoport a kontrollnál kis háján háromszor jobb átlagot hozott. Az eredmények Waters és munkatársai (2005) szerint azt mutatják, hogy a Pennsylvania State University kampuszának humán anatómia kurzuson részt vevő hallgatói számára a macska boncolásánál hatékonyabb laboratóriumi gyakorlat lehet a humán struktúrák formaalkotó módszerekkel való rekonstrukciója. A kísérleti csoportban ugyanis sokkal hatékonyabban tudták a megszerzett tudásukat előhívni és azt egy új szituációban hasznosítani. Ennek magyarázatát a kutatók egyfelől abban látják, hogy a formaalkotó tevékenység valószínűleg nagyobb aktivitást igényelt a hallgatók részéről, a feladatba jobban investálódtak (Waters és mtsai, 2005).

Waters és munkatársai (2005) azt is felvetették, hogy az eredményekben közrejátszhatott az a tény, hogy a formaalkotó folyamat során a tanulók önkéntelenül is redukálják a látott formákat. Az általuk mintázott formák összeillesztésével egy vizuálisan sokkal átláthatóbb

Az eredményeket megvizsgálva szembetűnő, hogy a 4. teszt kivételével minden alkalommal a kísérleti csoport ért el jobb átlageredményeket. A formaalkotó tevékenységet végző hallgatók nagyobb sikerrel ismerték fel a megjelölt anatómiai struktúrákat a macska boncolását végző hallgatóknál. Ezen felül a magasabb szintű, problémamegoldó feladatokban szignifikánsan jobban teljesítettek a kontrollcsoportnál. A 2. teszt problémamegoldó feladatainak esetében a kísérleti csoport a kontrollnál kis háján háromszor jobb átlagot hozott.

modellhez jutnak hozzá, mely leegyszerűsített ugyan, de a tanulás szempontjából lényeges elemeket tartalmazza. Az összeillesztés folyamata emellett segíthet létrehozni azt a mentális képet, mely a tanulóknban a látottakról kialakul, és amely elengedhetetlen az anatómia hatékony tanulásához (Waters és mtsai, 2005). A macska boncolását végző tanulóknak a kísérleti csoporttal szemben az egész foglalkozás alatt egy bonyolult, számukra felesleges vizuális információkat tartalmazó objektummal kellett dolgozniuk, így egy sokkal komplexebb kép feldolgozására kényszerülnek. Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy az egyszerűbb formákra bontás képessége és a formák pontos összeillesztéséhez szükséges tudás alkalmazása valóban hatékonyabbá teheti a tanulási folyamatot (Waters és mtsai, 2005).

A problémamegoldó feladatok esetén a kísérleti és a kontrollcsoportoknak is új szituációban kellett tudásukat alkalmazniuk (Waters és mtsai, 2005). Ez mindkét fél esetében magasabb szintű transzfer igényelt, mert az alkalmazási szituáció a kérdések új típusa és nehézségi szintje miatt valóban eltért a tanulási helyzettől. Figyelembe véve a komplexitást érintő különbségeket, a macskát boncoló tanulóknak valószínűleg a problémamegoldó feladatok megoldásához is magasabb szintű transzfer kellett végrehajtaniuk a humán struktúrákkal dolgozó társaiknál. A kutatás vezetői szerint olyan problémamegoldó kérdéseket is érdemes lett volna feltenniük mindkét csoportnak, melyek macskára fókuszálnak (Waters és mtsai, 2005). Így a humán anatómiai elemekkel dolgozó formaalkotó csoportnak is azonos mértékű transzformációra lett volna szüksége, hogy a tanulatokat a macskára vonatkozó kérdésekben is sikeresen alkalmazza. A kutatók egyébként 2011-ben valóban megismételték a kísérletet. Ekkor már tettek fel macskaanatómiával kapcsolatos problémamegoldó kérdéseket a humán struktúrákat reprodukáló csoportnak is, és azt találták, hogy a tanulóknak tevékenységtől függetlenül nehéz volt megszerzett tudásukat egy másik szervezettel kapcsolatosan alkalmazni (Waters és mtsai, 2011).

