

Matematika tanítás a művészet eszközeivel

Tanulási nehézségekkel küzdő diákok téri képességek fejlesztése a vizuális nevelésben

Kugler Erika, Szent István Sport Tagozatos Általános Iskola és Gimnázium
Kárpáti Andrea, Budapesti Corvinus Egyetem

Az AMASS nemzetközi művészetpedagógiai kutatás fő célkitűzése olyan módszerek kidolgozása és kipróbálása volt, amelyek szociális és tanulási hátránnyal élő tanulók tagjai képességeiket fejlesztve esélyt ad a továbbtanuláshoz és a munkához. Ezeknek a tanulócsoportoknak a természettudományok és a matematika okozza a legtöbb nehézséget, ezért a fejlesztő programban a STEAM integratív pedagógiai modellt választottuk, amely kreatív feladatokkal és tudományos vizualizációs módszerekkel támogatja a mély és maradandó ismeretszerzést ezen a területen. A cikk első szerzője a hatályos matematika és vizuális kultúra tantervekhez illeszkedő pedagógiai programot dolgozott ki, és próbált ki 5. és 6. osztályos, szociális és / vagy tanulási hátránnyal és viselkedési problémákkal küzdő, tanulócsoportokban. Az iskolán belül, tanórákon és informális tanulási programokban: fejlesztő foglalkozásokon és szakköri keretben lezajlott fejlesztő program beválás vizsgálatát a téri képességeket és a kreativitást értékelő tesztekkel és portfólió értékeléssel végeztük el. Az AMASS kutatás munkatervének megfelelően, fenntartható innovációra törekedtünk, eredményeinket rendszeresen megosztottuk pedagógusképző és továbbképző rendezvényeken.

Szociális hátránnyal, tanulási nehézségekkel élők támogatása a művészetpedagógia eszközeivel

A nagy létszámú csoportokat oktató magyar iskolarendszer kevésbé van felkészülve a szociális hátránnyal élő, képességdeficitjei miatt a tanulásban is akadályozott, beilleszkedési, viselkedési problémákkal küzdő diákok támogatásának. Az átlagos vagy jó anyagi helyzetű családok figyelemhiányos hiperaktivitás-zavarral diagnosztizált gyermekek szülei segítségével, az iskolarendszeren kívül kapnak szakszerű támogatást beszédterapeutáktól, gyógy- és fejlesztő pedagógusoktól vagy pszichológusoktól. Sokan vannak azonban, akiknek ezek a lehetőségek elérhetetlenek, ezért különösen fontos a pedagógiai fejlesztő eljárások kidolgozása és kipróbálása.

Az AMASS projekt keretében ebben a kutatásban két pedagógiai problémakörre keressük a megoldást:

1. *A tanulóhoz kapcsolódó negatív attitűd:* ezt felszámolandó, a kutatók erőteljesen motiválták a tanulókat a tanulási képességeik fejlesztésére, törekedtek a természettudományos és művészeti ismeretek iránti érdeklődésük felkeltésére, valamint az ismereteik és kritikai készségeik elmélyítésére.
2. *A tudásteremtés átláthatóságának hiánya.* Ennek megoldásaként világos tanulási célokat és fejlesztési tervet fogalmaztak meg, amelyek mentén a tanulók követhették képességeik fejlődését és ezeket autentikus, a mindennapi életben és a munka világában előforduló problémák megoldására használhatták fel (pl. tájékozódás termégmentesítő eszközökkel, használati utasítás értelmezés és készítés, folyamatábra egy természeti jelenség értelmezésére).

A kutatás célcsoportja és menete

A több iskolai féléven át tartó fejlesztő program a Budapesti Corvinus Egyetem Vizuális Kultúra Kutatócsoportja és a jászberényi, a Szent István Sport Általános Iskola és Gimnázium együttműködésében valósult meg. A program kidolgozója és végrehajtója e cikk első szerzője, Kugler Erika volt. A képességfejlesztés hatékonyságát a téri képességekkel kapcsolatos korábbi kutatások felhasználásával (Kárpáti, Babály és Simon, 2015, Babály és Kárpáti, 2015, 2016) a cikk második szerzője, Kárpáti Andrea végezte. A projekt 2020 szeptemberében vette kezdetét 5. osztályos (átlagosan 11 éves) diákok részvételével és három féléven át 2021 decemberében fejeződött be. A téri képességeket fejlesztő program az 5. és 6. évfolyamosok matematika tantárgyi követelményeinek figyelembevételével, a vizuális kultúra órák és részben a délutáni napközis foglalkozásokon valósították meg. A kutatási program a többszörös viselkedési és mentális kihívásokkal küzdő tanulók azonosításával kezdődött, az iskolapszichológus és fejlesztő pedagógus támogatásával. Két párhuzamos 5. osztályból 15-15 diákot választottak ki. A résztvevő diákok átlag életkora 11.3 év volt. Ezután összegyűjtötték a fejlesztési program megtervezéséhez szükséges háttér adatokat. Az osztályfőnökök az alábbi szempontok alapján adtak jellemzést a diákokról:

- kreativitás és problémamegoldás
- a tanulókat érdeklődési területei
- kedvelt tevékenységeik
- fejlesztendő képességeik
- megfigyelt tanulási problémáik
- aktuális mentális állapotuk és viselkedésük
- a kutatás szempontjából releváns szociális háttérük

A tanítási-tanulási program a pedagógusi jellemzések és helyszíni megfigyelései alapján készültek el. A hallássérült, balkezes, hiperaktív vagy depressziós gyermekek számára speciális fejlesztési utakat dolgoztunk ki. A diákok fejlődését tanári és tanulói megjegyzéseket is tartalmazó portfólió értékeléssel dokumentálták a kutatók. A tanulói munkák begyűjtése mellett rendszeres egyeztetés a matematika és rajz és vizuális kultúrát oktató tanárok, valamint az osztályfőnök között jól nyomon követhetővé tették a tanulók fejlődését.

A diákok szociális körülményei átlagosnak vagy ennél rosszabbak voltak. A családok anyagi helyzetét tovább rontotta a COVID pandémia által okozott problémák. A szülők a gyerekek alapvető igényeit még ki tudták elégíteni, de a speciális fejlesztő programokat már nem tudtak finanszírozni. Logopédus minden iskolában foglalkozik a diákokkal, de más terápiák, illetve a tanulási szükségletekhez igazított személyre szabott oktatást, nem volt elérhető.

A STEAM modell az integratív szellemű művészetpedagógiában

A STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*, azaz természettudományok, technika – ide tartozik a digitális kultúra is -, mérnöki tudományok, vizuális művészetek és matematika). egy integratív szemléletű, kreatív, jelenségek központú módszer. A STEAM projektek művészeti és tudományos határterületeken fogalmazznak meg projektek során megoldható problémákat, kreatív gyakorlatokkal keltik fel a tanulók érdeklődését. (School Education Gateway, é.n., Klima és Kárpáti, 2018). Az önálló kísérletezésen és alkotáson alapuló feladatok fokozzák a problémák iránti érzékenységet, fejlesztik a problémamegoldó gondolkodást és ennek a művészetpedagógiában különösen jól fejleszthető megjelenési formáját, a kreativitást. Ez a modell életközeli témákat választ, a tudatos döntést segíti a „fogyasztással” szemben; kritikai gondolkodásra, párbeszédre és együttműködésre ösztönöz.

