

Sós Katalin**MŰVÉSZETI ÉLMÉNYEK A FIZIKAOKTATÁSBAN****Attitűdvizsgálatok eredménye**

A fizika nem a kedvenc tantárgyak közé tartozik. Ezt tudjuk saját tanári tapasztalataink alapján, de sajnos, ezt mutatják a tantárgyi attitűdre vonatkozó felmérések is. Az egyik legátfogóbb vizsgálat 1997-ben készült 1487 tanuló közreműködésével. Itt a fizika 3,22-es osztályzattal az utolsó helyen szerepel a 9. osztályosok körében, és 2,96-os osztályzattal utolsó előtti a 12. osztályosoknál.¹ Az évek múlásával a helyzet nem javult. Ezt jól mutatja a Debreceni Egyetem kutatócsoportjának a *Természettudományos tantárgy-pedagógiai kutatások újszerű, interdiszciplináris megközelítése* című OTKA-projekt keretében 2017-ben megjelent vizsgálati eredménye, mely szerint a fizika az általános iskolások körében 3,2-es osztályzatot kapott (680 fő), a gimnáziumokban pedig 2,8-es osztályzattal az utolsó (1885 fő).² Ennek a népszerűtlenségnek az oka egyrészt az, hogy a híradások főként a tudományos eredmények alkalmazásának negatív következményeit hangsúlyozzák, és sajnos a hallgatóság fogékonyabb ezekre a hírekre, nagyobb nézettséget hoznak, mint a sikeres teljesítmények. Emellett maguk a tudósok is erősen misztifikálják a saját tudományterületüket, hiszen a szakmai pontosság szellemében még a nagyközönség előtt is azt a speciális nyelvezetet használják, amelyet a munkájuk során alkalmaznak. Ez a szakmai nyelvezet a tankönyveinkre is igaz, így túl korán kezdünk el túl pontos szakkifejezéseket alkalmazni, sőt megkövetelni. Az okok között szerepel még az elméletcentrikus oktatás, a tanulói kísérletek hiánya (ami az alacsony óraszámmal és a magas osztálylétszámmal indokolható is), a digitalizált világban nevelődő gyerek „digitalizált” igénye, a régi módszerek ideje múltága stb. A listát mindenki szabadon bővítheti saját tapasztalatai alapján. Egy biztos, a gyerekek motiváltsága és kíváncsisága erősen lecsökkent a természettudományos tárgyak iránt, amit a pedagógusoknak kell visszaépíteni, újraalkotni. Ennek számtalan módja lehetséges, kinek-kinek érdeklődése, jártassága alapján; éppen ez a sokszínű motiválási lehetőség teszi széppé, egyedivé és személyre szabottá a munkánkat.

Egy lehetséges megoldás

A fizika iránti ellenszenv, félelem a humán érdeklődésű diákoknál figyelhető meg leginkább, náluk a nem tudást megelőzi, az „úgy se tudom megérteni, megtanulni és a nem is érdekel” érzés. Eleve elzárkóznak a szerintük túl száraz, és túl matema-

¹ PAPP Katalin–JÓZSA Krisztián: *Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok?* Fizikai Szemle, 2000/2. 61–67.

² CHRAPPÁN Magdolna: *A természettudományi tárgyak helyzete és elfogadottsága a közoktatásban*, Magyar Tudomány, 2017/11. 1352–1368.

titkussá tett tudományoktól. Nem találják a szépségét, miközben a hasznosságát, az eredményeit elfogadják, sőt a mindennapjaikban alkalmazzák is. De nem érinti meg őket. Ez magával hozza a sikertelenséget, a rossz jegyeket és az „ugye megmondtam” beteljesülést. Elsősorban az ő esetükben nyújt nagy lehetőséget a motiválás terén, ha a művészeteket is bevonjuk a fizikaoktatásba. Vagy éppen – mert lássuk be, van ilyen is – a semmiféle érdeklődést nem mutató, még magát kereső diákok érezhetnek rá a fizikaóránkon a művészeti alkotások szépségére, majd ezen keresztül a fizika szépségére is. Vegyük figyelembe a munkánk során, hogy minden gyerek más. Lényegében ez a jelszava az adaptív oktatás művelőinek. Ennek az oktatási formának az alapja, hogy természetesnek kell tekintenünk a tanulók közötti különbséget – a képességek és az érdeklődés terén egyaránt –, és az óráinkat is ennek megfelelően, sokszínűen kell felépíteni. Minden diáknál a koruknak megfelelő három alapvető pszichológiai szükségletre kell összpontosítanunk:³

- kapcsolatok: valahova tartozás,
- kompetencia: képes legyen valamire, sikerei legyenek,
- autonómia: önálló feladatelvégzés, önálló döntés.