Mindkét kutatás során (Waters és mtsai, 2005, 2011) végeztek attitűddel kapcsolatos méréseket is. A résztvevőket megkérdezték, hogy mit gondolnak a laborgyakorlatokról, hogyan változott a hozzáállásuk az anatómiához, részt vennének-e máskor is anatómia kurzuson. Az válaszokat összevetve elmondható, hogy a tanulók egyik kutatás esetében sem veszítettek motiváltságukból. A boncolást végző hallgatók élvezték a legjobbban a gyakorlatokat, ugyanakkor a formaalkotó tevékenységet végző résztvevők is pozitív tapasztalatokról számoltak be. A kutatók megállapították, hogy bár a formaalkotó tevékenység az anatómiai struktúrák tanulásában hatékonyabbnak bizonyult, a boncolás jobb motiváló erővel bírt. Itt talán érdemes megemlíteni, hogy a Waters és munkatársai (2005, 2011) kutatásaiban részt vevők nagy része biológiával kapcsolatos szakot végző hallgató volt, így feltételezhetően az ő attitűdjük egy boncolási tevékenységhez az átlagnál pozitívabb, mint például egy középiskolai csoport esetén. Holstermann és munkatársai 2012-ben, illetve Fančovičová és munkatársai 2013-ban megállapították, hogy a boncolás a középiskolások jelentős részében undort vált ki, és szívesebben utasítják el a tevékenységben való részvételt.

Amerikában több publikáció is született még a boncolás és a formaalkotó tevékenység hatékonyságának összehasonlításával kapcsolatban. Mivel ezen kutatások célja és sok esetben eredményei is hasonlóak, így csak röviden mutatok be néhányat. Marina Castilla és Jennifer Whitney 2020-as publikációjukban a humán perineum (gát) boncolásának nehézségeit foglalmazták meg, ennek kiváltására kerestek alternatívát (Castilla és Whitney, 2020). A boncolást végző kontrollcsoport eredményeit egy modellező gyurmából gátat felépítő kísérleti csoport eredményeivel vetették össze. Az eredmények mindkét csoport esetében 20%-os javulást mutattak a tevékenység előtt mért tudáshoz képest. A kutatók szerint a formaalkotó tevékenységet ezért mindenképpen érdemes lehet integrálni a gát anatómiájának oktatásába, sőt, a boncolás akár teljesen kiváltható is lehet vele – ennek bizonyítására még további kutatásokat kellene a jövőben lebonyolítani (Castilla és Whitney, 2020).

2009-ben egy másik érdekes publikációt tett közzé Chang-Seok Oh, Ji-Young Kim és Yeon Hyeon Choe. Ők a formaalkotó tevékenységet neuroanatómiai oktatás során alkalmazták, céljuk pedig a keresztmetszeti képek értelmezésének segítése volt. A gyurmából elkészített agymodelleket különféle módokon vágták vagy szeletelték fel, és az így kapott keresztmetszeti képet hasonlították a valós agyról készült MR- (mágneses rezonancia) és CT- (komputer tomográfia) felvételekhez. Később CT-felvételek vizsgálatával kapcsolatos kérdéssort állítottak össze, melyen a formaalkotó-modellező tevékenységet végző csoport tagjai átlagosan jobban szerepeltek, mint a formaalkotó tevékenységet nem végző tanulók (Oh, Kim és Choe, 2009).

Az eddig bemutatott publikációk mindegyike felsőoktatásban zajló kísérletekről számolt be, ugyanakkor az említett biológia tananyagtartalmak a közoktatásban is megjelennek, igaz, más szinten. Szerencsére már középiskolai környezetben is végeztek kutatást a témában: Emma K. Grigg, Lynette A. Hart és Jenny Moffett amerikai kutatók 2020-ban publikálták eredményeiket a *The American Biology Teacher* szakmai folyóiratban (Grigg és mtsai, 2020). A kutatók az állatok boncolására kerestek alternatív megoldást, a társadalom növekvő állatjóléti és állatvédelmi törekvéseire reagálva. A kutatás célja az volt, hogy bebizonyítsa, a formaalkotó tevékenységgel sikeresen helyettesíthető az állatok boncolása az anatómia tanítása során a közoktatásban. A kutatók megállapították, hogy az állatok modellekkel való helyettesítése a „három R = replacement, reduction, refinement” elvének is megfelel. Ezt az elvet 1959-ben fogalmazta meg Russel és Burch, és a következőt tartalmazza:

- replacement, azaz helyettesítés: törekednünk kell arra, hogy az oktatási-kutatási tevékenységek során használt állatokat más módszerekkel helyettesítsük;
- reduction, azaz csökkentés: a lehető legkevesebb állatot felhasználó oktatási-kutatási módszert kell választanunk, illetve a lehető legtöbb információt kell kinyernünk egyetlen állatból, jólétének megsértése nélkül;
- refinement, azaz tökéletesítés: olyan módszereket kell választanunk, melyek minimalizálják az állatnak okozott fájdalmat, stresszt (Russel és Burch, 1959, idézi Grigg és mtsai, 2020).

Grigg és munkatársai (2020) megemlíti DeHoff, Clark és Meganathan 2011-es megállapításait is, miszerint a boncolásnak három fő pedagógiai előnye van: az anatómiai struktúrák térbeli szemléltetésére, multiszenzoros információbefogadásra és aktív, csoportos tanulásra ad lehetőséget (DeHoff és mtsai, 2011). A formaalkotó tevékenység Grigg és munkatársai (2020) szerint mindezen előnyökkel szintén bír, ráadásul a tanórán belül akár többször is elvégezhető ugyanannak a struktúrának a megformázása, míg a boncolás során egy test csak egyszer használható fel.

Három év alatt összesen 217-en vettek részt a kísérletben, 65,9%-ban lányok, 34,1%-ban pedig fiúk (Grigg és mtsai, 2020). A gyakorlatok előtt írt tesztek eredményeiben nem volt jelentős különbség a két csoport teljesítménye között. A gyakorlatot követő teszten mind az egyszerűbb, mind az összetettebb kérdések esetén jobban teljesítettek a formaalkotó tevékenységet végző tanulók, bár az egyszerűbb kérdések esetén jóval nagyobb volt a különbség a két csoport eredményei közt. A csoportokon belül a gyakorlatok előtt és után írt tesztek eredményeinek összehasonlításával kiderült, hogy a kísérleti modellező csoport teljesítménye 6,9%-kal többet nöött, mint a kontrollcsoport teljesítménye. Attitűd tekintetében nem volt szignifikáns különbség a két csoport hozzáállása közt. A kísérleti modellező csoport 88%-a találta a tevékenységet hasznosnak, és 85% szerint élvezetes is volt. A gyakorlat előtt a tanulók 65,6%-a akart macskaboncoláson részt venni, 24,7% preferálta a gyurmamodellezést, míg 9,7% virtuális eszközöket használt volna a tanulásához. A gyakorlat után viszont már 41% választotta volna a modellező tevékenységet, 50,6% a macskaboncolást és 8,4% a virtuális formátumokat. Mind a kísérleti, mind

a kontrollesoportban csökkent tehát azoknak a tanulóknak a száma, akik a macskaboncolást preferálták. A gyakorlat előtt nem volt jelentős különbség a nemek attitűdjében a két tevékenységgel kapcsolatban, utána azonban szignifikáns eltérés mutatkozott a tanulók közt: a fiúk inkább a macskaboncolást preferálták, míg a lányok utólag szívesebben választották volna a gyurmamodellézést. Griggs és munkatársai (2020) hivatkoztak Holstermann és munkatársainak (2012), Fančovičová és munkatársainak (2013), valamint Wisendin és munkatársainak (2018) publikációira, melyek bizonyították, hogy az iskolás lányokban a fiúkhöz képest a boncolás nagyobb stresszt és esetenként undort okoz. A szerzők szerint ezért érdemes lehet felkínálni a választás lehetőségét a tanulóknak. Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy jó alternatíva lehet a formaalkotó tevékenység azon tanulók számára, akik nem akarnak valódi állaton boncolást végezni.