A STEAM modell „Art” („művészetek” elemének lényege: *megismerni, felismerni, használni és bemutatni a művészeti nyelv elemeit és kompozíciós elveit a művészeti alkotásban, a vizuális kommunikációban és a tudományos vizualizációban*. Természetesen nem minden órán van mód a vizuális nevelés integrálására a természettudományos vagy matematikai tanítási-tanulási folyamatban, hiszen a szaktárgyi ismeretek elsajátítása gyakran megelőzi a STEAM órákat. Az írás és olvasás, szövegértés is hangsúlyos része lehet a továbbfejlesztett oktatási módszertárnak: a STEAM modellben az R a *reading*, magyarul olvasás és szövegértés oktatási tartalomra utal.

A tantárgyi integráció együttműködésre készítette a vizuális kultúra és matematika szakos tanárokat, akik a két kísérleti osztály osztályfőnökei is egyben. A hátrányos helyzetű diákok támogatása érdekében igen fontos volt a folyamatos konzultáció a gyógypedagógus képzettségű iskolapszichológussal is. A kísérleti program kidolgozásába az iskolában dolgozó informatikusok adtak segítséget. Felhasználtuk e cikk második szerzője, Kárpáti Andrea által vezetett, az MTA Tantárgypedagógiai Programja keretében 2016-2021 között megvalósult *Moholy-Nagy Vizuális Modulok tantervfejlesztő kutatás Média kommunikáció modulját* is, amelyben e cikk első szerzője, Kugler Erika kísérletező pedagógusként részt vett (Ez a kézikönyv szabadon letölthető a [kutatás honlapjáról](#)). A matematika szaktanárok és munkaközösség-vezetőjük tartalmi csomópontokat határoztak meg, amelyekhez szükségesnek látták az együttműködést a matematika és a vizuális kultúra tantárgyak programjainak összehangolását a szociális és tanulási hátránnyal élők hatékonyabb oktatása érdekében. Íme a témakörök, amelyekhez a STEAM modell szellemében integratív művészeti-tudományos programok készültek:

- sík-, és térgeometria: körvonal, körlap, gömb, felület a távolság fogalma
- sugár, átmérő, körív, körszelet, körcikk, körgyűrű, szelő, érintő
- háromszög, szerkesztése három oldalból
- szakasz felezése
- téglalap, négyzet tulajdonságai, szerkesztése
- merőleges, párhuzamos egyenes tulajdonságai, szerkesztése
- síkidomok átlója, testátló szerkesztése
- szimmetria vizsgálata, szimmetrikus testek
- szögek tulajdonságainak vizsgálata
- térformák hálózata, felszíne, térfogata (kocka, téglalest oldalainak egységes jelölése a frontális axonometria szabályai szerint)

A pedagógus csoport elkészítette a különösen tehetséges, illetve a gyengén teljesítő tanulók fejlesztési tervét a térszemléletének fejlesztésére, tapasztalati úton. Módszereik az irányított megfigyelés, a vizualizáció, a térlátás (közel-távol) szerkezetlátás, ezáltal a vizuális memória differenciált fejlesztése voltak. A viselkedési problémákkal (SNI, BTMN) küzdő tanulókkal az iskolapszichológus folyamatosan fejlesztő foglalkozásokat tartott. A tanórákon a kiemelkedő és gyengébb tanulókat a STEAM alapú fejlesztést megvalósító rajztanár differenciáltan is foglalkoztatta. Páros, csoportos, vagy osztálymunkák során gyorsan ők is találtak olyan feladatokat, amelyeket örömmel megoldottak.

A tanórák száma és hossza behatárolta a fejlesztés lehetőségeit. A diákok a vizuális kultúrát heti egy, a matematikát heti öt tanórán tanulják. A kísérleti programban az integrációs témaköröket Kugler Erika úgy állította össze, hogy ne csak elméleti feladatok legyenek, hanem a gyakorlatban alkalmazható megoldások is, amelyek komplex konstruáló projektek részei lettek. Sok *építészeti, makettkészítő feladat* szerepelt a fejlesztő programban: kötött elemekből spontán kísérletezéssel építés, konstruálás, térbeli struktúrák alkotása.

Az ábrázolási rendszerek bevezetésére is nagy hangsúlyt fektetett, de nem a műszaki ábrázolás jelrendszerével kezdte a tanítást.

A szerkezetlátás és a sík és tér összefüggései spontán kísérletezéssel, építő, konstruáló feladatokkal játékosan eredményesebbnek bizonyultak. A motorikus problémákkal küzdő tanulóknál a jelrendszer használata gyakran elvonja a figyelmet a tér és szerkezetlátástól. A jelrendszer pontos használata átlagos fejlődésű gyermekeknél 7-8. osztályra alakul ki általában. Mielőtt a Monge-féle vetületet tanította volna, Kugler Erika műalkotásokat elemzett a tanulókkal, amelyeken modellezte a térben a képsíkokat és a vetítés módját játékos feladatokkal. Építményeket is megfigyeltek több nézetből, a nézetek között összefüggéseket kerestek, értelmezték, miért fontos rögzíteni a nézetek helyét, és amikor fejben és képen összeálltak a képi összefüggések, akkor pontosítjuk mindezek jelrendszerét és az ábrázolás szabályait. Ez a problémakör nemcsak Matematika, Vizuális kultúra, de Technika és tervezés órákon is a tananyag része volt.

A matematika tanárai nagyobb hangsúlyt fektetnek a számérték szerű mérésekre. A heti egy órás Vizuális kultúra tantárgyban, az 5. évfolyamon a téri modellezést, a gyakorlati matematikai problémákat, a vizuálisan értelmezhető méretekre és arányokra, a becslésre helyeződött a hangsúly. A továbbiakban olyan projektfeladatokat mutatunk be, melyek a tanév során a STEAM elvek szerint valósultak meg. A problémakörök egymásra épülése (kapcsolódása):

1. Síkból térbe, a mesés grafikus rajztól a téri konstrukciókig
2. Térbeli variációk síklapokból, vonalas szerkezeti elemekből
3. Szabályos és szabálytalan formák
4. Arányok, méretek
5. Ívek, kör, gömbforma
6. Forgatás, tükrözés

A program erőssége, hogy a matematikai képességek fejlesztését művészeti alkotáson keresztül teszi lehetővé, mindezt holisztikus és reflektív módon. A geometriai elméleteket gyakorlati tapasztalat alapján, szétszedhető formákkal és a Monge szabályszerűségeit felhasználó kreatív feladatokkal adták át. Ezekkel manuális tevékenységekkel a kognitív és téri képességek együttesen, egy időben váltak fejleszhetővé, valamint az erőteljesen verbális oktatási kultúrában a képekkel való kommunikációra ösztönözték a diákokat. Ennek a megközelítésnek köszönhetően pedig több, eddig lassan haladó tanulóról kiderült, hogy szövegfeldolgozási problémákkal küzd, és a makettek, illusztrációk, grafikonok és diagramok segítségével sokkal könnyebben tud tanulni. A vizuális művészeti műfajok megjelenítő erejét a természettudományos tantárgyakban és a matematikában is sikeresen használták.

A fejlesztő program második része a vizuális és digitális képességek fejlesztésére helyezte a hangsúlyt. A 21. század a „digitális képek korszaka”, így a tanárok egyetértenek abban, hogy az információs és kommunikációs technológiák

(IKT) eszközei új irányt szabnak a kreatív fejlesztés területén (Kárpáti és Nagy, 2019). A diákokkal folytatott programban ez a fejlesztés az általuk készített animációkban, videoklipekben, fotósorozatokban és fotókollázsokon is megfigyelhető. A digitális médiumokkal folytatott munka a COVID járvány és a karantén alatt is folytatódhatott.

