

# POLY-UNIVERSE + PUSE + PUNTE

Dárdai Zsuzsa

művészetkritikus, szerkesztő, kurátor, MADI-múzeumalapító  
a PUSE- + PUNTE-projektek koordinátora  
dardaizsu@gmail.com

## ÖSSZEFOGLALÁS

A Poliuniverzum egy művészet és játék, vizuális élményen alapuló matematikaoktatási módszertan, az interdiszciplináris szemléletváltás eszköze a tanárképzésben. Az Erasmus+ PUSE-projekt egy új vizuális matematikaoktatási módszertan kifejlesztésére irányult, mivel az eszköz újdonságértéke az alapformákban rejlő léptékváltásos szimmetriában és az ehhez rendelt színkombinációs rendszerben van. Széles spektrumban használható az oktatásban, a matematikában különösen a geometria és a kombinatorika területén. A matematikai módszertan kidolgozása után, annak szerves folytatásaként elindult a PUNTE-projekt, amelynek további célja olyan innovatív, interdiszciplináris, STEAM-alapú pedagógiai módszer, jó gyakorlatok, kurzusok kidolgozása a felsőoktatás számára, amelyek elsősorban ehhez a forradalmi edukációs eszközhöz kapcsolódnak. A Poliuniverzum hihetetlenül egyszerű és mégis végtelenül komplex. Az elnevezéséből is adódik, hogy több mint művészet, több mint játék, több mint matematika, mindezek együttvéve: szinergia az oktatásban.

## ABSTRACT

Poly-Universe is art and play, a visual experience-based mathematics teaching methodology, a tool for interdisciplinary change in teacher education. The Erasmus+ PUSE project aimed at developing a new visual mathematics teaching methodology, as the novelty of the tool lies in the scale-changing symmetry inherent in the basic shapes and the colour combination system assigned to them. It can be used in a wide range of educational contexts, particularly in mathematics—geometry and combinatorics. After the development of the mathematical methodology, the PUNTE project was launched as an integral continuation of it, with the aim of developing innovative, interdisciplinary, STEAM-based pedagogical methods, and good practices and courses for higher education, which are primarily related to this revolutionary educational tool. The Poly-Universe is incredibly simple, yet infinitely complex. Its name suggests that it is more than art, more than games, more than mathematics; it is all of these combined: synergy in education.

**Kulcsszavak:** Poliuniverzum, PUSE-módszertan, PUNTE, interdiszciplináris, STEAM

**Keywords:** Poly-Universe, PUSE methodology, PUNTE, interdisciplinary, STEAM

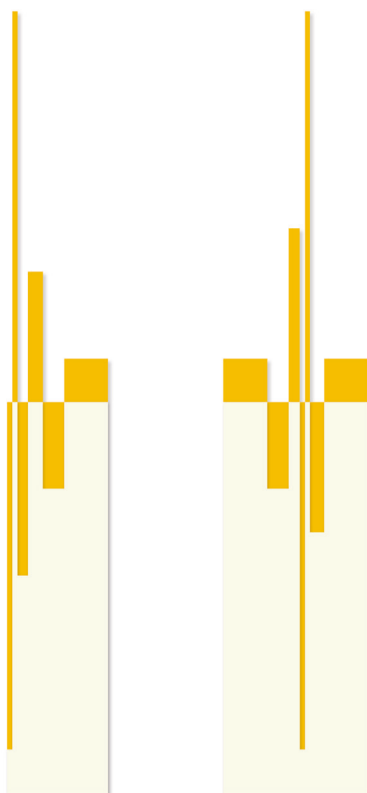
## POLIUNIVERZUM – HOLISZTIKUS PEDAGÓGIA – STEAM

„Magam legyek a változás,  
amit a világban látni szeretnék.”

Mahatma Gandhi

## In medias res

A *Poliuniverzum a tanárképzésben* tanulmánykötet Jó gyakorlat 36. feladata (URL1): az emberi haj vastagságának és hosszának kapcsolata a dimenziósűrítéssel létrehozott polidimenzionális alkotásokkal. A Poliuniverzum játék feltalálójának egyik különleges alkotói módszere a „dimenziósűrítés”. Ez abból áll, hogy egy kiinduló alapforma, például a *DimenzióAntennák* című alkotásban (1. ábra) látható négyzet egyik dimenzióját/kiterjedését folyamatosan csökkenti, miközben a másik irányban szabadon hagyja kifutni, annak érdekében, hogy megtarthassa a területét. A négyzetből közben téglalap lesz, majd egyre vékonyodó és egyre hosszabb vonalszerű alakzat.



