

Színes rajzolás és szemléltetés a természetrajz órákon.

1. A színes rajzolást, főleg a reális tárgyakkal kapcsolatban, először az egyetemi oktatásban kezdték el tudatosan alkalmazni, míg középiskoláinkban — külföldi példák alapján — a huszas évek folyamán kezdett meghonosodni. Ha tehát az elbeszélő ismeretközlés elmélyítésére a színes ábrázolást és szemléltetést eredménnyel használják, az új idők tanítójának sem szabad idegenkednie alkalmazásától, sőt ismerve értékét és előnyeit, gyakorlati tapasztalatok alapján technikailag is tovább kell fejlesztenie.

2. A táblarajzokat készítő tanár mindenekelőtt soha el ne feledje azt a tapasztalati megfigyelést, hogy még a kifogástalanul fekete, alig koptatott s — ezt különösen hangsúlyozom — a legtisztábbra mosott táblafelületen is csak szürkén hat az egyetlen órán sokszor tízesével is felvázolt fehér krétarajzok tömege. Meg kell ezt állapítanom akkor is, ha a *fehér krétarajzok* vagy a világos üvegtáblákon a *fekete szénrajzok* legtávolabb hatása vitathatatlan. Mennyivel élénkebb, mennyivel szemléletesebb a színes rajz, mennyivel inkább kiemelkedik a lényeg, kidomborodik a fontos részlet egy-egy bonyolultabb állattani vagy növénytani vonalrajzból. A rajzok áttekinthetőségét és hűségét így nagyban fokozhatjuk. Hiba volna azonban, ha a rajzolásban gyakorlott tanár a vázlatok helyett művészi rajzokat készítené, mert míg a vázlatos rajz, amit a tanuló könnyen átvesz s követni tud, bátorságot önt lelkébe, addig a művészi rajz még a jobbakat is elriasztja.

3. A színek használatában, éppen a könnyebb érthetőségre való tekintettel meghatározott rendet kell tartani. Ha bizonyos színeket bizonyos természetű jelölésekre következetesen használunk, vagyis ugyanazokat a sejtalkotókat, ugyanazokat a szerveket mindig ugyanazokkal a színekkel rajzoljuk, a tanulók már rátekinzésre, felírások nélkül is tudják, hogy milyen szervről, szövetről, stb. van szó. Ezzel az egyöntetű jelzéssel sok időt is nyerünk, mert magyarázó szöveg írása feleslegessé válik. A rajzok fokozatosan való elkészítése mellett, a színeknek óráról-órára ismétlődő következetes használatával elérhetjük, hogy a fontos ismeretek, melyeknek elsajátítását megköveteljük, mélyen belevésődjenek a tanulók emlékezetébe.

4. A természetrajz tanítás módszerében három alapelvnek kell érvényesülnie: a környezettanulmányozás, az életműködés és a típusstanítás. A színes ábrázolásnak a két utóbbi területen van nagy jelentősége.

5. A színek használatát már az I. és II. osztályos „kistermészetrajz” tanítása közben alkalmazni kell. Ebben a korban az elemiből felépítő tanulók még különösen fogékonyak a színek iránt. A színhasználat számukra nem újság. A színes rajzolásban már az elemiben megszokott természetes ábrázolási módot látnak. A természetrajzi tanterv ezen a fokon mindkét osztályban növény-, állat-, illetve embertani anyagot ölel fel; valamelyes ásványvegytani alapismeretekkel. A színes szemléltetés mind a négy egység keretén belül megvalósítható.

6. A IV. o. ásványtanban a színek alkalmazására különösen a kristálytani rész tárgyalásakor kínálkozik bő alkalom. A kristályok képzelt részei (tengelyváz, középpont, symmetriasíkok) jelölésére egyszerű élénkpiros színt használjunk. Élénk kék vagy zöld lehet a feles alakok keletkezésének magyarázatához a váltakozó lapok jelölése, vagy az ikeralakoknál az összenövési sík ábrázolása. A tanulók kezébe adott kristályalakok lehetőleg színes lapúak legyenek, elütő színű élékkel s a tanulók maguk is színes papírossal vonják be házi feladatként készített egyszerűbb kristálymintáikat. Sok csin-, rend- és tisztaságszeretetet kíván ez a munka s a szebbre, tökéletesebbre való törekvés fejleszti a tanuló esztétikai érzékét is. Gyakorlati fogás itt az, hogy évenként váltogatva piros, sárga, zöld, kék, fekete színű testek beadását követeljük meg, különböző tengelyhosszúságban. Így elkerülhetjük, hogy a tanuló előre összevásárolja a beadásra szánt testeket.