A fejlesztő program eredményei

A művészeti alapú személyiségfejlesztő programok terápiás célokat határoznak meg, és ritkán járnak együtt mérhető képességfejlesztéssel. Nevelési céljaik tágabb keretek között mozognak: a marginalizált csoport tagjainak, elhanyagolt gyermekeknek és bántalmazott fiatalok sérelmeinek feltárása és feldolgozása, és az így felszínre került, megoldandó problémáknak a társadalom felé történő felmutatása a céljuk. A gondos tervezés és megvalósítás ellenére a társadalmi célú művészeti projektek gyakran elszigeteltek maradnak a művészeti fejlesztőprogramok között, mivel hatásuk rövid távon nehezen kimutatható és a fejlődést gyakran nem támasztják alá a politikusok által is felhasználható kutatási adatok. A kutatás vezetői ezért döntöttek a számszerűsíthető eredményeket adó kutatási módszerek használata mellett, és használtak standardizált térszemlélet teszteket, a tanulók fejlődését dokumentáló portfóliókat is a tanulók viselkedéséről szóló pedagógus beszámolók mellett.

Téri képességek fejlesztése

A program során Babály Bernadett építész, művésztanár standardizált téri képesség tesztjeit használták fel, amelyeket a Szegedi Tudományegyetem eDIA online, diagnosztikus, interaktív értékelő rendszerébe fejlesztettek (a rendszerről és használatáról az oktatásban: [a programok értékelésében számos tanulmány olvasható itt](#)). A tesztek igényes képi megjelenítéssel és sokféle interaktív feladatmegoldó lehetőséggel rendelkeznek. Tesztfeladataink a téri képességek alapvető elemeit vizsgálják: vizuális-térbeli észlelés, térbeli vizualizáció, mentális hajtogatás, mentális forgatás. A tanulók fejlődését az 1.táblázat eredményei mutatják.

Egy nem reprezentatív, országos felmérésben (2017, N=342), a jászberényi vizsgálatban használt mérőeszközzel azonos térszemlélet teszt átlag 5. évfolyamon: 53,36 %p (szórás: 29,80 %p). A jászberényi felmérésben 7,13 %p-al értek el magasabb teljesítményt az 5. évfolyamon az országos átlagnál. Az előmérés során mutatkozó nagy teljesítmény különbség az 5. évfolyam két osztálya között a 6. évfolyam végére minimálisra csökken. (5. évf. 12,71%p; 6. évf. 4,86%p) *A felzárkóztatás tehát rendkívül sikeres volt.*

Az eredmények alapján sokat fejlődtek a gyerekek téri képességei, a teljesítményük javulása szignifikáns! ($t=5,399$, $p<0,01$). Fontos eredmény, hogy a 41 diák közül csak kettőnek romlott (minimálisan) a tesztátlaga, a többieknek javult. A leggyengébben teljesítő diákok is meg tudták oldani az egyszerűbb feladatokat a 6. évfolyam végére (tehát nincs leszakadó tanuló, egy alapszintet mindenki tudott teljesíteni). Fontos kiemelni, hogy sok diák ért el kiemelkedő teljesítményt a 6. osztály végére (több, mint az évfolyam fele ért el 90-100%p-ot).

1. táblázat. A térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói

Mérés helye, ideje	N	Osztály	Itemszám	Átlag (%p)	Minimum (%p)	Maximum (%p)
Szent István Sport Általános Iskola és Gimnázium, Jászberény, 2020 ősz	21	5A	10	54,29	10	100
	20	5B		67,00	20	100
Évfolyam	41	5	10	60,49	10	100
Szent István Sport Általános Iskola és Gimnázium, Jászberény, 2022 tavasz	21	6A	10	77,14	40	100
	20	6B		82,00	30	100
Évfolyam	41	6	10	79,51	30	100

Meglepő módon a lányok már az előzetes mérések során jobban szerepeltek, és számos diák, akiket tanulási nehézségeik miatt a „problémás” kategóriába soroltak korábban, most az országos átlagnál jobb eredményt értek el. A program jelentősége, hogy elemei a későbbiekben a mérnöki, építész, designer szakma felé is segítheti a fiatal lányokat.

A vizuális kompetencia és a további életproblémák azonosítására egységes művészeti, diagnosztikai feladatokat adtak a tanárok a diákoknak:

- kettős önarckép készítése: kedvenc ruhában amikor boldog vagy / egy utált ruhában és rosszkedvűen
- művészi térkép a kedvenc helyedről és ahova el szeretnél utazni
- szabad érzelm kifejezés: fess egy képet a Vihar címmel
- térkifejezés: rajzolj egy kétdimenziós képet egy házról, de három nézőpontból, használj fotót a rajz alapjául

A fenti feladatokat a szaktanárok, az iskolapszichológus közösen értékelték ki és általuk a különböző területeken tapasztalható fejlődés is könnyebben elemezhető volt. (A rajzos feladatok értékelési kritériumairól vö. Kárpáti és Gaul-Ács, 2018).

Portfólióelemzés és a viselkedésbeli változás kvalitatív elemzése

A diákok vizuális kompetenciáinak fejlődése az alkotásokból összeállított portfóliók segítségével vált elemezhetővé. A bemutatott kutatás esetében két iskolai tanév, tehát 10 hónap alatt készített alkotásokat vették alapul, amelyeket a tanárok jegyzetei és a diákok észrevételei egészítettek ki. A portfóliókat természetesen kiegészítette az iskolapszichológus és a fejlesztő tanár véleménye is. Az összegyűjtött munkák között 30 diák rajzait, médiamunkáit, háromdimenziós alkotásait találjuk meg. A portfóliókból megállapítható, hogy ha az alkotás témáját a mindennapi életből merítették, a diákok a szabályokat és törvényszerűségeket sokkal könnyebben elsajátíthatóak voltak.

Integratív szellemű feladatok a térszemlélet fejlesztésére

Az alábbiakban röviden ismertetjük Kugler Erika STEAM modell szerint kialakított feladatsorát a térszemlélet fejlesztésére az 5. és 6. osztályban.

1. témakör: Síkból térbe: Kedvenc mesehősöm háza: leporelló, kollázs készítése

Ezzel a feladattal a tér és a sík problémakörét, a két és a három dimenzió összefüggéseit vezettük be. A tanulók nem egyszerűen alaprajzot vagy nézeti rajzokat készítettek, hanem kedvencük házat leporelló formájában, mesésen, spontán kísérletezéssel valósították meg. (Ez a feladat része egy, a vizuális képességeket értékelő narratív feladatsornak, vö. Kárpáti és Gaul-Ács, 2018). A probléma lényegét a *belső és külső tér összekapcsolása, láthatóvá tétele, értelmező megjelenítése* adja. A síkra rajz megnyitása térbe nyílászárókkal (ajtó, ablak), nyitható-csukható falakkal, levehető háztetővel, egyedi megoldásokkal. Bevezetesként beszélgettünk a tanulókkal kedvenc filmhősökről, mesefilmekről a témái a feladatoknak. Milyennek képzelik főhősük lakását, házat? Hol lakik? Természeti képződményben, vagy ember által készített épületben? Esetleg a kettő keveréke? Több érdekes épületet, természeti képződményt, mesterségesen kialakított épületet megnéztünk, elemeztünk: lombházak, a noszvaji és a svájci barlanglakások domborulatok üregeiben kialakított tájba illő építményei; az afrikai agyagházak a természetben talált anyagokból mesterségesen kialakított házak; Friedensreich Hundertwasser: Erdei spirál (Waldspirale, Darmsadt, 1998-2000) nevű épülete, mely megmutatja a táj természeti jellemzőit: például az épület alatt található talajrétegek tükröződését a homlokzat színes kialakításában.