1. ábra. SAXON, *DimenzióAntennák I–II*, 1999, olaj, fatábla 30–40 × 200 cm

1. feladat: Ha a kiinduló négyzetünk  $10 \times 10$  cm, hány lépésben érhetjük el az emberi haj vastagságát az  $1/2$ -es és az  $1/3$ -os sűrítésnél? Milyen hosszú lesz akkor az így nyert képzeletbeli hajszálunk?
2. feladat: Mérjük meg centiméterrel a padtársunk hajszálának hosszát, mérjük meg mikrométerrel vagy átlagadatok alapján becsüljük meg a vastagságát is!
3. feladat: Az első gondolatmenetet fordítsuk meg, és képzeletben sűrítjük vissza az összes hajszálát a síkba! Számítsuk ki, és rajzoljuk meg, mekkora szabályos négyzet keletkezhet, ha képzeletben a padtársunk minden hajszálát maradéktalanul felhasználtuk, és lefedtük vele a formát!

*Vajon milyen órán vagyunk?* Biológia, antropológia, matematika, technika vagy kreatív művészet?

A 21. században megjelent az igény a társadalom, a munka és a pedagógia szintjén egyaránt az interdiszciplináris életműködésre. Reményünk van arra, hogy a holisztikus szemléletmód az orvostudomány mellett áthatja az emberi viselkedés, közösség-szervezés, együttműködés, gyermeknevelés minden területét. S ez önmagunk és bolygónkon elfoglalt helyünk felismeréséről is szól; annak felismeréséről, hogy az élet valamennyi formájával kapcsolatban vagyunk, hogy a világ nemzeti és népei bonyolult módon fonódnak egymásba, alkotnak egyetlen rendszert. A holisztikus oktatás az elme, a test és a lélek fejlesztésén keresztül a „teljes személyiség” oktatásával foglalkozik.

*„Az emberiség csak akkor lesz képes problémáit megoldani, ha a figyelmet a gyermek felfedezésére és a benne rejlő képességek kibontakoztatására összpontosítja.”* (Maria Montessori, URL2)

A holisztikus szemléletű pedagógia egy olyan nevelési, fejlesztési és oktatási módszer tehát, amely az embert a maga teljességében, testi, lelki, szellemi és szociális egységében szemléli. Míg az egyes tudományok és tantárgyak az életnek csak egy-egy aspektusát vizsgálják közelebbről, a holisztika a valóság különböző, sok esetben alternatív látásmódjait, a tudás párhuzamos útjait egyaránt értékesnek tartja (Neisser, 1984).

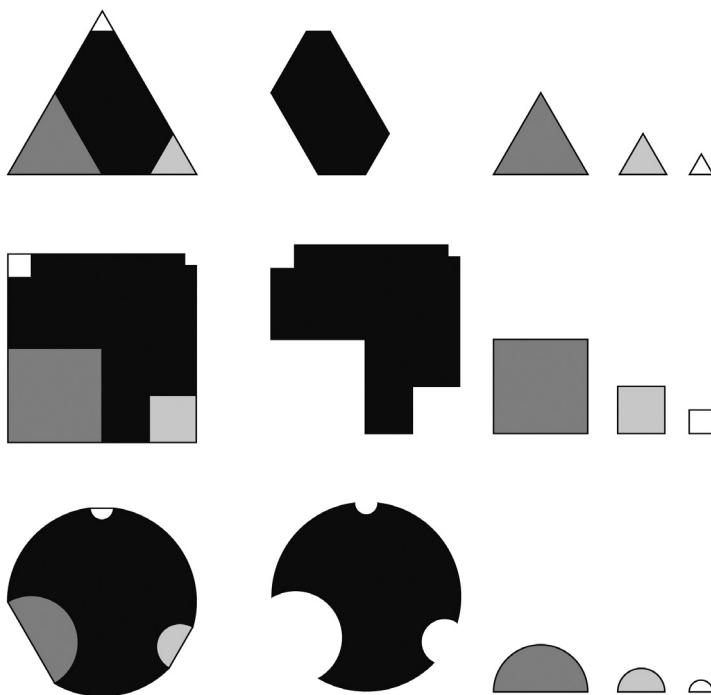
A holisztikus pedagógia mellett, amely csírájában már több fontos oktatás-nevelési intézményben jelen van, fontos megemlíteni a STEAM interdiszciplináris szemléletű módszertant, amely a természet- és műszaki tudományos, illetve művészeti tantárgyakat, valamint a matematikát foglalja magában, azok élményszerű oktatását célozza.