A fizikából kevésbé tehetséges diáknál, ha hagyjuk, csak egy útja van a valahova tartozásnak: a rossz tanulók nem túlzottan motiváló csapata. A művészeti alkotások segítségével a humán érdeklődésű diákok is bevonódhatnak a fizika varázsába, még ha teljesítmény tekintetében külön csoportot is alkotva, hiszen pl. osztályzatainkban esetleg nem érik utol a „reálagyú” gyerekeket. De a cél nem is ez, „csupán” az érdeklődés kialakítása és megtartása. Az ő műveltségükkel, előismeretükkel, kompetenciájukkal, a művészetekben való jártasságukkal sikereik lehetnek a fizikaóránkon. Mint látható, a művészetekre is építő oktatás mindhárom szükségletet szolgálhatja az eddig kevésbé motivált gyerekek számára is.

Tanári munkánk egyik legfontosabb eleme a ráhangolódás. Kezdő tanárként azt hisszük, minden diák úgy rajong a tantárgyainkért, mint mi magunk. Nem is értjük, hogy nem lehet szeretni a fizikát. Az évek múlásával rájövünk, hogy bizony sokan vannak, akik „nemszeretem” tárgyként kezelik; már ismerjük a jelenséget, de nem értjük. A ráhangolódás lényege, hogy érezzük át az ő helyzetüket, akár úgy, hogy gondoljunk vissza az általunk nem szeretett tantárgyakra. Miért nem ragadott meg ez vagy az a tárgy diákként? Hogyan lehetett volna számomra is érdekesebbé tenni, milyen módszerekkel érhatték volna el tanáraink, hogy megkedveljem? Nyilvánvalóan egy történelemóra izgalmasabbá tehető a fizikás gyerekek számára, ha a korra jellemző technikai vívmányokról, az ipar és a tudomány akkori állapotáról is szó esik. Időben jobban elhelyezhetővé válik számára az adott korszak, és hasznos is ez a tudás, hiszen fizikai ismereteinek kiegészítője, ami további tanulmányaiban előnyt jelenthet. Ha megvan a számunkra, mint egykori diák számára, hasznos módszer, csak alkalmazzuk a saját óráinkon, építkezzünk a saját negatív élményünkéből. Motiváljuk jól, megértően és empatikusan a diákokat.

³ LÉNÁRD Sándor–RAPOS Nóra (szerk.): *Ötletek az adaptív oktatáshoz*, Országos Köznevelési Intézet, 2004.

A motiváció kifejezés alapja a latin „movere”, azaz mozogni, mozgatni igéből származik. A mozgás összecseng a motiváció pszichológiai fogalmával, ami cselekvésre, viselkedésre ösztönző folyamatokat jelent: lényegében az érdeklődés örökös életben, mozgásban tartását. A szakirodalmak 4 alapvető területét különböztetik meg a tanulási motivációnak:⁴

- Kognitív motívumok: a tudás örömeért tanul. Ennek főbb elemei a kíváncsiság, az érdeklődés, a kompetencia és az ellentmondások kiküszöbölés.
- A családi háttérrel összefüggő motívumok: a szülők hatása (jutalmazás/büntetés), a szülői elvárás elfogadása, megértése és a szülői minta.
- A tanuló karrierelképzeléseivel összefüggő motívumok: jó szakma, jó megélhetés, társadalmi megbecsülés, kiemelkedés vágya.
- A kortárs csoportból fakadó motívumok: mintakövetés, versengés.