1. kép. Síkból térbe. Kedvenc mesehősöm háza.

Problémafelvetés: *Hogyan tudnád úgy megjeleníteni a mesehősöd házát, hogy a belső és a külső tér is szemléletes, látható legyen?* A megvalósításhoz nézegettünk leporellós mesekönyveket, kiadványokat, melyek síkból térbe nyithatók, a külső tér ráhajtható a belső térre, lapozható, kihúzható, harmonika szerűn összecukható.

Instrukcióként meghatároztuk, hogy a nyílászárók nyithatók legyenek, a ház oldala is nyílhat, bárhol nyitható lehet a tér. A gyermekek először egyedi terveket készítettek, majd együttműködhetnek egymással.

Értékeléskor kiemeltük azokat a megoldásokat, melyek szemléletesen mutatják be az elképzelt épület külső és belső terét, ötletesek, egyediek, esztétikusan kivitelezettek.

Eszközök: kollázs készítéshez: fénymásolatok, grafikus és festőtechnikák alkalmazása: színes ceruza, filc, toll, tus (fekete, színes), akvarell, tempera, pasztellkréta, olló, ragasztó. Projektor, laptop, internetcsatlakozás; kamera (digitális fényképezőgép, Tablet, mobiltelefon)



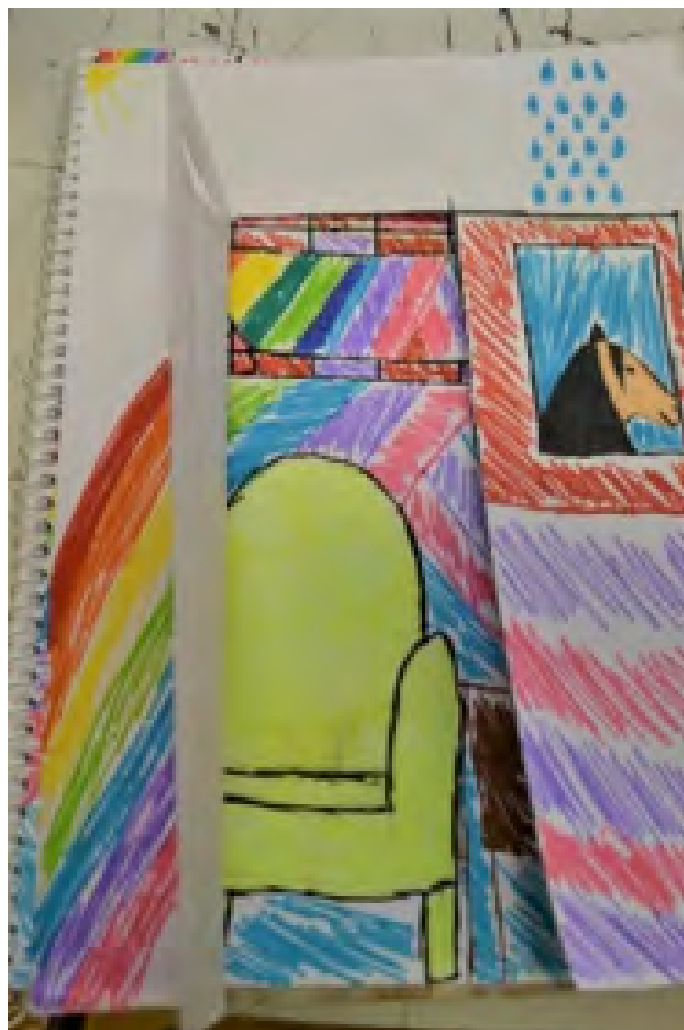
2. kép. Síkból térbe. Kedvenc mesehősöm háza.

Az órák célja: Képzőművelési feladat 2 és 3 dimenzióban, mely segíti a téri tájékozódást, a tér síkban történő kifejezését. Elgondolkodtat a sík és a tér összefüggéseiről, a belső és külső tér nézeteinek ábrázolásán spontán kísérletezéssel.

Kulcsfogalmak: kollázs technika, leporelló, két dimenzió, három dimenzió, képzőművészeti alkotás



3. kép. Síkból térbe. Kedvenc mesehősöm háza.



4. kép. Síkból térbe. Kedvenc mesehősöm háza.

Fejlesztendő képességek:

- Vizuális kompetenciák: figyelem; vizuális kifejezőkészség, rajzkészség, a síkbeli vizuális megjelenítő, kifejező eszközök adekvát használata; anyagalakítás, eszközhasználat
- Térsejtellet, 3D leképzése 2D-be, szerkezetlátás,
- Kreativitás, képzeleti munka
- Alkotóképesség

Fejlesztendő attitűdök: alkotói, értékorientált, szociális, kulturális

Tantárgyi kapcsolatok: Matematika, Technika és tervezés, Magyar nyelv és irodalom, Természettudomány,

Szemléltetés, műalkotások: *Barlanglakások, Noszvaj; Burkina Faso; Hunderwasser: Waldspirale, Darmsadt, 1998-2000; Lombházak; leporellós mesekönyvek*

A felkészüléshez használt információs források:

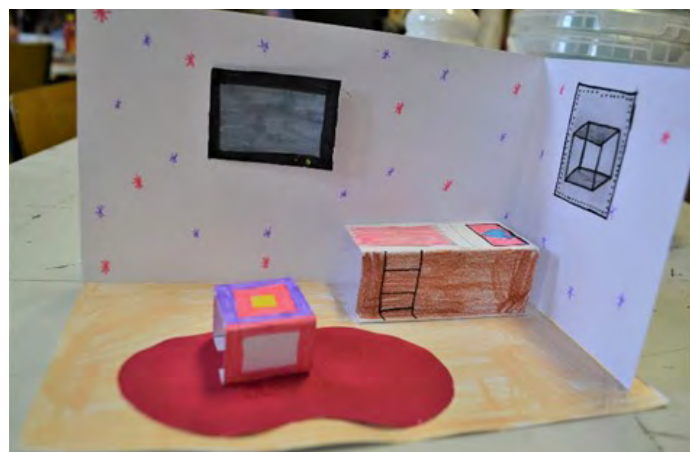
<https://www.flickr.com/photos/roland78/5795988377/>
<https://flickr.com/photos/ronnyreportage/7983891777>
<https://hu.pinterest.com/pin/158048268145224538/>
<https://sokszinuvidék.24.hu/kertunk-portank/2017/03/29/szavak-nelkul-is-meselnék-az-épitész-dombházai/>
<https://www.darmstadt.de/darmstadt-erleben/sehenswuerdigkeiten/waldspirale/>

<https://www.lushome.com/20-tree-house-design-ideas-fill-backyards-fun/142445>

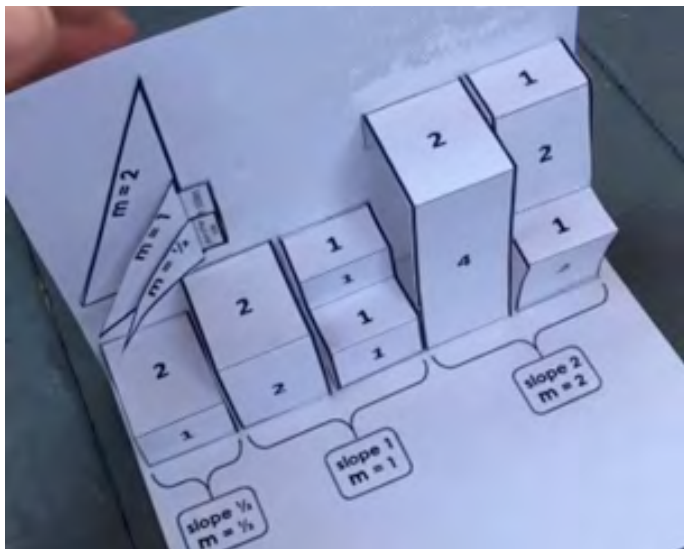
2. témakör: Síkból térbe – térből síkba: Monge-féle babaszoba, leporellós mesekönyvlap