A tanulók által sokszor nehéznek, „száraznak” vagy egyenesen haszontalannak tűnő tudáselemeket a STEAM-ben életszerű problémák kreatív megoldási folyamatán keresztül teszik relevánssá, átélhetővé; a diszciplínák együttes bevonásával, a különböző tudásterületek összekapcsolásával teremtik meg azt a készségfejlesztő metodikát, amelyben egyszerre történik meg az elméleti tudásátadás,

a kreatív készségfejlesztés, és a cselekedtető pedagógia által a tanulók motiváltságának fokozása (URL3).

A gondolkodási folyamatokat érzékletessé, megfoghatóvá tevő oktatási eszközök segítségével nem csak egy bizonyos tantárgy, például a matematika tanulása válhat élményszerűvé. A legkülönbözőbb eszközök segítségével maguk a tantárgyi keretek is kitágíthatók. Átjárók nyílnak, új kapcsolatok jönnek létre a különféle szakterületek között, lehetővé válik a játékos elmozdulás a tanulás interdiszciplináris és jelenségközpontú formái felé. Ezek közül egyik a Poliuniverzum készségfejlesztő eszköz és játék, amelynek alkalmazásáról tanulmányomban szólni kívánok.

A Poliuniverzum geometriai készségfejlesztő játékot Saxon Szász János konstruktív-geometrikus művész találta fel több mint tíz évvel ezelőtt. A játék újdonságértéke az alapformákban (kör, háromszög, négyzet) rejlő léptékváltásos szimmetriában (2. ábra), és az ehhez rendelt színkombinációs rendszerben van. Az eszköz, miközben hihetetlenül egyszerű elemekből áll (alapformák, alapszínek, arányok), egyben rendkívül összetett. Összetett, mert az arányváltásokból, a színkombinációjából és mindezek kapcsolódásaiból gyakorlatilag végtelen lehetőség nyílik.



2. ábra. A Poliuniverzum-eszköz elemei és léptékváltásos robbantott ábrája (Saxon Szász János)

## PUSE (Poly-Universe in School Education)

Az Erasmus+ PUSE- (Poliuniverzum az iskolai oktatásban) projekttel kezdődött annak feltérképezése, hogy milyen módon közvetíthető a Poliuniverzum művészeti-tudományos szemléletmódja a matematikaoktatásban. Az igényt az elmúlt években tucatnyi országban megtartott workshopok, matematika-művészet-oktatás konferenciákon (*Bridges, Symmetry, ICME, ICAS, ISAS, VTMN, MIDK...*) való szereplés (URL4–13), és nem utolsósorban az MTA–ELTE Komplex matematika-tanítás a 21. században kutatási projektjében (URL14) való részvétel mutatja.

A matematika az egyik kulcskompetencia. Az általános és középiskolai matematika elvont tudományként, hagyományos eszközök és módszerek felhasználásával történő tanítása fölött már eljárt az idő. Sokan felismerték, hogy fontos az érdeklődés felkeltése, a motiváció megteremtése, az interakció, az élményközpontú oktatás. Teret kell adni a képzelőerőnek, a felfedezésnek, ösztönözni a tanulókat, hogy a matematikai problémák megoldáskeresésekor ne csak a számok elvont világában bolyongjanak, hanem lehetőségük legyen a vizuális, kézzelfogható minták összefüggéseit meglátni, kreatív, játékos megoldásokat találni.

A cél egy vizuális eszközön alapuló geometriai-kombinatorikai módszer kidolgozása volt a matematikaoktatás számára. A projekt eredménye a két nyelven megjelenő tanári módszertani könyv és feladatgyűjtemény, valamint egy mindenki számára hozzáférhető internetes platform, ahol interaktív feladatbankként nemcsak elérhető, de bővíthető is a feladatgyűjtemény. A PUSE módszertani könyv öt fő tematikus egységből áll: Geometria és mérések; Kombinatorika és valószínűségszámítás; Halmazok és logika; Gráfok és algoritmus; Komplex és vizualitás, több tudományágot érintő terület. A könyv regisztrációval ingyenesen letölthető bárki számára (URL15).