A földtani részben, különösen a geodinamika tárgyalásánál nem mellőzhető a rétegátmetszetek, vetődések, gyűrődések felvázolásánál a színes kréta használata. Igaz, hogy a különböző korú és anyagú kőzetek, eruptívumok és üledékek jelölésére vannak egyezményes jelek: keresztekkel való jelölés, pontozás, vonalkázás vagy kockázás. Ezek azonban inkább szövegek közti ábrázolásra alkalmasak, táblán való alkalmazásuk időrabló, hosszadalmas. Ezt a módszert még 50'-es órában is legfeljebb csak 1—2 rajz elkészítésénél használhatjuk. Hátránya az is, hogy a táblarajzot követő tanulókat pepecselésre készíti, pontozás közben ceruzájukkal kopognak, ezzel zavarják a közös munkát, a fegyelmezés kikényszerítésével az óra menetében zökkenő áll be. Egyesek vonalzót vesznek elő, hogy a vonalkázást szebben végezhesék s így a rajz „szebb kivitelezése“ mellett könnyen elsikkad a lényeg, a vázlat készítésének tulajdonképpeni célja. A színes rajz készítésénél ez mind elesik, mert a vetődési, rétegvonalakat egyetlen színes vonallal jelölhetjük, ami gyorsabb, könnyebb, szebb s főleg sokkal szemléletesebb eljárás. A színhasználat következetessége itt annál könnyebb, mert a földtanban megvannak az egyezményes nemzetközi színek a különböző eredetű és korú kőzetek jelzésére: öskőzet vagy eruptívumok piros vagy ennek árnyalatai, carbon-kőszén barna, kréta zöld, mészkő sárga és így tovább.

A színes szemléltetés megoldása sem lehetetlen a földtan terén, bár alkalmazása nagyobb anyagi nehézségekbe ütközik mint a színes kréta beszerzése. Jól használható színes szemléltető eszközök a gyűrődéseket, vetődéseket, vulkánkeresztszetszeteket ábrázoló papírmachée minták, színes ásványtani térkép, stb. Ilyen pl. a Kendoff-féle papírmachée térkép, de házilag is készíthető, nagyalakú rajzkartonra hazánk ásványkincseit, bányáit, nyersanyag és ásványvíz előfordulásait feltüntető színes ásványtani térkép, amely a IV. osztályban egész év folyamán igen jó szolgálatot tesz.

7. Az V. o. biológia tanításával kapcsolatban használható szemléltető eszköztár csak előzetes kipróbálás alapján állítható kielégítő módon össze. Abból a szemléltető anyagból, amit a növénytan és állattan tanításnál eddig használtunk, sokat el kell majd ejteni, viszont bizonyos területeken újabbakkal kell szertárunkat gyarapítani. Ez nemcsak a szí-

nés szemléltető anyagra, hanem a biológiai szemléltetésre általában is vonatkozik.

Beváltak s jól használhatók a növénytanban a színes Brendel-minták, az állat- és embertanban a színes anatómiai papírmachée modellek, a színes iniciált bonctani folyadékkészítmények és fali képek; a vérkeringést, a véredények és idegrendszer lefutását, vagy a bélcsatorna helyzetét feltüntető színes részletrajzok, vagy azok, amelyek növénytani viszonylatban a szövetek differenciálódását, vagy az állattanban valamely állat összes szerveinek elhelyezését vázlatosan mutatják be. De ki kell bővíteni ezeknek a legelemibb szemléltető eszközöknek színes virágbiológiai és örökléstani fali táblákkal. (mendelismus, atavismus, dominantia, chromosomák, stb.), sejtmagoszlást feltüntető színes vázlatokkal, stb., amelyeket az ilyenirányú magyarázó táblarajzok mellett állandó szemléltetésre (folyosó, osztályterem) is jól használhatunk.