Az előző órai leporellós feladat után a Monge-féle vetületi ábrázolást akartam szemléltetni a gyermekeknek egy jól bevált modellel: egy rajzlapból hajtogatással, nyírással minden tanulóval készítettem egy hajtogatós modellt, 3 képsíkos ábrázolási rendszert. Kugler Erika azt tervezte, hogy a képsíkok térhajtogatásával létrejött „babaszobasarkokba” tárgyakat helyezünk. A tárgyak nézeteit rávetítjük 3 nézőpontból a 3 képsíkra. Ha a képsíkokat egy síkba visszaforgatjuk, megjelenik a tárgy 3 nézete, kiterítve a tárgy vetülete.

A modell elkészülte után azonban a feladat más irányt vett, mert a gyermekek tekintete felcsillant. *De hát ez a mesehős szobája! Hogy ez nem jutott eszembe! Na, most egészen másképp alakítanám...* A gyermekek még nem szálltak ki teljesen az előző órai feladtból, összekapcsolták az órai kedvenc mesehős háza témával a jelenséget. Azt mondták ez lesz a mesekönyv lapján egy szoba: saját szoba, mesehős szobája. Nagyon tetszett a gyerekek ötlete, ezért eltértem az eredeti feladattól. Ettől kezdve nem csak kész tárgyak vetületeit kellett ábrázolniuk, hanem berendezés, bútortervező feladattá alakítottam a problémát: olyan berendezési tárgyak tervezése, mely a derékszögű térből síkba csukható. Ez sokkal nehezebb a tervezettnél, de nagyon motiváltak lettek a megoldásra.



5–8. kép. Monge séma és tanulói munkák.



9. kép. A leporellós bútorok készítése során felmerült a méretek, arányok, lépték problémája is.

Instrukció: A függőleges síktól a bútorok távolsága 2 egység. Ha derékszögben állnak a függőleges és vízszintes síkok, a bútorok mélység-magasság aránya 2-1; 2-2; 4-2; 2 egység magas lépcsőnél a vízszintes-függőleges osztás 1-1-1-1; 4 egység magas lépcsőnél a vízszintes-függőleges osztás 1-2-1-2; bútorok teteje és a lapszél nagyobb legyen, mint 2 egység (akkor nem lóg ki a könyvből).

Ettől kezdve a gyerekek kísérletezni kezdtek egyénileg, de kooperálhattak is a közös megvalósítás érdekében. Volt, akik egyszerű megoldásokat alkalmazott, míg mások aki egészen bonyolult tárgyakat terveztek.

Módszerek: Projekt módszer beszélgetés, élmények felidézése, problémaelemzés, ötletelés, tervezés, spontán kísérletezés, szabad alkotás instrukcióadással

Eszközök: rajzlap, olló, ragasztó, grafikus technikák alkalmazása: színes ceruza, filc, toll, tus; projektor, laptop, internetcsatlakozás

Az órák célja: Képzalkotó feladat 2 és 3 dimenzióban, mely segíti a téri tájékozódást, elgondolkodtat a sík és a tér összefüggésein, hogyan helyezkednek el a tárgyak a belső térben; méretek, arányok, hogy szép legyen a berendezés, de becsukódjon a könyv.

Kulcsfogalmak: Sík, tér, padló síkja, falak síkja, kollázs technika, leporelló, két dimenzió, három dimenzió, szögek, derékszög, egység, arány, lépték

Fejlesztendő képességek:

- Vizuális kompetenciák: figyelem; vizuális kifejezőkészség, rajzkészség, a síkbeli vizuális megjelenítő, kifejező eszközök adekvát használata; anyagalakítás, eszközhasználat
- Térszemlélet, arány, lépték, vizualizáció, szerkezetlátás,
- Kreativitás, problémamegoldó képesség
- Alkotóképesség

Fejlesztendő attitűdök: alkotói, értékorientált, szociális, kulturális

Tantárgyi kapcsolatok: Matematika, Technika és tervezés, Magyar nyelv és irodalom, Természettudomány,

Szemléltetés, műalkotások: Monge-féle képsíkok szemléltetése modelleken, leporellós mesekönyvek

A felkészüléshez használt információs forrás:

<https://hu.pinterest.com/pin/197947346110814826/>

3. Témakör: Síkformákból térforma: Elemi formákból építmények

A feladat egy építőjáték készítése, amely egy játékdobozban elfér a gyermekszoba polcán, melyet többször elő lehet venni összerakni, szétszedni, újraépíteni. Az építőelemek egymásba csúsztatható síklapokból, alapformákból kell, hogy álljanak (kör, háromszög, négyzet, téglalap...). Az instrukciók között szerepelt, hogy az elkészített elemekből illesztéssel, ragasztás nélkül kell az építmény variációkat elkészíteni, ezért az elemeket félig bemetszettük. Biztos alapokon álló, stabil építményt kellett alkotni, a kész építményekről fotókat készítettünk megvilágítással, a fény-árnyék hatások fokozásával.

A gyermekek páros munkában, vagy kiscsoportokban dolgoztak, élvezték a játékot, nagyon érdekes megoldásokat készítettek. A stabilitás és a rögzítés sokuknak problémát okozott, de a legtöbben találtak legalább egy tartós megoldást, de van, aki többet is készített. Szétszedte az elemeket, újra összerakta egy másik ötlet alapján. Néhány tanulónak nem sikerült az építés, csak segítséggel. A kiváló építészgyermekek a „tanársegédjeim” lettek a nagy létszám miatt, és segítettek társaikat ötletekkel, „titkos” információkkal. Az értékelés közös elemzéssel történt.

Kulcsfogalmak: Sík, tér, struktúra, szerkezet, illesztés, szimmetria - aszimmetria, szabályos-szabálytalan, statika, stabilitás, egyensúly; térhatás fokozása megvilágítással, fény-árnyék, nézőpont, nézet.

Módszerek: instrukció alapján spontán kísérletezés, építés

Eszközök: mintadarabok, modell, projektor, laptop, PPT, olló, tapétavágó, vonalzó, dobozkarton, hullámkarton, kamera, kameraállvány

A tanóra célja: téri alkotó feladat 3 dimenzióban, mely segíti a téri építmények, struktúrák megalkotását kísérletezéssel, hogy a szerkezetlátás kialakulását segítse. Elgondolkodtat a síkok téri struktúrákká szerveződésén, stabilitás, statika, egyensúly problémákon, a fény-árnyék hatás téri kifejező szerepén.