A kutatást megelőző műhelyek, konferenciák során nyilvánvalóvá vált, hogy a Poliuniverzum igen széles spektrumban kelti fel az érdeklődést, mondhatni az óvodától az egyetemig. Ezért a PUSE tanári módszertan és diák munkafüzet három különböző korosztálynak készült: általános iskola alsó tagozat, felső tagozat és középiskola, és olyan feladatok, feladatcsoportok, problémásorok összeállítása, amelyekben a feladat megoldása nem a gondolkodás lezárását jelenti, hanem továbbgondolásra, újabb kérdések felvetésére ösztönöz. A különleges művészeti látásmódból fakadó Poliuniverzum nemcsak a matematikára hat inspiráló erővel, hanem a tudományközi szemléletmód erősítésére is. A Poliuniverzum művészeti hátterét, forma- és színvilágát megőrizve alkalmaztuk a GeoGebra ingyenes matematikai szerkesztőprogramot is, amely kibővíti a Poliuniverzum használati lehetőségeit a matematikaoktatásban (URL16).

A PUSE tanári módszertani könyvet pedagógusok, művészek, pszichológusok, szociológus, a fentaláló és külső szakértők csoportja hozta létre. A négy együttműködő partnerszervezet (finn, magyar, spanyol, szlovák) Európa különböző

régióiból származott, és eltérő oktatási rendszerekben működött. A nemzetközi partnerség révén megismerhettük, hogyan közelítenek a vizuális eszközön alapuló feladatmegoldáshoz a diákok és a tanárok egy skandináv típusú oktatási rendszerben; a PISA-módszeren alapuló nyugat-európai környezetben; egy közép-európai kiemelt matematikaoktatási intézményben; valamint a kisebbségi iskolák sajátos körülményei között.

Az oktatási szempontok mellett felmerült az igény a játék és a pszichológia összefüggéseinek megfigyelésére is, így a mérések eredményeiből kirajzolódott, hogy a Poliuniverzum hatékonyan fejleszti a kognitív területeket, így például a vizuális percepciót és a hozzá kapcsolódó készségeket. Ugyancsak mérhető volt a figyelmi kapacitás növekedése.

A PUSE-módszertan a teljesség igénye nélkül készült, vagyis nem egy lezárt, didaktikus feladatgyűjtemény. Nem is lehetett ez a célja, a Poliuniverzum ugyanis nemcsak egy kézzel fogható eszköz, jól körülhatárolható puzzle, hanem egy minden irányban nyitott művészeti-matematikai rendszer, amely az univerzumot modellezi, annak sajátos belső törvényszerűségeibe enged betekintést. A PUSE-módszertan által megnyílik az út tanárok és diákok, művészek és tudósok előtt, beléphetünk az univerzum tágas világába, feltárhatjuk összetett birodalmát, felfedezhetjük további törvényszerűségeit. Amíg a Poliuniverzum lép-



3. ábra. PUSE-módszertani óra az iskolában (Fotó: Dárdai Zsuzsa)

tékváltást, a belőle kidolgozott PUSE-módszertan szemléletváltást kínál a mai kor oktatási rendszerében – és nemcsak a kicsi, a közepes vagy a nagy, hanem a végtelen tudás elérésének szolgálatában...

### PUNTE (Poly-Universe in Teacher Training Education)

A PUSE-módszertan csak akkor teljesebben ki, ha a pedagógusok ezt közvetíteni tudják. 2020-ban a PUNTE Poliuniverzum a pedagógusképzésben projekttel folytatódott a kutatás, amelyet az Európai Unió Stratégiai Partnerségek pályázati keretrendszere támogatott. A projekt célja olyan innovatív, transzdiszciplináris pedagógiai módszer kifejlesztése volt, amely elsősorban a Poliuniverzumhoz, ehhez a forradalmi edukációs eszközhöz kapcsolódott, s az oktatási eszköz tanárképzésben való bevezetésének és alkalmazásának lehetőségeit kutatta.

Bár a Poliuniverzum egy alapvetően művészeti indíttatású koncepció eredménye, azonban az esztétikai aspektusok mellett új távlatokat nyitott először a matematika, majd más tudományágak oktatásában egyaránt. Az elmúlt három évben hat ország pedagógusképző intézményével (magyar, finn, portugál, román, szlovák, szerb) együttműködve megjelent a PUNTE módszertani tanulmánykötet, amely a teljességre való törekvés jegyében mutatja be a Poliuniverzum tanárképzésben való bevezetésének és alkalmazásának lehetőségeit a mindennapos gyakorlatban (URL17).

A kötet négy nagyobb és két kisebb fejezetre oszlik. Az első fejezetben azokkal a tanulási-oktatási stratégiákkal és elméletekkel foglalkozik, amelyek masszív alapot adnak a Poliuniverzum gyakorlati bevezetéséhez. A kutatásalapú tanuláselmélettől a térbeli képességek vizsgálatáig, a problémamegoldás alaptéóriáitól a tanulási folyamattal kapcsolatos pszichológiai elvekig – mint az elköteleződés és a motiváció – a szükséges elméleti háttér különböző aspektusait fejt ki ez a rész.