Összegzés

Az emberiség története évmilliókkal ezelőttre nyúlik vissza. Az eszközkészítés, a forma tudatos alakítása végigkísért bennünket a mai emberré válás felé vezető úton – sőt, ennek a folyamatnak az egyik igen fontos katalizátora volt. Az eszközök pontos és precíz másolása a forma alakításának tudatos tanítása-tanulása révén öröklődött évszázadokon át, mindeközben a megfigyelőképesség és a finom-, illetve pszichomotoros képességek fokozatos fejlődése évezredek múltán mai életünkhöz, technológiai innovációinkhoz vezetett. A múltból hozott értékeken felül ma már azt is tudjuk, hogy minél több érzékelési-észlelési csatornát aktiválunk a tanulóban a tanítás során, annál eredményesebb lesz a tanulás (Mukhopadhyay és Parhar, 2001; Bandiné Liszt, 2007; Ningsih és mtsai, 2021). Ennek ellenére a szomatikus érzékelés-észlelés csatornáját aktiváló, tapintható, háromdimenziós taneszközökkel a tanulók jóval kevesebbszer találkoznak a biológiaórán, mint a kétdimenziós formátumú vizuális eszközökkel. A formaalkotó tevékenységek integrálásában láttam meg a lehetőséget, mely erre a problémára megoldást nyújthat. Tanulmányomban ezért megvizsgáltam a formaalkotás vagy modellezés alkalmazásának lehetséges pozitív vetületeit, köztük is leginkább annak a tanulás eredményességére való hatékonyságát.

Waters és munkatársainak (2005, 2011) eredményeit figyelembe véve akkor igazán hatékony a formaalkotás integrálása az anatómia tanításának-tanulásának folyamatába, ha a vizsga kérdései az előzetesen megmintázott, reprodukált szervezettel kapcsolatosak. A tanítási célhoz kell tehát igazítanunk a munkaforma kiválasztását. Az anatómia esetén például úgy érdemes modellezést integrálni a tanórába, hogy mindig az éppen tanult szervezet mintázását végeztetjük el a tanulókkal. A humán anatómiai struktúrákat tehát humán modell mintázásával érdemes tanítani, de ha számonkéréskor magasabb szintű, problémamegoldó kérdéseket is felteszünk, akkor ezek szintén legyenek a humán szervezettel kapcsolatosak. A kutatási eredményekből kiderül, hogy ez a boncolás esetén is igaz. Waters és munkatársainak (2005, 2011) kutatásai ugyan nem bizonyították kétséget kizáróan, hogy a formaalkotó tevékenység végzése a boncolás tevékenységéhez képest hatékonyabb lehet az anatómia tanulása során, de jelen tanulmányban nem is erre a kérdésre keresem a választ. Fókuszomban az állt, hogy a kísérletek kimenetele alapján egyértelműen kijelenthető legyen: a formaalkotó tevékenység mind az egyszerűbb, lexikális tudást mérő, mind pedig az összetettebb, problémamegoldó gondolkodást igénylő kérdések esetén a boncolással legalábbis egyenértékű eredményeket hozhat. A módszer így jó alternatívát kínálhat azoknak az iskoláknak, ahol nincs lehetőség a boncolás fel-tételeinek megteremtésére. A bemutatott eredmények alátámasztják, hogy a formaalkotó tevékenységek integrálásának helye van a biológia tanításában, és érdemes lenne kidolgozni annak pontos módszertani útmutatóját.