Fejlesztendő képességek:

- térszemlélet (2D-s elemekből 3D-s tapasztalatszerzés -alkotás, szerkezetlátás, struktúraképzés, konstruálás)
- Kreativitás



10. kép. Kör, négyzet, illesztés bemetszéssel

- Vizuális kompetenciák: figyelem; térbeli vizuális megjelenítő, kifejező eszközök adekvát használata; anyagalakítás, eszközhasználat

Tantárgyi kapcsolatok: Matematika, Technika és tervezés

A felkészüléshez használt információs forrás:

Eplényi Anna, Schmidt Gertrúd, Szentandrás Dóra, Terbe Rita: TÁJ-TÉR TÁR+ Térlátás-fejlesztő alkotások, GYIK Műhely, 2018

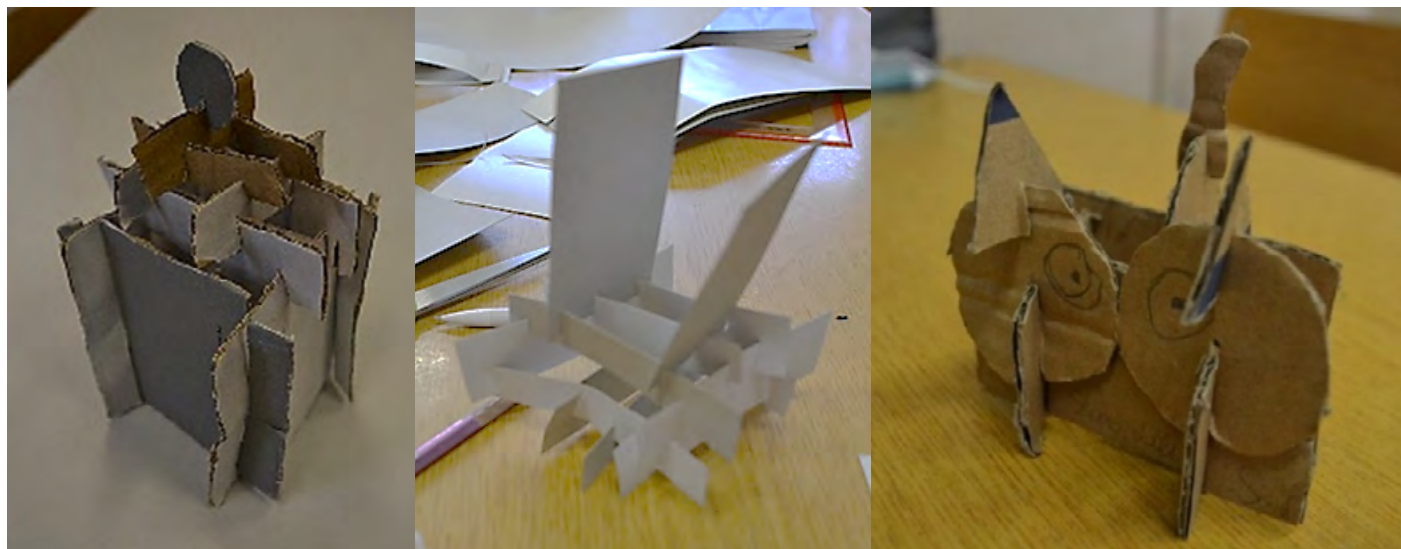
4. témakör: Vonal, mint szerkezeti elem – téri vázszerkezetek, struktúrák – fantasztikus építmények

Ezzel a feladattal a tanulók megértették a szerkezet fogalmát. A fantasztikus építmény elkészítése előtt egyszerű mértani alapformák (kocka, hasáb, gúla) vázszerkezetét próbálták kirakni pálcikák és rögzítő szivacs, gyurma, ragasztópisztoly segítségével. Majd ezek kombinációiból érdekes építményeket alkottak. Inspirációként Gijs-Van-Vaerenbergh templomát elemeztük, miben más a vizuális megjelenése, hatása e templomnak a zárt falakkal határolt épületekhez képest? A fény-, árnyékhatás; a grafikus hatású szerkezeti és építőelemek légies, varázslatos, földöntúli hatást váltanak ki a nézőből, a látható szerkezet esztétikum

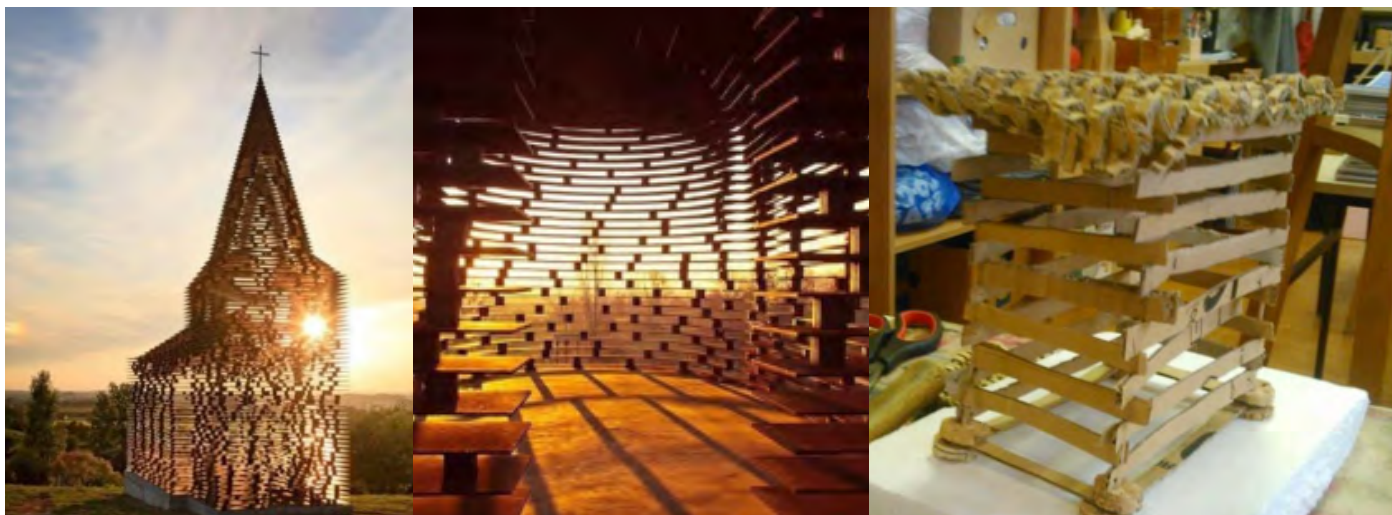
forrása is egyben. Ennél a feladatnál is fontos szempont volt, hogy az építmény biztos alapokon álljon. A gyermekek élvezték a játékot, nagyon érdekes, szokatlan megoldásokat készítettek. Eleven diákok versenyezni kezdtek, ki tud szobor, nagyobb, érdekesebb építményt készíteni. Tanulási hátránnyal küzdő diákokról is kiderült, hogy kiemelkedő téri képességeik vannak, amit a gyakorlatban remekül tudnak alkalmazni. Két kislány azon kísérletezett, hogy a fektetett ház tetején a derékszögű háromszög stabilan megálljon. Míg néhány diáknak többször összedőlt az egyszerű építmény is, mivel a gyurmából kifordult a hurkapálca a nagy méretek miatt, mások már otthon felkészültek a megoldásra és ragasztópisztolyt hoztak. Értékeléskor fontos szempontok a stabilitás, a formakombinációk, az ötletesség, az eredeti megoldások, az esztétikus kivitelezés.

Instrukciók:

- Építsetek alapformákat „vonalas” szerkezeti elemekből, rögzítők segítségével! (kocka, téglatest, hasáb, gúla)!
- Kombináljátok az alapformákat! Találjátok ki, milyen fantasztikus építményt fogtok készíteni ezzel a technikával.
- Aki készen van, kísérletezhet az építmény fotózásával, rendezett enteriőrben telefonzseblámpa megvilágítással.



11–13. kép. Téri vázszerkezetek, struktúrák – fantasztikus építmények. Tanulói munkák.



14–15. kép. Gijs-Van-Vaerenbergh: Templom.

16. kép. Tanulói munka 2018. 7.C.