Első olvasatra ebbe a felsorolásba nem igen illeszthető be a művészeteken keresztüli motiváció, még kevésbé a motiváció tartós megléte. Valóban, a legtöbb szakirodalomban a motiválás egy célirányos cselekvés, valami hasznot hozó, illetve azt elősegítő folyamat, valamit eredményez: karriert, jutalmat vagy a büntetés elmaradását. A szépség, a szemnek tetsző jelenség, a jó érzés így konkrétan nem szerepel ebben a listában. Talán a kognitív motívumok közé betehető, ha az öröm szót kiemeljük: örömet okoz egy szép festmény nézése, akár elemzése is, még ha közben egy kis fizikai ismeret is becsempésződik.

A kognitív motívumok között szerepel a *kíváncsiság* is, amelynek pozitív hatása nyilvánvaló a tanulási folyamatban. A kíváncsiság neurológia vizsgálata napjainkban fejlődik igazán. Ahogy arról a Neuron című folyóiratban is beszámoltak: a kíváncsiság nagymértékben javítja a memóriát, mind az azonnali, mind az egy napos késleltetett memóriateszt alapján; és igaz ez az embert érdeklő és számára közömbös információk esetén is. Az MRI vizsgálatok eredményei alapján kimondható, hogy a középagyban és a nucleus accumbensben (ez az agyi terület teszi lehetővé az akarat cselekvéssé történő átalakítását) fokozott az aktivitás a kíváncsiság állapotában.⁵ A kíváncsiság vezérelte tanuláshoz a hippocampus aktivitása is növekszik, a hippocampus agyunk tanulásért és emlékezetért felelős központja. Charan Raganath, a davis-i Kaliforniai Egyetem Agytudományi Központjának ismert emlékezőkutatója. Munkatársaival arra a következtetésre jutott, hogy „az inger megjelenése előtt lezajló idegi folyamatok kritikus szerepet játszhatnak az agy sikeres memóriatevékenységében”. Az idegi folyamatok kiindítója teljesen indifferens lehet az inger szempontjából. Raganath egyszerű példájával élve, „kétségtelenül emlékezni fogsz rá, hogy mi történt a kedvenc műsorodban, de lehetséges, hogy arra is emlékezni fogsz, hogy mit ettél az epizód előtt,

⁴ KNAUSZ Imre: *A tanítás mestersége*, <http://mek.oszk.hu/01800/01817/01817.htm> [2021.11.23.]

⁵ Matthias J. GRUBER–Bernard D. GELMAN–Charan RAGANATH: *States of Curiosity Modulate Hippocampus-Dependent Learning via the Dopaminergic Circuit*, Neuron, Volume 84, Issue 2, October 2014., 486–496.

vagy pedig arra, hogy mit csináltál közvetlenül utána.”⁶ A művészeti alkotások élményt nyújtanak a diákoknak a fizikaórákon, ez az idegi állapot; az inger pedig a fizikai információ. A kutatási eredmények szerint ez az idegi állapot elősegíti a kapott információ megragadását, sőt előhívását is.

Hívjuk segítségül a művészeteket

A *művészeti nevelés* nem csupán tehetséggondozást jelent, az ügyes kezű gyerekek technikai, művészetlátási fejlesztését. És nem csak a művészi alkotások befogadására vonatkozó nyitottság kialakítását. Ennél átfogóbb lelki, emberi és társadalmi feladata van. A szeretet, az életszeretet kultúrájának, valamint ezek tanításának része a művészet, ami így a nevelés központi eszköze kell, hogy legyen.⁷ Emellett a művészetekkel való foglalkozás sok területen fejleszti a diákokat, mint pl. koncentráció, kitartás, tanulási készség, szociális figyelem, kreativitás, elvonatkoztatás. Olyan képességek, amelyek általában segítik a tanulási folyamatokat, illetve amelyek nélkülözhetetlen elemei egész életünknek.