Az eredmények tükrében szintén megállapítható, hogy a formaalkotó tevékenységek megfelelnek a 2020-as NAT korszerű tanítási környezetre vonatkozó kívánalmainak. A modellezési feladatok tevékenységközpontúak, a tanulók szívesen vesznek részt bennük, így nagymértékű aktivitást érhetünk el velük (Waters és mtsai, 2005, 2011). A tanítás célja szerint a feladatokat a diákok egyénileg, párban vagy csoportosan is végezhetik, így differenciálásra is lehetőség nyílik. Akár az egész osztály együttes munkája is megvalósítható, ha a tanulók egy térbeli forma egyes elemeit egyénileg vagy kisebb csoportokban készítik el, majd ezeket az elemeket kooperációval egy egészé építik össze. Ezáltal az összetartozás élményét is megtapasztalhatják. Ha differenciálni szeretnénk, akkor eltérő számú vagy komplexitású elemek elkészítésével bízhatjuk meg az egyes tanulókat vagy tanulócsoportokat, képességszintjüknek megfelelően. A tanári utasításoktól függően a formaalkotó feladat lehet kutatásalapú, felfedező, de akár ismétlődően is használhatjuk.

Az ismertetett kutatásokban a tanulók humán (vagy más gerinces) anatómiai struktúrákat mintázták meg, azaz minden esetben anatómia tananyagtartalom tanítása volt a cél. A publikált eredmények jelentős része így a biológiának egyetlen ága köré csoportosul. A külföldi kutatások látszólag kiemelkedően pozitív eredményeinek nyomán más biológia tananyagtartalmat feldolgozó formaalkotó feladatokat is érdemes lenne kipróbálni, majd vizsgálni a módszer hatékonyságát. Lehetőleg minél változatosabb közegekben lenne érdemes kutatásokat végezni, különös tekintettel a formaalkotó módszer hatására a tanulási zavarokkal küzdő diákok fejlődésére. Személyiségfejlesztő potenciálját és lehetséges terápiás hatásait figyelembe véve érdemes lehet halmozottan hátrányos helyzetű tanulók attitűdjét is vizsgálni a formaalkotó tevékenységek kapcsán. Jelen tanulmány nyomán a jövőben szeretnék még több adatot gyűjteni azzal kapcsolatban, hogy a háromdimenziós struktúra megépítése mennyiben javítja a tanulóknak élő mentális belső képet, valamint, hogy ennek milyen hatása van az adott struktúra működésének vagy funkciójának pontosabb megértésére.

A technikai fejlődés révén az iskola talán a legnagyobb változáson megy keresztül a történelem során. A tanulók figyelmét lekötni egyre nehezebb, a digitális módszerek gyakran már nem hatnak újdonságként azokra a tanulókra, akik egy egész világ tudását tartják a zsebükben. Lehetséges, hogy ezekben a modern időkben pont az emberi alkotás legősibb módszeréhez kell visszanyúlnunk: a forma alakításához.

Berkó Regina

Szegedi Tudományegyetem

Irodalom

- Almécija, S., Smaers, J. B. & Jungers, W. L. (2015). The evolution of human and ape hand proportions. *Nature Communications*, 6(1), 7717. DOI: 10.1038/ncomms8717
- Bandiné Liszt, A. (2007). Az önálló tanulást támogató taneszközök készítésének és felhasználásának egyik lehetséges módja: saját fejlesztésű taneszköz a német nyelv tantárgy tanításához/tanulásához a "Freiarbeit" módszer alapján. *Módszertani közlemények*, 47(5) 230–238. <http://acta.bibl.u-szeged.hu/28869/> Utolsó letöltés: 2023. 03. 15.
- Bednarik, R. (2003). A Figurine from the African Acheulian. *Current Anthropology*, 44, 405–413. DOI: 10.1086/374900
- Castilla, M. & Whitney, J. (2020). Use of Modeling Clay as an Inexpensive Educational Tool to Improve Student Understanding of the Anatomy of the Human Perineum. *The FASEB Journal*, 34(1), 1. DOI: 10.1096/fasebj.2020.34.s1.00433
- Cela-Conde, C. J. & Ayala, F. J. (2007). *Human Evolution: Trails From the Past*. OUP Oxford (Oxford Biology).
- Corsetti, J. (2021). Bringing the Body Into Art Therapy: The Use of Touch and Body Awareness in Creative Healing. *Expressive Therapies Capstone Theses*. 473. https://digitalcommons.lesley.edu/expressive_theses/473 Utolsó letöltés: 2023. 03. 12.