Az építmény fény-árnyék térhatásait komponáld bele a látványba!

Kulcsfogalmak: szerkezeti modell – síklapokkal határolt zárt modell, struktúra, szimmetrikus-aszimmetrikus, szabályos-szabálytalan, kocka, téglatest, hasáb, gúla, térhatás fokozása megvilágítással, fény-árnyék, nézőpont, nézet

Módszerek: instrukció, kísérletezés anyagokkal, mérés, kombinációk, variációk készítése

Eszközök: Hurkapálca, fogpiszkáló, hungarocellgolyók, habszivacs, gyurma, olló, ragasztó, ragasztópisztoly, kötöző, cellux, cikszalag, tű; laptop, projektor, kamera, kameraállvány, reflektor hurkapálcika vagy fogpiszkáló, egyedi megoldások

A tanóra célja: téri alkotó feladat 3 dimenzióban, mely segíti a téri építmények, struktúrák megalkotását kísérletezéssel, hogy a szerkezetlátás kialakulását segítse. Elgondolkodtat a síkok téri struktúrákká szerveződésén, stabilitás, statika, egyensúly problémákon, a fény-árnyék hatás téri kifejező szerepén.

Fejlesztendő képességek: térszemlélet (3D-ben szerkezetlátás, struktúraképzés), kreativitás

Vizuális kompetenciák: figyelem; térbeli vizuális megjelenítő, kifejező eszközök adekvát használata; anyagalakítás, eszközhasználat

Tantárgyi kapcsolatok: Matematika, Technika és tervezés,

Szemléltetés, műalkotások: PPT, Gijs-Van-Vaerenbergh: Templom; tanulói munkák

A felkészüléshez használt információs forrás:

<https://www.arch2o.com/reading-between-the-lines-gijs-van-vaerenbergh/>

5. témakör: Síkformából térbeli íves szerkezetek alkotása – Hógömb, iglu

Az igluk fotóit nézegetve felmerült a kérdés, milyen célra képzelik el az építményt: szétszedhető sátor az utazásokhoz; jakuzzi a fürdőzéshez; pihenőhely az olvasgatáshoz... Anyagát tekintve az eredeti iglu jégből készült, de manapság készülhet üvegből, műanyagból, textilből, egyéb építőanyagokból... Elemzési szempont az építmény vizuális hatása: ha jégből, vagy üvegből készül, érvényesül a fényáteresztő képesség vagy transzparencia mint fontos látványelem; látszik a szerkezet, mely esztétikum forrása. Télen a fűtött igluban nagyon kellemes lehet élni. Ki az, aki szeretne ilyen házban lakni? A gyermekek nagyon szépnek találták a feladathoz bemutatott félgömb alakú építményeket. Sok gyermek fantáziája elindult. Viszont nehezen tudták elképzelni, vajon sikerül elkészíteniük.

A megoldandó probléma egy hógömb- iglu készítése volt. Síkformából térbeli íves szerkezetet alkotni, egy adott formájú elem szabályos ismétlődésével térhálót, gömb alakzatot kialakítani tűzéssel, ragasztással, egyéb megoldásokkal. Hogyan tudnál síklapokból íves térformát, gömböt, félgömböt készíteni?

Instrukcióként kaptak egy X alakú elemet, melynek segítségével elkészíthették a többi (ugyanilyet, vagy hasonlót). Kellott segítség ahhoz is, hogy a sok kis elemet rendszerben lássák, és kikísérletezzék, milyen nagyobb egységeket, struktúrákat lehet belőle kirakni, majd teljes gömbbé kiegészíteni.

Feladat instrukciói: Vágjatok ki 10x10 cm-es négyzeteket legalább 16 darabot! A négyzeteket hajtogassátok négybe és a nyitott végén vágjatok ki belőle két íves alakzatot! X elemeket kapunk. Kísérletezzétek ki, hogyan tudnátok gömböt formálni az elemekből! Más alakzatokkal is lehet dolgozni, csak az elemek kapcsolódását, hajlását ki kell kísérletezni. A kapott hógömbökből, makettekben tervezetek építményeket, iglut, különleges házakat, települést rajzolással, festéssel szabadon választott technikával!

5. évfolyamon elég nehéznek bizonyult a feladat, de a gyermekek mégis élvezték. Kipróbáltam 7. osztályban is a feladatot, ők már egész szép gömbszerkezeteket



17–19. kép. Inspirációs képek íves szerkezetek kialakításához.

tudtak készíteni. A feladatot egyénileg, párokban, vagy kiscsoportokban is lehetett végezni.

Kulcsfogalmak: hálózat, szerkezet, síklapok, síkelemek, tér, szerkezeti modell, ív, íves szerkezet, struktúra, gömb, iglu, ismétlődés, térhatás fokozása megvilágítással, fény-árnyék, nézőpont, nézet

Módszerek: instrukció, kísérletezés anyagokkal, mérés, kombinációk, variációk készítése

Eszközök: Műszaki rajzlap (dipa) mintaelemek, olló, ragasztó, tűzőgép, gömb-modell, led lámpa, projektor, laptop, PPT, kamera, kameraállvány

A tanóra célja: téri alkotó feladat 3 dimenzióban, mely segíti a téri építmények, struktúrák megalkotását kísérletezéssel, hogy a szerkezetlítés kialakulását segítse. Elgondolkodtat a síkok téri struktúrákká szerveződésén, az íves, gömbszerkezetek kialakításán, tulajdonságain, a fény-árnyék hatás téri kifejező szerepén.

Fejlesztendő képességek: Térszemlélet (3D-ben szerkezetlítés, struktúráképzés), kreativitás

Vizuális kompetenciák: figyelem; térbeli vizuális megjelenítő, kifejező eszközök adekvát használata; anyagalakítás, eszközhasználat

Tantárgyi kapcsolatok: Matematika, Technika és tervezés,

Szemléltetés, műalkotások: igluk, gömbházak

A felkészüléshez használt információs források:

<https://www.citylife.si/lifestyle/garden-igloo-na-vrtu-tudi-ko-dezuje>

<https://www.pinterest.de/pin/406590672606290031/>



20–22. kép. Síkformából térbeli íves szerkezetek alkotása.
Tanulói munkák.



23. kép. Olaszország, Emília, vasútállomás.



24. kép. Szingapúr, hotel.

6. témakör: Vonalas szerkezetű házmodellek hálózati rajzok, leporellók

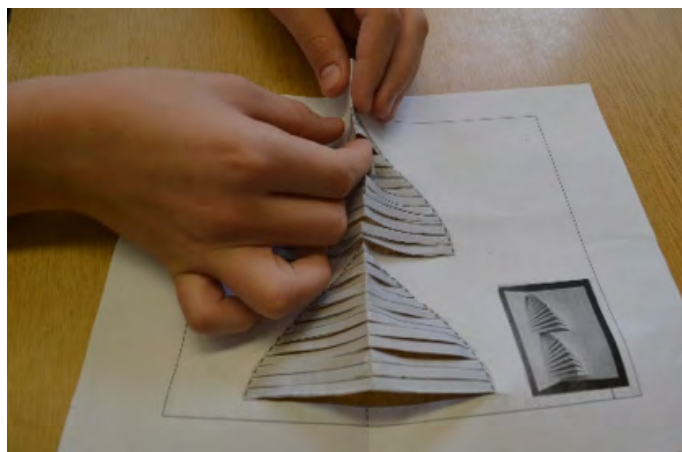
Érdekes vonalas struktúrájú, harmonika szerű építmények elemzésével kezdtük az órát (Olaszország, Emília, vasútállomás, Szingapúri hotel).