Már a *művészet szó maga is többjelentésű*, ez a jelentés a történelmi korokban jelentősen változott:⁸

- Az antik világban ügyesség, hozzáértés, mesterség, művészet, tudomány, készség, eszköz, mód stb. jelentéssel bírt. Minden olyan tevékenység, ami szakértelmet, hozzáértést igényel, így a tudományok is ide tartoztak.
- A középkor a hetes felosztást alkalmazta a művészeteknél: a szellemi munkát igénylő hét szabad művészetnél (grammatika, retorika, dialektika, aritmetika, geometria, asztronómia, zene), és a hét mechanikai művészetnél (takácsmesterség, kovácsmesterség, építőművészet, hajózás, földművelés, vadászat, színjátszás és gyógyítás). A költészet nem szerepel a felsorolásokban, mert nem szakértelmet, inkább ihletettséget igénylő tevékenység. A festészet és a szobrászat ugyan megköveteli a tudást, a jártasságot, azonban jelentőségét kisebbnek tekintették, ezért maradt ki a hetes listából.
- A reneszánsz korában vált külön a mai értelemben vett tudomány és művészet, miközben a reneszánsz művészei hatalmas matematikai tudással és alaposan „szerkesztették, építették” műveiket. A szépség, az érzelmek és az esztétikum válik a művészetek fő jellemzőjévé. Ez a szemlélet a mai napig fennmaradt, ahogyan a művészet és a tudomány definíció szerinti szétválasztása is.

Mint látható, a tudomány és a művészetek szétválása nem kezdetektől való, valaha egy csoportba tartoztak. Az ismeretanyag bővülése, a technikai, ipari folya-

⁶ Richard J. ADDANTE–Andrew J. WATROUS–Andrew P. YONELINAS–Arne D. EKSTROM–Charan RANGANATH: *Prestimulus theta activity predicts correct source memory retrieval*, PNAS 2011. Jun 28.

⁷ DEME Tamás: *A művészeti nevelés megújítása – pedagógiai katalizátor és integráció* *A művészeti és művészettel nevelés mindennapossá tétele*, Magyar Művészet, 2018/1. 63–71.

⁸ SIMONYI Károly: *A fizika kultúrtörténete*, Gondolat, Bp., 1986.

matok fejlődése azonban mind a művészetek, mind a tudományok terén új ágak megjelenését hozta, ez is indokolja mai látszólagos szétválásukat. Összekapcsolódásuk azonban nyilvánvaló, ezt írják le pl. Kodály Zoltán gondolatai: „Tudomány és művészet gyökere egy. Mindegyik a világot tükrözi, a maga módján. S a tudományos és művészi nagyság alapja is ugyanaz: az igaz ember, a vir justus.”

„Erős érzelmek nélkül a tudományban sem lehet nagyot alkotni.”⁹

Festészet és fizika

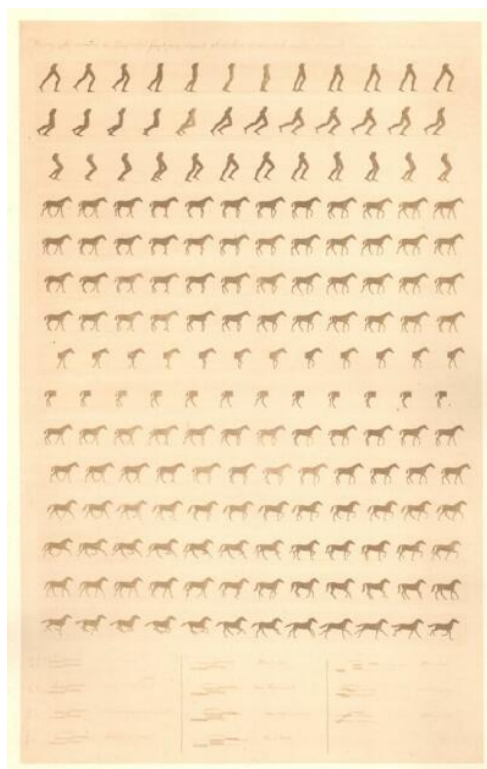
Tudós festő vagy festő tudós egy személyben, nem egy példát tudnánk sorolni, aki mindkét területen nagyot alkotott. Csak egy magyar festőművészt emeljünk ki, Székely Bertalant. Egyik legnagyobb történelmi festőnk, aki először mérnöki tanulmányokat folytatott Bécsben, de otthagya az egyetemet. Ennek a matematikai előtanulmányok hiánya volt az oka: Székely 1848-ban volt gimnazista Kolozsváron, és tanítók hiányában nem lehetett megfelelő az oktatás. Ezt követően kezdett a festészettel foglalkozni, olyan neves helyeken tanult, mint Bécs, München, itt ismerkedett meg az akadémista stílussal. Tanultsága, technikai és történelmi felkészültsége jól tükröződik festményein, azok pontosságán. Gondoljunk csak az Egri nők, a Mohácsi vész, az V. László és Cillei Ulrik, a Thököly búcsúja, a Zrínyi kirohanása című festményekre.