- Crocker, T. & Carr, S. (2021). *Clay Work and Body Image in Art Therapy: Using Metaphor and Symbolism to Heal*. Routledge: Taylor & Francis Ltd. DOI: 10.4324/9781003097884
- Cropley, A. (1999). Definitions of Creativity. In Runco, M. & Pritzker, S. (szerk.), *Encyclopedia of creativity*. Academic Press. 511–524.
- Dale, E. (1954). *Audio-visual methods in teaching. Revised Edition*. The Dryden Press. <https://archive.org/details/audiovisualmetho00dale/> Utolsó letöltés: 2023. 03. 04.
- DeHoff, M. E., Clark, K. L. & Meganathan, K. (2011). Learning outcomes and student-perceived value of clay modeling and cat dissection in undergraduate human anatomy and physiology. *Advances in Physiology Education*, 35, 68–75. DOI: 10.1152/advan.00094.2010
- Elbrecht, C. & Antcliff, L. (2014). Being touched through touch. Trauma treatment through haptic perception at the Clay Field: A sensorimotor art therapy. *International Journal of Art Therapy*, 19, 19–30. DOI: 10.1080/17454832.2014.880932
- Fančovičová, J., Prokop, M. & Leskova, A. (2013). Perceived disgust and personal experiences are associated with acceptance of dissections in schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(3), 311–318. DOI: 10.12973/eurasia.2013.938a
- Földy, E. (2008). *Mintázás és formaalakítás. A plasztika technikái, műfajai*. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. https://www.nive.hu/Downloads/Szakképzési_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/4_0980_020_101231.pdf Utolsó letöltés: 2023. 03. 15.
- Gabora, L. & Steel, M. (2020). A model of the transition to behavioural and cognitive modernity using reflexively autocatalytic networks. *Journal Of The Royal Society Interface*, 17(171), 20200545. DOI: 10.1098/rsif.2020.0545
- Grigg, E. K., Hart, L. A. & Moffett, J. (2020). Comparison of the Effects of Clay Modeling & Cat Cadaver Dissection on High School Students' Outcomes & Attitudes in a Human Anatomy Course. *The American Biology Teacher*, 82(9), 596. DOI: 10.1525/abt.2020.82.9.596
- Hansen, S. (2018). Clay: Qualities, Benefits, and Therapeutic Applications A Literature Review. *Expressive Therapies Capstone Theses*, 35. https://digitalcommons.lesley.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=expressive_theses Utolsó letöltés: 2023. 03. 15.
- Henshilwood, C. S., d'Errico, F., van Niekerk, K. L., Dayet, L., Queffelec, A. & Pollarolo, L. (2018). An abstract drawing from the 73,000-year-old levels at Blombos Cave, South Africa. *Nature*, 562(7725), 115. DOI: 10.1038/s41586-018-0514-3
- Hinz, L. (2016). Researching the healing aspects of creative expression: Challenging assumptions and integrating fact into practice. In Buchanan, V. (szerk.), *Art Therapy*. Nova Science Publishers. 1–16. https://www.researchgate.net/publication/316216341_Researching_the_healing_aspects_of_creative_expression_Challenging_assumptions_and_integrating_fact_into_practice Utolsó letöltés: 2023. 03. 10.
- Holstermann, N., Ainley, M., Grube, D., Roick, T. & Bögeholz, S. (2012). The specific relationship between disgust and interest: Relevance during biology class dissections and gender differences. *Learning and Instruction*, 22(3), 185–192. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2011.10.005
- Indrasati, D., Myrnawati & Handini, C. (2018). Increasing Creativity Through Clay. (Action Research Children B In TK ISLAM Baitussalam.) *International Journal of Latest Research in Humanities and Social Science*, 1(10), 39–45. http://www.ijlhss.com/paper/volume-1-issue-10/6-HSS-121.pdf?fbclid=IwAR1BARWVjE_1b78dB6AfHERiKRT8AQHs-DeSn56_eCgFv2sdPGNMuTvsnH4 Utolsó letöltés: 2023. 03. 14.
- Kimport, E. R. & Robbins, S. J. (2012). Efficacy of Creative Clay Work for Reducing Negative Mood: A Randomized Controlled Trial. *Art Therapy*, 29(2), 74–79. DOI: 10.1080/07421656.2012.680048
- Koncz, N. & Szabó, E. (2019). *Módszertani anyag. Észlelés-érzékelés fejlesztése a fejlesztő nevelés-oktatásban*. DNRE Immanuel Otthona és Fejlesztő Nevelés-Oktatást végző Iskolája. https://www.immanuelotthon.hu/_projects/immanuelotthon/uploads/document/file/26/hu/5cd17757be8b7ma_erzekeles_A4_cmyk_3mmblead.pdf Utolsó letöltés: 2023. 03. 11.
- Lestyán, E. & Szabóné Balogh, Á. M. (2015). *Képességfejlesztés az alsó tagozaton*. Szegedi Tudományegyetem. http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/kepesssegfejlesztes_az_also_tagozaton/index.html Utolsó letöltés: 2023. 03. 10.
- Mukhopadhyay, M. & Parhar, M. (2001). Instructional design in multi-channel learning system / Elaboration de méthodes pédagogiques dans un système d'apprentissage à canaux multiples. *British Journal of Educational Technology*, 32(5), 543–556. DOI: 10.1111/1467-8535.00224
- Nádasdi, A. (2010). *Oktatáselmélet és technológia*. Eszterházy Károly Főiskola. <http://okt.ektf.hu/data/nadasia/file/tananyag/oktataselemlet/index.html> Utolsó letöltés: 2023. 03. 11.
- NAT 2020. A Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet módosításáról. 5/2020. (I. 31.) Korm. Rendelet. *Magyar Közlöny*, 17, 290–447. Emberi Erőforrások Minisztériuma, Oktatásért Felelős Államtitkárság. <http://www.kozlonyok.hu/nkonline/MKPDF/hiteles/MK20017.pdf>; <http://ofi.hu/nemzeti-alaptanterv> Utolsó letöltés: 2023. 03. 11.