Problémafelvetésként megpróbáltuk modellezni az elemzett épületeket. Több diák felvetette a papírlapok legyezővé hajtogatását. Segítségül a diákoknak leporellós „épületszabásmintákat”, vonalas struktúrájú, különböző nehézségi fokú, előrajzolt munkalapokat kaptak, melyekből izgalmas, szép struktúrák vágathatók, hajtogathatók. A minták sarkában megfigyelhették a hajtogatott épület fotóját. A feladathoz több témakör értelmezése szükséges: hálózat, felszín; a szabásrajzok vizuális kommunikációs jelöléseinek pontos megfigyelése, követése (egyenes vonal vágást, a szaggatott vonal hajtást jelöl), metszése, hajtogatása térbe; a „terepasztalon” különös formájú épületek komponálása. Nem egyszerű feladat, mert igényes, pontos munkavégzést kíván. A térszemlélet fejlesztésén kívül a motorikus tevékenységek fejlesztését is célozza. A problémás tanulóknak egyszerű szimmetrikus szerkezeteket adtam, amely ollóval, a papírlap ketté hajtásával elkészíthető. A többiek vonalzó mellett tapétavágóval metszették ki a bonyolultabb, hullámzó, aszimmetrikus vonalas szerkezeteket. Három szabásminta közül választhattak, több diák mind a három szabásmintát kipróbálta. Ezt a feladatot mindenki egyénileg végezte.

Módszerek: instrukció alapján spontán kísérletezés, építés

Eszközök: Fénymásolt szabásminták épületmakettekéről, projektor, laptop, PPT, kamera, kameraállvány, reflektor

A tanóra célja: téri alkotó feladat 3 dimenzióban, mely segíti a téri építmények, struktúrák megalkotását kísérletezéssel, hogy a szerkezetlátás kialakulását segítse. Elgondolkodtat a síkok téri struktúrákká szerveződésén, stabilitás, statika, egyensúly problémákon, a fény-árnyék hatás téri kifejező szerepén.



25–27. kép. Vonalas szerkezetű házmodellek, hálózati rajzok.
Tanulói munkák.

Kulcsfogalmak: hálózat, derékszög, leporelló, sík, tér, struktúra, szerkezet, szimmetrikus-aszimmetrikus, szabályos-szabálytalan, statika, térhatás fokozása megvilágítással, fény-árnyék, nézőpont, nézet

Fejlesztendő képességek:

- Térsejtellet (2D-s elemekből 3D-s tapasztalatszerzés -alkotás, szerkezetlátás, struktúraképzés, konstruálás)
- Kreativitás
- Vizuális kompetenciák: figyelem

Tantárgyi kapcsolatok: Matematika, Technika és tervezés,

Képek és műalkotások a szemléltetéshez

Olaszország, Emília, vasútállomás, Szingapúr, hotel, kész téri modellek

A felkészüléshez használt információs források:

Szabásminták:

<https://hu.pinterest.com/pin/403424079096151790/>

<https://hu.pinterest.com/pin/545850417336973966/>

<https://hu.pinterest.com/pin/403424079096151790/>

Összegzés

Napjainkban egyre nagyobb számban kell a pedagógusoknak a speciális nevelési igényű gyermekek fejlesztésére figyelmet fordítani, melyek közül az ADD vagy az ADHD csak kettő a leggyakrabban tapasztalható nehézségek közül. A művészeti tevékenység nagyban hozzájárul az iskolai és a társadalom szélesebb rétegeiben tapasztalható stressz csökkentéséhez, az élvezetesebb tanulás biztosításához, de sikerrel alkalmazható a természettudományos ismeretek elsajátításában is. A jelen kutatásban a tanítási-tanulási folyamat a STEAM modellen és a tudományos vizualizáción alapult. A jelenségek, tények, szabályszerűségek és fogalmak vizualizációja egyre inkább elterjedt a tudományos kommunikációban, és ez a módszer különösen alkalmas a tanulási nehézségekkel és viselkedési problémákkal küzdő tanulók oktatásában.

A programba bekerült diákok az alsó tagozaton gyenge teljesítményt mutattak a magas szintű szövegértési kompetenciát és fejlett olvasási készséget igénylő tantárgyakban. A matematika és vizuális nevelés tantárgyak integrált oktatásával megvalósuló fejlesztés során azonban könnyebben sajátították el a komplex tanulási tartalmakat, amikor azokat kreatív projekt feladatokban vagy tudományos vizualizációval értelmezve közvetítették nekik tanáraik. A standardizált térsejtellet tesztek igazolják, hogy a tanulók sokat fejlődtek, és felzárkóztak korábban is jó eredményeket elérő társaikhoz.

A tantárgyi követelményeken túlmenően fontos a mentális és érzelmi állapot változása is: a diákok személyre szabott fejlesztési programja sok esetben a saját életük eseményein alapultak, legyenek azok tragédiák vagy éppen boldog pillanatok, de a depresszió okozta fájdalom enyhítésére is alkalmas a művészet és az alkotás. A kutatás eredményei közül különösen fontos, hogy azok a diákok, akik eddig komoly nehézségekkel küzdöttek a matematika órákon sok esetben

elismerésben részesültek, és immár örömmel kezdtek bele az újabb és újabb feladatokba.

Hivatkozások

Babály Bernadett és Kárpáti Andrea (2016). Vizuális-téri képességek fejlesztése. In: szerk. Tóth Péter és Holik Ildikó: *Új kutatások a neveléstudományokban. Pedagógusok, tanulók, iskolák – az értékformálás, az értékközvetítés és az értékteremtés világa*. Budapest: MTA Pedagógiai Tudományos Bizottsága, Óbudai Egyetem és ELTE Eötvös Kiadó, 127-139.

http://www.eltereader.hu/media/2016/12/UKN_2016_WEB.pdf

Babály Bernadett és Kárpáti Andrea (2015). Téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel. *Magyar Pedagógia*, 115 (2), 67–92. DOI: 10.17670/MPed.2015.2.67 https://www.magyarpedagogia.hu/document/Babaly_MPed2015267.pdf

Gaul-Ács Ágnes és Kárpáti Andrea (2018): Óvodás gyermekrajzok vizsgálata a Három Narratív Rajz képkalkotó feladatsorral. *Magyar Pedagógia*, 118(3), 279–306. DOI: 10.17670/MPed.2018.3.279

http://magyarpedagogia.hu/document/Gaul_MPed20183.pdf

Kárpáti Andrea, Babály Bernadett & Simon Tünde (2015). Az eDia online tesztrendszer pilot kísérletei a Térsejtellet és Vizuális kommunikáció területén. In: Csapó, B. és Zsolnai A. szerk.: *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában*. Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő intézet. 29-58. http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/2015_OnlineDiagnosztikus.pdf

Kárpáti Andrea és Nagy Angelika (2019). Digitális kreativitás – a vizuális és informatikai kultúra szinergiája. *Iskolakultúra*, 29(4-5), 86-98. <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/32006/31515>

Klima Gábor és Kárpáti Andrea (2018): A vizuális nevelés és a médiapedagógia szinergiája – problémák és lehetőségek. *Iskolakultúra*, 2018(8-9), 63-71.

https://epa.oszk.hu/00000/00011/00217/pdf/EPA00011_iskolakultura_2018_08-09_063-071.pdf

School Education Gateway (é. n.): STEAM oktatás: a természet-tudományos és a művészeti oktatást egyesítő európai projektek.

<https://www.schooleducationgateway.eu/hu/pub/latest/practices/steam-learning-science-art.htm>