A második fejezet a művészetalapú oktatás és tanulás gyökereihez visszanyúlva mutatja be, hogy a szimmetria, a dimenzió, a transzformációk művészeti irányultságú megközelítése milyen hihetetlen pluszt adhat a tisztán geometriai, matematikaalapú oktatáshoz. Ennek megértéséhez a 20. századi konstruktív, konkrét, illetve MADI művészeti irányzatainak máig tartó hatását, illetve specifikusan a Poliuniverzum használatában megjelenő művészeti erőt és lehetőségeket tárja elénk.

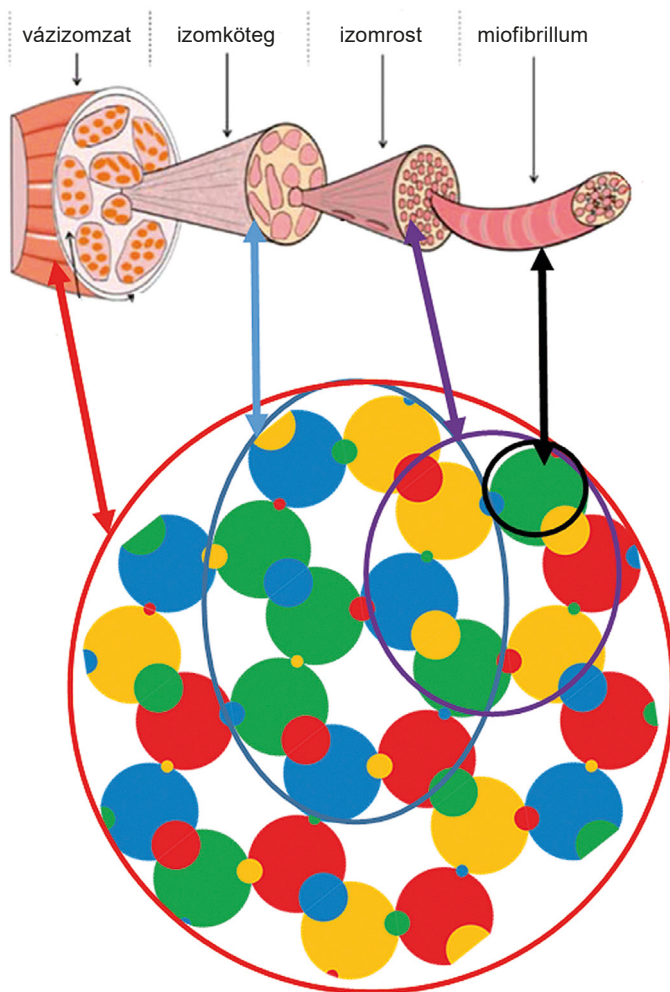
A harmadik fejezet a módszertani alapokba enged betekintést. A kooperatív tanulási stratégiák, a kreativitás különböző szintű megjelenési formái, illetve a kreativitást ösztönző holisztikus megközelítések újabb és újabb lehetőségeket mutatnak föl a Poliuniverzum módszertanilag megalapozott használatához.

A negyedik és ötödik fejezet a praktikum oldaláról közelíti meg a Poliuniverzum módszertanát. Itt kapunk választ arra, hogy hol, hogyan és milyen kontex-



tusban lehet és érdemes használnunk az eszközt az oktató-nevelő munka során. Végül, a hatodik fejezetben – a 21. század igényeihez igazodva – a Poliuniverzum elektronikus tanulási környezethez adaptált verziójának módszertani és kurrikuláris vetületeiről olvashatunk.

A *Jó gyakorlatok* összesen kilenc tantárgyközi feladatcsoportot tartalmaz, és a matematika mellett tovább erősíti a Poliuniverzum-alapú tanítás interdiszciplináris jellegét. A tanulmány tehát az eszköz módszertani és elméleti aspektusainak széles horizontját vetíti elénk. A szerzők, illetve a kötet mögött álló projekt résztvevői remélik, hogy a *Jó gyakorlatok* és a *Kurzusleírások* biztos elméleti alapot és praktikus, a tanárképzésben alkalmazható tudást közvetít a jövő pedagógusainak.