De mérnöki gondolkodását nem tudta elhagyni, mindig is foglalkoztatta a mozgáskutatás. Felkereste a két legnevesebb mozgáskutatót: Eadweard Muybridge-t és Etienne-Jules Marey-t, akik fényképezőgép segítségével dolgoztak. Székely nem szerette a fotográfiát, hiányolta a lélektani tartalmat, a tér érzékeltetését és az egyediséget. „Miből világosan kitetszik, hogy legjobban teendünk, ha dagerrotip-félekemizmust a művészettől amennyire csak lehet, elkülönözzük.” Írta 1863-ban Arany János lapjában, a Koszorúban.¹⁰ Meglepő, hogy a mérnöknek induló Székely Bertalan ellenszenvvel tekint erre a jelentős technikai vívmányra, idegenkedik tőle. De ha belegondolunk, hogy festői zsenialitásával megoldotta mindazokat a hiányosságokat, amiket a kétdimenziós festményektől várnánk – pl. a színek játéka, ami mozgalmasságot ad; az árnyékhatás, ami a mélységet, a térbeli képet biztosítja – már nem is olyan meglepő, hogy a fotografálást nem tartja egy hatalmas fejlődést adó újításnak. Így ő nem is fotográfiával, hanem rajzsorozatokkal vizsgálja a mozgásfázisokat. 1878–79 között 45 nagyméretű, tudományos pontosságú anatómiai ábrát készített, valamint több, a ló mozgásával foglalkozó fázisrajzot. A ló gyors mozgásának a megfigyelése a legnagyobb kihívás, amihez mások pl. a patanyomokat használták fel. Székely inkább a lábak oldalnézeti rajzát vette fel, majd zootrop segítségével filmmé tudta egyesíteni a fázisrajzokat. Így lényegében a magyar filmkészítés előfutárának is tekinthető.¹¹ Székely

⁹ ANTAL-LUNDSTRÖM Ilona: *Kodály Zoltán és Karácsony Sándor elveinek tükröződése a modern pedagógiafilozófiában*, https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/4020/09_antal-lundstrom.pdf?sequence=1&isAllowed=y [2021.11.23.]

¹⁰ BÁN András: *Magyar fotográfia a XX. században*, https://www.academia.edu/4072054/Magyar_fotografia_a_XX_szazadban. [2021.11.23.]

Bertalan mozgástanulmánya nagy segítségünkre lehet a kinematika rész tárgyalássakor, nem csupán a ló mozgásának fázisrajzaival, de a történelmi festmények dinamizmusának bemutatásával: hogyan tudja a statikus kép visszaadni a mozgás érzetét, lüktetését.



Székely Bertalan által készített fénykép egyik iskolai falimintájáról, az ún. zootropos tablóról¹¹

A mozgásábrázolás egy kézenfekvőbb változata, amit a futuristák követnek. Ezt rögzíti 1910-es festészeti kiáltványuk: „Minden mozog, minden száguld, sebesen forog. Egy alak sohasem mozdulatlan előttünk ... a mozgásban lévő dolgok megsokszorozódnak, átalakulnak ... Így egy futó lónak nem négy lába van, hanem húsz.”¹² Ha van művészeti kijelentés, ami közel áll a fizikusokhoz, ez az, hiszen az örökös mozgás számukra is alaptétel. Ezt a mozgásból fakadó soklábúságot jól mutatja Giacomo Balla olasz festő műve is.

¹¹ <http://www.mke.hu/mintarajztanoda/konyv1-03.htm>. [2021.11.23.]

¹² BITTERA Jenő: *A futurista festők mozgalma*, Művészet. 1912/7.