- Ningsih, R. Y., Rahmat, A. & Boeriswati, E. (2021). The Effectiveness of Multichannel Learning Model at Higher Education. *IOP Conference Series: Earth & Environmental Science*, 704, 1–7. 10.1088/1755-1315/704/1/012032
- Oh, C.-S., Kim, J.-Y. & Choe, Y. H. (2009). Learning of Cross-Sectional Anatomy Using Clay Models. *Anatomical Sciences Education*, 2(4), 156–159. DOI: 10.1002/ase.92
- Olurinola, O. & Tayo, O. (2015). Colour in Learning: Its Effect on the Retention Rate of Graduate Students. *Journal of Education and Practice*, 6(14), 1–5. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1080132.pdf> Utolsó letöltés: 2023. 03. 15.
- Panggung, S., Suharjana, Ndayisenga, J. & Bin Aman, M. S. (2021). Improving of Fine Motor Skills Through Plasticine Playing and Clay in Early Childhood. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 12(7), 2427–2436. <https://www.tojqi.net/index.php/journal/article/view/4115/2825> Utolsó letöltés: 2023. 03. 10.
- Persaud, T. V. N., Tubbs, R. S. & Loukas, M. (2014). *A History of Human Anatomy: Vol. Second edition*. Charles C Thomas.
- Russell, W. M. S. & Burch, R. L. (1959). *The principles of humane experimental technique*. Methuen. <https://caat.jhsph.edu/principles/the-principles-of-humane-experimental-technique> Utolsó letöltés: 2023. 03. 16.
- Sholt, M., & Gavron, T. (2006). Therapeutic Qualities of Clay-Work in Art Therapy and Psychotherapy: A Review. *Art Therapy: Journal of the American Art Therapy Association*, 23(2), 66–72. <https://www.hebpsy.net/files/mrXujBChRsV8maksZ-zw1.pdf> Utolsó megtekintés: 2023. 04. 18. DOI: 10.1080/07421656.2006.10129647
- Syofyan, R. & Siwi, M. K. (2018). The Impact of Visual, Auditory, and Kinesthetic Learning Styles on Economics Education Teaching. *Proceedings of the First Padang International Conference On Economics Education, Economics, Business and Management, Accounting and Entrepreneurship*. DOI: 10.2991/piceeba-18.2018.17
- Thong, S. A. (2007). Redefining the Tools of Art Therapy. *Art Therapy: Journal of the American Art Therapy Association*, 24(2), 52–58. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ777017.pdf> Utolsó letöltés: 2023. 03. 01. DOI: 10.1080/07421656.2007.10129583
- Waters, J. R., Cyr, R. J., Van Meter, P., Perrotti, W. & Drogo, S. (2005). Cat dissection vs. sculpting human structures in clay: An analysis of two approaches to undergraduate human anatomy laboratory education. *American Journal of Physiology – Advances in Physiology Education*, 29(1), 27–34. DOI: 10.1152/advan.00033.2004
- Waters, J. R., Cyr, R. J., Van Meter, P., Perrotti, W. & Drogo, S. (2011). Human clay models versus cat dissection: How the similarity between the classroom and the exam affects student performance. *American Journal of Physiology – Advances in Physiology Education*, 35(2), 227–236. DOI: 10.1152/advan.00030.2009
- Wolff, A., Petre, M. & van der Linden, J. (2017). *Pixels or plasticine: evoking curiosity to engage children with data*. Designing for Curiosity workshop at Colorado Health Institute 2017. Denver, Colorado. http://oro.open.ac.uk/49424/1/plasticine%20houses%20OCR.pdf?fbclid=IwAR0Vm26f5-RDjuzaEC4yqdlA5pTd-nzuk1oXc0o7_J64RUM8XJmwfPEwyqeI Utolsó letöltés: 2023. 03. 12.