Meg kell emlékeznem arról a számos alkalomról, mely a színes ábrázolás és szemléltetésre az örökléstan területén kínálkozik. Így már az általános örökléstan törvényszerűségei megmagyarázásánál is sokkal könnyebben érhetjük el célunkat, de különösen jól alkalmazhatjuk akkor, amikor ezekkel a törvényszerűségekkel kapcsolatban a sejtani vonatkozásokról, nevezetesen a chromosomákról és a génekről kell szólnunk. A sejtmag chromatin állományának színes ábrázolása a megfelelő mikrotechnikai módszerekkel való festhetőségével kapcsolatban önként adódik. A chromosomák szerkezetének, a géneknek, a chromomereknek felrajzolásánál vagy térbeli szemléltetésénél nem kerülhetjük el a színek alkalmazását. Nagyon alkalmasak a chromosomákat alkotó gének szemléltetésére fonálra, vagy vékony drótra egymásmellé fűzött kisebb-nagyobb színes papíros-, agyag- vagy celluloid-golyók (ping-pong labdák). Az egész házilag készült chromosoma-minta mintegy 15—20 cm. hosszú lehet. Ugyanazon sejtmagban található teljes chromosoma-szám szemléltetésére alkalmasak vékony üvegcsőbe helyezett színes agyag-golyók, melyeket olcsón kaphatunk bármely játékkereskedésben. Ha a chromosomákon a géneket nem kell feltüntetni, úgy a chromosoma szerelvény szemléltetésére kitűnően alkalmazhatók a színes (piros, fehér) gyapjú (berliner) fonalak. Minden chromosomát két, összesodort, azonos színű fonalpárral szemléltetünk, amelynek kettéválasztásával jól szemléltethető a chromosomáknak a karyokinetikus sejtmagoszláskor való szétválása. Egy egész sejt szemléltetésére fehér papírosdobozt (sejtfal), a doboz belső oldalára ragasztott sárga színű fonáltekeresztet, sárga kemét, vagy krepp-papíros hurkát (cytoplasma), ennek egy szabadon hagyott üregébe helyezett vékonyfalú kiemelhető celluloid labdát (sejtmag), bele megfelelő számú piros, egy másik sejt-minta magvába ugyanannyi fehér színű összecsavart berliner fonalakat (chromosomák) használunk. Két ivari sejt ábrázolása nagyobb kerek pilulás dobozzal, illetőleg 3-szög alakú parfümös skatulyával tehető szemléltetéssé. Magtermékenyítés esetén az ivari sejt kiemelhető sejtmagvának a tartalma a sejt magvába tehető át s így ennek 2 x chromosomás sejtmagva átvilágítva a chromosoma keveredés szemléltetésére rózsaszínűnek látszik. Ugyanezt a folyamatot mutatja egy színes fali tábla, vagy különböző színű fo-

lyadékoknak összekeverése. Ez a néhány példa csak rámutat a lehetőségekre. A helyi lehetőségektől, a szükséglettől s nem utolsó sorban a tanár invenciójától függ a további szemléltetés megoldása.

Az általános biológiai érdekű részleteken kívül azonban lesznek az V. osztályos biológiában kifejezetten növénytanról foglalkozó, majd állattani tárgyú fejezetek is. Mindkét tárgykör feldolgozásánál, minden órán szükséges a tábla.

A növénytanban már a legelső típusnövény tárgyalásakor kézbe kell kerülnön a színes kréta. A gyökér, gyöktörzs, gumó, hagymalevelek *barna*, az egyéves szár, levélképletek, hajtásképletek *zöld* színűek. Más-más színnel kell feltüntetni a virág részeit is: a csésze és a fészekpikkelyek *zöld*, a párta *kék*, vagy a virág természetes színéhez alkalmazkodó, a nectarium *rózsaszínű*, a porzók *sárgák*, a saját virágpor is sárga-pont, az idegen pollen sárga kereszt, a termő *fehér*, (esetleg ez is *zöld*) s a magház belső szerkezete is fehér. Külön rajzon az embryalis zsák magva, a petesejt *piros*, annak magva *kék* színű lehet. A sejt alkotórészeinek ábrázolásánál ezeket a színeket használjuk: a sejttal *fehér*, a cytoplasma *sárga*, a sejtmag *kék*, a sejtmagvacska *piros*, a chromatophoronok *zöldek*, a zárványok *ibolyaszínűek*. Ez felel meg az egyes sejttalkotók tinctiójának is. Szövetteni mikroszkópiumi bemutatások alkalmával is megvan a lehetőség a színes praeparatumok demonstrálására. Színes, festett, az oktatásban igen jól felhasználható szövetteni készítménysorozat pl. a Sigmund-féle.