Giacomo Balla: A pórázon sétáltatott kutya dinamizmusa

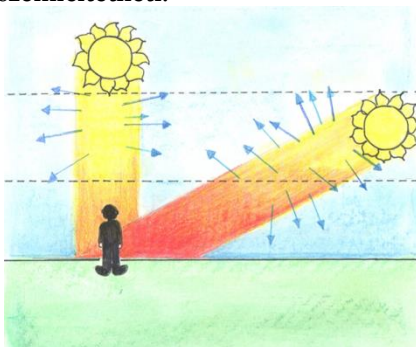
A művészetek, főleg a festészet megjelenése a legkézenfekvőbb a fénytani jelenségek oktatásánál. A fényjelenségek szépsége magával ragadja a hétköznapi szemlélőt és a művészeket egyaránt. A legegyszerűbb ebben a témában a motivációs alkalmazás. A fényszórás oktatása indítható Csontváry, A lenyugvó Nap Trauban című festményével, ahol a lenyugvó Nap vörös színe jól érzékelhető, különösen a toronyóra számlapjának hideg kéksége mellett.



Csontváry: A lenyugvó Nap Trauban

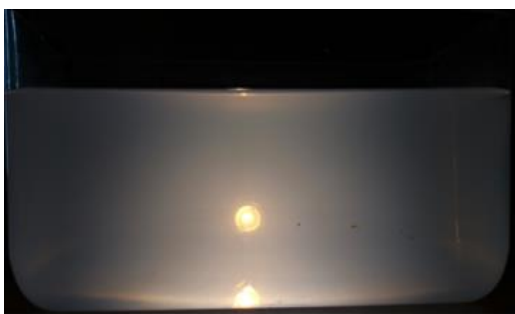
A delelő és a lenyugvó Nap eltérő színe abból adódik, hogy a lenyugvó Nap fénye sokkal rövidebb utat tesz meg a légkör nagy sűrűségű részén, mint a delelő Napé. Így viszont a légköri részecskéken történő fényszórás miatt – amelynek során a kék szín szóródik leginkább, azaz a továbbjutó fényben a vörös szín jobban

érvényesül – vörös színűvé válik az eredetileg fehér napfény. Egy ügyes kezű fizikatanár ezt rajzban is szemléltetheti.



A lenyugvó Nap színének magyarázata (Bonifert Domonkosné rajza)

Kísérletek nélkül nincs fizikaoktatás, ezért mutassuk meg ezt a jelenséget a gyakorlatban is a diákoknak. A légkört helyettesítse egy tejes vízzel megtöltött üvegcád, ahol a tej zsírcseppjei a fényt szóró részecskék. Fényforrásként bármilyen nem túl erős fényű, kis felületet bevilágító, fehér fényű lámpa használható. A rétegvastagságot a kád elforgatásával tudjuk változtatni. A kapott képet vagy egy ernyőre vetítjük ki, vagy kisebb intenzitású fényforrás esetén egyszerűen csak a kád oldalán szemléljük.



A lenyugvó Nap színének magyarázata kísérlettel

Azok a festmények is jól beépíthetők a fénytani órákba, amelyeken valamilyen optikai eszköz szerepel, mint pl. a tükör. A tükör több művésznél a rejtett ábrázolás eszköze volt (pl. Jan van Eyck Arnolfini házaspár című képe, ahol a hátsó falon lévő tükörben maga a művész látható).

Kimeríthetetlen a színek festészetben betöltött szerepe, ennek megértéséhez ismerni kell a látás fiziológiáját. A mozgalmasság ábrázolása is történhet színekkel, ugyanis a meleg színek a képelemeket közelebb hozzák, a hideg színek viszont távolabb viszik. A meleg–hideg szín párok így tökéletes térhatást hoznak létre, a festményen sűrűn váltakozó ilyen szín párok pedig dinamikussá teszik a képet.¹³

A komplementer színek együttes alkalmazásának kiemelő hatása van, emellett nyugalmat vagy akár feszültséget is áraszthat. A végső hatás az arányuk függvénye. A vörös és zöld színű felületek 1:1 arány esetén, míg narancs és kék páros 1:2 felületarányánál adja a harmóniát.¹⁴ Az ettől jelentősen eltérő arány inkább a katarzisz hatását adja, ezt jól példázza Monet és Brueghel festményének összehasonlítása.