Absztrakt

Az emberiséget a kezdetektől fogva foglalkoztatja a körülöttünk lévő világ megismerése. Elődeink rájöttek, hogy megfigyeléseiket, tapasztalataikat formázás útján rögzíthetik az utókor számára. Más élőlényekkel és saját emberi testükkel kapcsolatos felfedezéseiket így tovább örökíthették, mindeközben pedig az alkotó és az eszközkészítő formaalkító tevékenységek gyakorlata nyomán egyre fejlettebb finom- és pszichomotoros, valamint absztrakciós képességekre tettek szert. Tanulmányomban felidézem a vizuális kommunikáció, ezen belül a formaalkotás szerepét mai világunk kialakulásában. Megkísérlem bizonyítani, hogy a formaalkotás tanórai integrációja sok szempontból előnyös lehet a tanulók számára. Először a formaalkotó tevékenységek készség-képességfejlesztő hatásait vizsgálom, melynek során gondolat kísérlet útján mutatom be a módszer bizonyított előnyeit és a benne rejlő fejlesztő potenciált. Ezt követően művészetterápiás kutatások eredményeire támaszkodva ismertetem a formálás egészség- és személyiségfejlesztő hatásait. Röviden kitérek a tevékenység kreativitást és motivációt serkentő hatásaira is. A legnagyobb hangsúlyt annak alátámasztására helyezem, hogy a formaalkotó tevékenység bizonyos helyzetekben nagyon növelheti a tanulás hatékonyságát biológia tananyag tartalmak tanítása során. Olyan külföldi kutatásokat mutatok be, melyek az elmúlt években bizonyították, hogy a formaalkotó tevékenység valódi alternatívát nyújthat a boncolás kiváltására az egyetemi anatómia kurzusokon és a közoktatásban egyaránt. Tanulmányom konklúziójaként megállapítom, hogy érdemes lenne itthon is kutatásokat végezni a formaalkotás tantárgyi integrációjával kapcsolatban. Mivel a módszer szorosan illeszkedik a 2020-as NAT aktív tanulói tevékenységgel kapcsolatos kívánalmaihoz, érdemes lenne több tantárgy szemszögéből is megvizsgálni annak tanórai alkalmazhatóságát.

Kulcsszavak: biológiaoktatás, pedagógiai módszertan, fejlesztés, formaalkotás, tantárgyi integráció