A zoológiai órákon is bő alkalom van a színek használatára. Az állati sejt és sejttalkotók jelölése ugyanazokkal a színekkel történjék, mint amilyet a növényi sejtnél használtunk. Ezzel az egyöntetű jelöléssel ráirányíthatjuk a tanuló figyelmét arra is, hogy a növényi és állati sejt élő alkotói között tulajdonképpen nincs is különbség; hogy a növényi és állati test morphologiai és physiologiai egysége: a *sejt*, működésében és felépítésében lényegében azonos.

Az anatómiai ismeretek feldolgozásával kapcsolatban már az egyszerű Infusoriumok, a Ciliata -k fejletlen belső részei felvázolásánál is elkerülhetetlen a fehér krétán kívül legalább négy szín használata: a garat, emésztőhólyag, végbélnyílás *sárga*, a lüktető vacuolum *zöld*, a sejtmag *kék*, a sejtmagvacska *piros*. Ez a négy szín már a tömlősöknél a kötőszövetnek *ibolyaszínű*, az izompamatoknak *barna* s az idegsejteknek halványkékkel, az ivari sejteknek *rózsaszínnel* való jelölése által 8-ra szaporodik s ha az izeltlábúak csőszívének rajzolására *élénkpiros* színt használunk, már 9 jelölő színünk van. Ezt a 9 színt használjuk, következetesen alkalmazva, a fejlettebb szervezetű állatok s az ember szervei felvázolásánál is. Ennek a 9 féle színnek minden természetrajzi előadótéremben kéznél kell lenni. Megvásárlásuk nem okoz nehézséget, mert áruk legfeljebb kétszerese a fehér kréta kereskedelmi árának. Az „Általános Utasítások” egyenesen megkívánja, hogy minden osztályteremben legyen a fehér krétán kívül *legalább* piros, kék és zöld színű is. A rendelkezés fogalmazásából kitűnik, hogy az osztálytáblán való rajzoláshoz ennek a három színnek a használata a minimális követelmény, de jó, ha több színes krétánk is van. A természetrajzi előadótér-

mekben óráról-óra ismétlődő színes vázlatrajzolóással kapcsolatban ezt az utasítást oda módosítanám, hogy: az előadótermekben a fehér krétán kívül legalább még 9 színt, élénkpiros, narancsvörös, sötétkék, halványkék, zöld, sárga, barna, ibolyaszínű és rózsaszínű krétát s ami a rajzoláshoz elsősorú kelléke, nagyfelületű, homályosra festett táblát kell tartani.

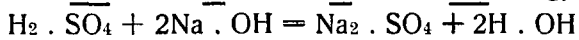
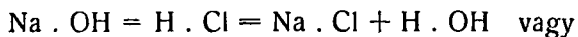
Ennyit az állattani táblarajzokról. A sok-sok házi készítésű kisebb-nagyobb fali táblán, melyeknek készítését az Utasítások is kívánatosnak találják, az azonos szerveket a felsorolt színekkel festhetjük.

A színhasználatban való következetesség azonban éppen az állattani vázlatok készítésénél zavart is okozhat abban az esetben, ha a tanár bizonyos színt mindenáron csak bizonyos szervek vázolásánál akar felhasználni. Nem az a fontos, hogy a sárga színt csak a bélcsatorna ábrázolásánál használjuk, hanem az, hogy a bélcsatornát mindig sárgával jelöljük. Még a leggyengébb differenciáló képességű diák sem fogja összetéveszteni a vénás vért a kötőszövettel, ha mindkettő jelölésére az ibolyaszínt használjuk is.

8. A VI. o. vegytan tanításának a gimnáziumban kettős célja van. Mint a korszerű műveltségnek napjainkban egyik legfontosabb tartozéka, tájékoztatni kívánja a tanulót az anyagi világ kémiai jelenségeiben, megadja a rokon tárgyakban felhasználható alapismereteket s a bőségesen kínálkozó nevelési lehetőségek kiaknázására törekszik.

A körületekintő, lelkes szaktanár itt is megtalálja a színek előnyt jelentő használatára alkalmas mozzanatokat.