4. ábra. PUNTE Study, a *Jó gyakorlatok* 33. ábrája (URL18)



### Poliuniverzum, a világok világa?

A Poliuniverzum egy rendkívül sokoldalú, kutatásokkal igazoltan progresszív hatással bíró (játék)eszköz, amely alkotásra, gondolkodásra és csapatjátéokra ösztönzi a felhasználókat. A változatos színű, geometriai ábrákból álló lapok kombinatorikus összeillesztése nemcsak a matematikához kapcsolódó képességek fejlesztésére szolgál – de pozitívan hat például a kreativitásra, a figyelemre vagy az észlelésre.

A kognitív képességek mellett a szociális folyamatok is erősen megmutatkoznak a játszás során. A felhasználók (főképp gyerekek, de nincs behatárolva az életkor) csapatban dolgozva, különböző szerepköröket felvéve oldják meg a feladatokat – lehetnek vezetők, alkotók, csapattagok vagy akár feltalálók.

A kreatív alkotás végigkíséri életünket, és egyaránt megjelenik a konvergens, valamint a divergens folyamatok mentén. A problémamegoldás egyik alapvető befolyásoló tényezője és a sikeresség fontos eleme, amelyet a Poliuniverzum több oldalról közelít meg. Egyrészt szabad alkotást biztosít a gyakorlatilag végtelen kombinációs formában felhasználható elemek mentén, másrészt olyan, szabályokra épülő feladatok generálását – majd megoldását – teszi lehetővé, amelyek figyelemfelkeltő módon kínálnak izgalmas aktivitási lehetőséget. A formák színnek szerinti illesztése egyrészt lokális módon, másrészt globális viszonylatban ösztönzi az alkotást – két elem összekapcsolása egy új egységet hoz létre, az egységek összetétele pedig fraktálszerű képeket generál.

A Gestalt pszichológia egyik alapelve reflektálva a Poliuniverzum tökéletesen vázolja fel azt, hogy az egység mennyivel több információt hordoz, mint a részek összessége. A (játék)eszköz vizuális megjelenése és az alkotás folyamata könnyen csalogatja elő a teljesítéshez és a felfedezéshez kapcsolódó pozitív érzelmeket. A játékos, kilépve a mindennapok forгатagából, a *flow* élmény átélésével végzi el a feladatokat, önfeledt játékon keresztül. Ez a jelenség erősen megmutatkozott nemzetközi viszonylatban is, Magyarországtól Skandinávián át egészen Amerikáig.

Az információ elraktározásának és magának a tanulási folyamatnak is fontos eleme a feladatmegoldáshoz kapcsolódó pozitív érzelmek megmutatkozása, amely a Poliuniverzum esetében alapvetően jelenik meg. Az eszköz közösségi jellegéből fakadóan a csapatmunka és a közös cél elérése szempontjából is számos, a feladatmegoldáshoz és a fejlődéshez kapcsolódó hasznos érzelmi vetületet hív elő. Az evolúció úgy formálta az agyat, hogy az jutalmazza a szervezetet a sikeres feladatmegoldás és a fontos információk elsajátítása során – a Poliuniverzummal való aktivitás ezeket az ősi érzelmeket hívja elő.

## Matematika – logika és gondolkodás

A Poliuniverzum geometriai és színekombinációs jellegéből fakadóan is építkezik a matematika területére – természetesen ez nem azt jelenti, hogy használatahoz elengedhetetlen ismerni például a törtekre vonatkozó szabályokat – sőt, éppen ellenkezőleg.

A (játék)eszköz alátámasztotta alkalmas arra, hogy különböző korú gyerekek eltérő matematikai területeket sajátítsanak el vele. A matematikatanulás egyik kiemelkedő nehézségét az absztrakt szabályok elsajátítása jelenti. A Poliuniverzum egyrészt, művészeti voltából fakadóan, teret ad a kreatív alkotás és az érzelmi folyamatok kibontakozásának, másrészt a matematika oldaláról építi a kognitív képességeket, harmadrészt pedig, a csapatmunkán keresztül erősíti a kooperatív vagy – adott esetben – a kompetitív viselkedést. A Poliuniverzum eszköztára a legkülönbözőbb módokon használható fel, akár szabad játékmódok mentén (a felhasználónak nincs előzetes koncepciója az elemek kombinálását illetően), akár előre definiált szabályrendszerek segítségével. A (játék)eszköz egyaránt alkalmazható iskolai, otthoni és *workshop* környezetben, valamint – bár a projekt az iskolai alkalmazásra fókuszált – a Poliuniverzum jellegéből fakadóan megállja a helyét a pedagógusképzésben is.