*A komplementer színek hatása
Monet Pipacsvirágzás és Jan Brueghel Jónás elhagyja a bálnát című festményén*

A művészeti nevelés úgy is teret kaphat a fizikaórákon, hogy maguk a diákok készítenek el egy-egy műalkotást. Nincs ellentmondás a művészet és a fizika között, hiszen pl. egy festmény készítése megannyi fizikai ismeretet követel: a színhatás, a festék tapadása, fedése, a szín idővel való változása, a szemünkben lejátszódó optikai jelenségek stb. Akár konyhai anyagokkal, eszközökkel és készíthetünk rajzot. A tömény konyhasóoldat kiváló festékanyag, csak el kell párolognia a víznek, és a megmaradó só, rászáradva a papírra, rögzíti a felvitt alakzatot. Lényegében ez a bepárlás mint festészeti eljárás. Ügyes kezű diákok gyönyörű sós képeket készíthetnek.

¹³ Ujfaludi László: *Fizika és képzőművészet – forradalmi tendenciák a 20. század elején*, <http://foto-agora.hu/images/FAJLOK/ApiCikkek/ULforTendenciak.pdf>. [2021.11.23.]

¹⁴ KASSAI Istvánné: *Szabadkézi rajz*, <http://users.atw.hu/mageptech/Tantargyak/muszakiabr/szabadkezirajz.pdf>. [2021.11.23.]



Sóvirág a Magyar népmesékhez (Pap Kincső sósorajza)

Művészet és tudomány összefonódására épp a színekkel kapcsolatosan hozható fel a legjobb példa: „Mindazt, amit költőként alkottam, nem sokra tartom. Kiváló költők éltek koromban és még kiválóbbak előtttem, s hasonlóan kiválóak fognak élni utánam. De hogy századomban a szinten bonyolult tudományban én vagyok az egyetlen, aki tudja az igazat, erre büszke vagyok, és ezért sokak fölött állónak érzem magam.”¹⁵ Írja magáról Goethe, akinek Színtan című könyve a mai napig helytálló, és a mai napig a legrészletesebb tudományos mű a színek fizikájáról és fiziológiájáról.

Költészet és fizika

A természetlátó és természetértelmező művészek sora folytatható hosszasan pl. a költészet terén is. Szintén az optika témakörében említhető meg József Attila *Külvárosi éj* című verse:

„A mellékudvarban a fény
hálóját lassan emeli,
mint gödör a víz fenekén,
konyhánk már homállyal teli.”

A fény „hálója” gyönyörű leírása a poros levegőn való fényszórásnak, ahogyan a „gödör” a szűk udvar alján már megjelenő sötétséget mutatja meg.

¹⁵ https://www.mma.hu/77?p_p_id=eventdetailedportlet_WAR_mmaportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&eventdetailedportlet_WAR_mmaportlet_eventContentEventContentId=1321661

Radnóti Miklós *Pontos vers az alkonyatról* című versében a naplemente vöröse jelenik meg a kék ég alatt. A vörös és a tűz, valamint a kék és a víz asszociációja adja a furcsa, tudományos értelemben véve lehetetlen hasonlatot: a víz alatt megjelenő tűz. Az egyre sűrűbbnek tűnő erdő képe gyönyörű megjelenítése a fény hiányának:

„Kilenc perccel nyolc óra múlt,
kigyúlt a víz alatt a tűz
és sűrűbb lett a parti fűz,
hogy az árnyék közészorúlt.”

De nem csak a látványos fénytan, ami megragadja művészeket. *Arany János* verseiben szinte minden természeti jelenség helyet kap, mint pl. *A reggel* című versében a konvekciós harmat:

„Ah de mi ez? Hűség megritkította köröttem
A levegőt s felszáll, váltva rohanva hideg.
Képződnek szaporán s gyülekeznek vízi parányok
S összeverődve, legitt földre csapódnak alá.”

A példák, és a lehetőségek tárháza végtelen: egy szobor a mechanika, a zene a hangtan témaköréhez ad egyértelmű kitekintési lehetőséget, a modern műalkotások pedig már az elektromossághoz, a mágnességhez is kapcsolódnak, de ne feledjük a kinetikus szobrokat sem. Egy a lényeg, szeretessük meg a diákokkal a fizikát, amelyhez nagy segítséget kaphatunk a művészeti alkotásoktól. Hiszen művészet és tudomány, két erősen összefonódó terület, ahogyan azt Babits Mihály írta: „Tudományt és művészetet nem lehet egyszerre definiálni, mert nagy dolgok: nincs definíció, mely őket kimerítené. Íme azonban egyik oldaluk: ők a világról való Tudatunk legkincsesebb gyűjtőkamarái, a művészet az érzetek és érzések, a tudomány a belőlük leülepedett fogalmak drága gyűjteménye.”¹⁶

¹⁶ BABITS Mihály: *Tudomány és művészet*, Nyugat, 1912/24.