A gyök fogalma, a legegyszerűbb kémiai egyenlet, vagy az egyszerű cserebomlás is világosabbá válik, ha felírásához a fehér krétán kívül legalább még egy színt, pl. pirosat, vagy sárgát használunk, pl.:



Itt a chlorid és sulfát gyököket színes krétával írom fel s ezzel szemléletesen szétválasztom a felírt egyszerű vegyületek + és — alkotórészeit. Az eredményt a tanulók az előzőleg bemutatott kísérletből már ismerik. A vegyi folyamat felírásánál jelzem, hogy a színesen felírt atomcsoportokat akár előre le is írhatjuk az egyenlet másik oldalára (negatív alkotórészek) s ha ez megvan, csak fel kell cserélnünk a két vegyület fehéren írt alkotórészeit (pozitív részek) s a kémiai egyenletet már meg is oldtuk. A tanulók feltett kérdéseimre (Milyen vegyi folyamatot nevezünk cserebomlásnak? Mi a gyök?) hosszabb magyarázgatás, rávezetés nélkül leolvassák a definitíót: Cserebomlásnak nevezük...; a gyök a vegyületekben előforduló olyan atomcsoport... stb.

A VI. o. kémia tanításában kerül sor komolyan az atomelmélet felhasználására. A vegyi alapfogalmak között a legelső órán el kell kezdeni megismertetését s erre meg is van a lehetőség, hiszen a tanulók már a IV. osztályban is hallottak az atomokról s azt is tudják, hogy az atomoknak finomabb belső szerkezete (proton, elektronok) van. Ennyit a naprendszerrel való összehasonlítás alapján már a IV. osztályban

is megértene, nagy érdeklődéssel tanulják és használják fel később pl. a vegyérték és kémiai affinitás, a pozitív és negatív jelleg, vagy a VI. osztályban a periodusos rendszer, elemátalakulás, radioaktivitás feldolgozása idején s általában az egész fizikális kémiában.

A Bohr-féle atommodellek felrajzolásánál az atommag pl. *kék*, az elektron *piros*, az ellipticus pályák és a héjak fehérek lehetnek. A Calotte-féle molekulamodelleknél az azonos elemi atomok ugyanolyan színű, megfelelő szög alatt összeragasztott gömbökből állanak. A Bravais vagy Laue-féle kristályrácsok elemi celláinak atomjai szintén más-más színűek.

A fizikális-kémiától eltekintve a kémiai analitika kezdetétől fogva alkalmazott színes reakciók jelentőségét szükségtelen hangsúlyoznom. Az atom, molekula, szerkezeti képlet, vegyérték, vegyi gyök s vegyi folyamatok érthetővé tételére jó eszköz a színes gömbökkel készült Krotky-féle kémiai számológép.*

Egészen röviden meg kell még emlékeznem a színes film felhasználásával kapcsolatos kísérletekről. Mióta a mozgófilmet a tanítási órákon is alkalmazhatjuk, a tanulóifjúság számára sok esetben a hozzáférhető tőlünk tesszük elérhetővé. Ezért a filmvetítést messzemenően fel kell karolnunk.

Az oktatófilm használatának célja azonban nemcsak az, hogy a tanulóknak passzív szemléleti lehetőséget adjon, hanem az is, hogy élmény-nyújtás által lelkiileg is aktiválja őket. A film ugyanis nemcsak szemléltetési eszköz, hanem egyúttal kép is és izlést formáló, esztétikai hatása is van. Ezt az esztétikai és élményhatást kiemelni: a színes film feladata. A szín, mint a fotografált tárgyak természetes tartozéka élvezetesebbé és szebbé teszi a tanulók szemléletét, hiszen a mozgó kép lenyűgöző hatásában a mozgás után nyomban a szín és a forma kifejező ereje ragadja meg az embert.

A színes film a filmoktatásban csak akkor használható, ha meg van a lehetőség a teljes értékű másolatok sokszorosítására. Ez a kívánság azonban egyelőre kielégíthetetlen s így az oktatófilm általános bevezetésének ma még tárgyi nehézségei vannak. Egyelőre csak folklóképek színezésére alkalmas, mint amilyen a művészi kerámiáról készült oktatófilm egy színes részlete. Ha azonban az oktatófilm színigényei nehezebben is elégíthetők ki, mint a játékfilmmel szemben támasztható követelmények, mégis remélhető, hogy rövidesen erre is sor kerül. A színes film rohamosan haladó fejlődése megadja erre a kellő biztosítékot.