5. ábra. „Kis lépésekkel a nagy léptékek felé az óvodapedagógiában”  
(Fotó: Saxon Szász János)

## HIÁNYZÓ LÁNCSEMEK

### 1. Óvodapedagógia

Hasonlóan fenti projektjeinkhez, a közeljövőben – pótolva a hiányzó láncszemet – szeretnénk kidolgozni a Poliuniverzum óvodai nevelési, oktatási módszertanát óvodapedagógusok, óvodapedagógusokat képző tanárok és nem utolsósorban a gyerekek bevonásával. A „Látni tanítani – Játszva tanulni” alapelvünk itt még intenzívebben érvényesül. A látás a legfontosabb érzékszervünk. Az agyunk képekben gondolkodik, emlékeink, álmaink képek. Az agyban memorizált programok minősége meghatározza gondolataink, érzelmeink, cselekedeteink minőségét. Tehát nem mindegy, hogy milyen látvánnyal szembesülnek a gyerekek kicsi koruktól felnőtté válásukig és persze azon túl. A felnőtt ember életében a különböző tevékenységi formák egyidejűleg jelentkeznek, a gyermekek azonban fokozatosan sajátítják el a különböző tevékenységeket: még nem végeznek munkát, de már tanulnak, még nem tanulnak, de már játszanak.

Az óvodákban kiemelt szerepe van a „játszva ismerd meg” elvnek. Az óvoda nem kisiskolát kíván megvalósítani, hanem a gyermekek egyéni szükségleteire épített képességfejlesztésen keresztül kívánja átadni, bővíteni a gyerekek ismereteit.

Helyes, ha az óvodai nevelési programban egészséges arányban szerepel a képességfejlesztés és az ismeretátadás. A Poliuniverzum-eszköz ebben tud segíteni. Ugyanis a Poliuniverzum a képességfejlesztés széles területét fedi le: színek, arányok, kapcsolódási pontok felismerésével, a közös munka, egyéni teljesítmény helyes arányával, többnyelvű közegben pedig a Poliuniverzummal való közös játék oldja az elszigetelődést, hiszen az eszközzel nyelv nélkül is közösen tudnak építkezni.

Nincs megkülönböztetés, nem választunk aszerint, hogy kinek milyen képességei vannak. Amikor a gyermekek az asztalhoz ülnek, mindenki azonos szinten van, és közösen kezdik megoldani a feladatokat. S éppen a feladatok megoldásával mutatnak egymásnak újabb és újabb lépéseket, felismeréseket, ahaélményt. Így a képességek és az ismeretek egymást átszöve, szervesen épülnek be a gyermekek személyiségébe.

### 2. Átfogó algoritmuskutatás

A Poliuniverzum-eszköz jövőbeni fejlesztési területeinek legfontosabbika: az átfogó algoritmuskutatás. A *Módszertanok* kidolgozása során ugyanis számtalan olyan megoldatlan kérdés merült fel, amelyekre megnyugtató, tudományos igényű választ csak az eszköz alapformánként való átfogó algoritmusfejlesztése adhat.

A tudományos háttérkutatás eredményei és a teljes algoritmus kidolgozottsága beépül minden további fejlesztésbe, ami leginkább az alapoktatás gyakorlati területére átültethető e-learning-fejlesztéseknek és játékos applikációknak adhatja az alapját. Mindezek mellett a STEAM-alapú oktatásfejlesztés interdiszciplináris kérdéseiről is ezek az eredmények adnak átfogó képet, és a felsőoktatás területének kiváló módszertani alapját képezhetik.

### 3. A Poliuniverzum e-learning felület és tananyag elterjedése

A legtöbb hazai e-learning matematikai tananyag szinte csak az algebráról szól, a geometria kisebb arányban, fejezetekben szerepel csak bennük. Ezért nem is kérdés, mi teszi a Poliuniverzum-tananyagokat egyedivé. Elsődlegesen a vizualitás, az élményszerű tanulás, az alkotás, az interdiszciplináris megközelítés, a kreativitás. A kapcsolódó applikációk az analóg játék számonkérésmentes kipróbálásán keresztül új és saját feladatok kitalálásának lehetőségét adják. Egy-egy feladat legtöbbször nemcsak egy témakörhöz kapcsolódik, hanem egyszerre kettő-háromhoz is; az ugyanazon az eszközcsoporton alapuló módszertan egyedülállóan a világban a legszélesebb spektrumban alkalmazható az óvodától az egyetemig (URL19).