Irodalom

- ANTAL-LUNDSTRÖM Ilona: *Kodály Zoltán és Karácsony Sándor elveinek tükröződése a modern pedagógia filozófiájában*,
https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/4020/09_antal-lundstrom.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- BABITS Mihály: *Tudomány és művészet*, Nyugat, 1912. 24. szám.
- BÁN András: *Magyar fotográfia a XX. században*, https://www.academia.edu/4072054/Magyar_fotografia_a_XX_szazadban
- BITTERA Jenő: *A futurista festők mozgalma*, Művészet, 1912. 7. szám.
- CHRAPPÁN Magdolna: *A természettudományi tárgyak helyzete és elfogadottsága a közoktatásban*, Magyar Tudomány, 2017/11. 1352–1368.
 DOI: <https://doi.org/10.1556/2065.178.2017.11.3>
- DEME Tamás: *A művészeti nevelés megújítása – pedagógiai katalizátor és integráció. A művészeti és művészettel nevelés mindennapossá tétele*, Magyar Művészet, 2018/1. 63–71.
- KASSAI Istvánné: *Szabadkézi rajz*, <http://users.atw.hu/mageptech/Tantargyak/muszakiabr/szabadkezirajz.pdf>
- KNAUSZ Imre: *A tanítás mestersége*,
<http://mek.oszk.hu/01800/01817/01817.htm>
- LÉNÁRD Sándor–RAPOS Nóra (szerk. 2004): *Ötletek az adaptív oktatáshoz*, Országos Közoktatási Intézet, 2004.
- Matthias J. GRUBER–Bernard D. GELMAN–Charan RAGANATH: *States of Curiosity Modulate Hippocampus-Dependent Learning via the Dopaminergic Circuit*, Neuron, Volume 84, Issue 2, October 2014, 486–496.
 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.08.060>
- PAPP Katalin–JÓZSA Krisztián: *Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok?* Fizikai Szemle, 2000/2. 61–67.
- Richard J. ADDANTE–Andrew J. WATROUS–Andrew P. YONELINAS–Arne D. EKSTROM–Charan RANGANATH: *Prestimulus theta activity predicts correct source memory retrieval*, PNAS 2011. jun 28.
 DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1014528108>
- SIMONYI Károly: *A fizika kultúrtörténete*, Gondolat, Bp., 1986.
- UJFALUDI László: *Fizika és képzőművészet – forradalmi tendenciák a 20. Századelején*,
<http://fotoagora.hu/images/FAJLOK/ApiCikkek/ULforTendenciak.pdf>

Dokumentumok

<http://www.mke.hu/mintarajztanoda/konyv1-03.htm>
https://www.mma.hu/77?p_p_id=eventdetailedportlet_WAR_mmaportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&eventdetailedportlet_WAR_mmaportlet_eventContentEventContentId=1321661

Abstract

Die Physik ist kein beliebtes Lehrfach. Viele Gründe gibt es dafür: zum Beispiel der theoriebasierte Unterricht, die Benutzung der Fachsprache, die zu frühe und zu präzise Erläuterung von Erscheinungen, das veränderte Interesse von Schülern usw. Eins steht fest: im Unterricht müssen wir großen Wert darauf legen, die Schüler zu motivieren und ihre Neugier zu wecken. Eine mögliche Methode ist der fächerübergreifende Unterricht: wir setzen Kunst in unseren Stunden ein, z.B.: führen das Thema mit Gemälden und Gedichten ein, erkennen und erklären die versteckte Physik in Kunstwerken. Oder wir lassen die Schüler ein Kunstwerk, durch einen physikalischen Vorgang, zum Beispiel durch Verdunstung selbst gestalten. Auf diese Weise können wir sowohl beim Physikunterricht als auch bei Kunsterziehung helfen.