10. A színes rajzolóssal szemben az aggályoskodók néhány kifogást szoktak emelni.

a) A legelső ellenérv az, hogy legtöbb tanuló nem tudja a rajzokat színesen átvenni. Erre vonatkozó észrevételeimet már elmondtam. Ha más nincs is, mint egy piros-kék végű ceruza, ami a tanulók 99%-ának ügyis megvan, már ezzel is kielégítő eredményt érhetünk el.

b) A másik kifogás az szokott lenni, hogy még az 50'-es órában sincs elég idő arra, hogy sok rajzot, kivált színeset készíthessünk. Feleletem erre az, hogy viszont kamatostul visszanyerjük az elvesztett időt,

* Tanáregyesületi Közlöny LXXIII. 1940. p.: 197.

mert egy világosan elkészített vázlat után semmi szükség nincs a szürke és szétfolyó magyarázgatásra.

c) A sok rajz, vázlat készítése túlságosan leköti a tanárt, aki inkább a táblára ügyel s így alkalom kínálkozik a fegyelemzavarásra. Baj, ha a tanár egyszerre akar felrajzolni egy részletes, nagy rajzot s közben az osztálytól egészen elszakad, de megszűnik ez a nehézség azzal, hogy a tanulók megfigyeléseit vázolja csupán s velük együtt vonalról vonalra készíti el rajzát (osztályfoglalkoztatás). Ilyen munka mellett a fegyelemzavarásra nincs alkalom. S különben is 1—2 rajzos óra után a tanuló már megszokja az ilyenirányú foglalkozást, gonddal, szeretettel használja füzetét, rajzeszközeit, s így a rajzolás lesz az óra legnyugodtabb, legmeghittebb része.

d) Mondják, hogy a színek alkalmazása a tanulót kényelemszeretetre, lustaságra szoktatja, mert hiszen ezzel is könnyíteni akarjuk munkáját. Erre az a válaszom, hogy viszont sokkal időállóbb az az eredmény, amelyet a színes technika módszeres alkalmazásával értünk el.

e) A színvaksággal szemben meg kell állapítanom, hogy én még színvak gyermekkel nem találkoztam s nem is hallottam kartársaimtól sem, hogy tanítványaik között ilyen lett volna. De ha mégis akad, az ilyen gyermek gyógypedagógiai intézetbe való.

f) A színes kréta a tanár ruhájának bepiszkolásával jár. Egyszerű a védekezés: a táblát használó tanár tanítson tiszta, fehér köpönyegben. (Ez hygiénikusabb is. Így kevesebb baktériumot visz be a tanterembe, de kevesebbet is visz haza onnét.)

11. A szemléltetés a természetrajz tanításának az az eszköze, amellyel közvetlen kapcsolatot teremt a tanuló és a természet között. A megfigyelés növeli az érzékszervek használatának biztosságát és így az igazság keresésének biztos eszközeivé avatja őket. Azok az oktató, nevelő és képző értékek, melyeket a természetrajz tanításával el akarunk érni, a szemléltetés segítségével valósulnak meg. Közelebbi cél itt az, hogy fokozzuk a tanuló tárgyi érdeklődését s élményszerű tapasztalatok szereztetésével jobban megszilárdítsuk tárgyi ismereteit. Ezeket a célokat úgy érhetjük el, ha lehetőleg tág teret engedünk a tanuló tevékenységének arra, hogy a szemléltetett tárgyról, képről, vagy a táblára vetett vázlatról a lényegét maga olvassa le. Nem akarjuk a színes képekkel, rajzokkal és szemléltetőeszközökkel a természetet helyettesíteni. Ezekhez folyamodunk azonban, ha az illető élőlényt, jelenséget a természetben bemutatni nem tudjuk. Élményszerűbbet, hangulatosabbat s megkapóbbat pedig kívánni sem lehet egy-egy jólsikerült színes vázlatnál, egy-egy demonstratív színes szemléltető eszköznél. Ha már a természet a maga sokszínűségével nem is vonulhat be a tanterem falai közé, az oktatást kell megfelelő módszertani fogások alkalmazásával minél színesebbé, színdúsabbá tenni.

Gallé László.