Az e-learning alkalmazásánál az egyik kérdés az országokénti eltérő oktatási rendszerek működése. Fel kell rá készülni, hogy a harmadik országokban az EU-hoz képest eltérő oktatási rendszerek működnek, tehát az EU-s tananyagokat nemcsak az adott célország nyelvére kell majd átültetni, de meg kell feleltetni az ottani iskolarendszer osztályainak is. Ez az országokénti eltérés az óvodai oktatás esetén is jelentkezik, például az USA-ban nem működik az EU-ban ismert állami óvodarendszer, hanem először „gyermekmegőrzők” vannak, majd egy évvel az általános iskola kezdete előtt mennek iskola-előkészítőbe a gyerekek.

A Poliuniverzum módszertana nincs lezárva, interaktív, legtöbbször a feladatokat a gyerekek maguk találják ki, és együtt oldják meg, miközben a tananyag a jövő felnőtteivel együtt/által folyamatosan fejlődik...

## IRODALOM

- Andić, Branko – Bordás Anikó – Fenyvesi Kristóf et al. (eds.) (2022): *PUNTE. Poliuniverzum a tanárképzésben. Módszertani tanulmány. Kézikönyv gyakorló tanárok és pedagógus hallgatók számára*. Oradea–Nagyvárad, Partium Kiadó, 2022, ISBN 978–606–9673–42–3 (nyomtatott verzió), ISBN 978–606–9673–43–0 (online kiadás) [https://www.punte.eu/wp-content/uploads/PUNTE\\_Tanulmany\\_KIADOI\\_kesz.pdf](https://www.punte.eu/wp-content/uploads/PUNTE_Tanulmany_KIADOI_kesz.pdf)
- Erasmus+ PUSE Study: *Poly-Universe in School Education*. 2017–1–HU01–KA201–035938 Project, [https://www.poly-universe.com/wp-content/uploads/PUSE\\_STUDY\\_EN.pdf](https://www.poly-universe.com/wp-content/uploads/PUSE_STUDY_EN.pdf)
- Neisser, Ulric (1984): *Megismerés és valóság*. (ford. László János) Budapest: Gondolat Kiadó, ISBN 9632813456

- Saxon Szász János – Dárdai Zsuzsa (2019): Poly-Universe in School Education (PUSE). *Symmetry: Culture and Science*, 30, 3, 251–255. [https://doi.org/10.26830/symmetry\\_2019\\_3\\_251](https://doi.org/10.26830/symmetry_2019_3_251)
- Saxon Szász János – Stettner Eleonóra (eds.) (2019): *PUSE Methodology – Visual Experience Based Mathematics Education*. Szokolya: Poly-Universe Ltd., ISBN 978-615-81267-1-7, <http://poly-universe.com/puse-methodology/>
- Sterling, Stephen – Cooper, Geoff (1992): *In Touch: Environmental Education for Europe. A Book Based on the "Touch" Conferences of 1989 and 1990*. Godalming: World Wide Fund For Nature WWF UK, Ch. 5. 90–103. ISBN 13: 9780947613440 Magyarul: Sterling, Stephen – Cooper, Geoff: *KAPCSOLATBAN. Környezeti oktatás Európa részére. Az 1989-es és 1990-es „Touch” konferenciák alapján készült összeállítás. 5. fejezet. A holisztikus oktatás felé.* (ford. Schmidt Sára) [https://kia.hu/kiakonyvtar/konyvtar/szemle/58\\_f.htm](https://kia.hu/kiakonyvtar/konyvtar/szemle/58_f.htm)
- URL1: [http://www.punte.eu/wp-content/uploads/INTER\\_505BC\\_EN.pdf](http://www.punte.eu/wp-content/uploads/INTER_505BC_EN.pdf)
- URL2: <https://osztonanyu.hu/montessori-modszer/>
- URL3: <https://designakozoktatásban.mome.hu/szakirodalom/szakirodalom-steam/>
- URL4: ISAS: <http://isas2020.net/>
- URL5: ExperienceWorkshop: [www.experienceworkshop.org](http://www.experienceworkshop.org)
- URL6: Bridges Conferences: <http://bridgesmathart.org>
- URL7: Symmetry Festivals: <http://festival.symmetry.hu>
- URL8: MaMa–ELTE: <https://web.cs.elte.hu/>
- URL9: ULB: <https://ecolebelge.org/>
- URL10: SNEC, USA: <http://SynergeticsCollaborative.org>
- URL11: RISD, USA; <https://www.risd.edu/>
- URL12: VTMN: <https://docs.google.com/document/d/1tJGJKRATrCz8WiKSMr6k3UQFnuJA0-ov4fKmwkeiR9T4/edit>
- URL13: MIDK: <https://konferencia.unideb.hu/hu/program-midk-2023>
- URL14: <https://sites.google.com/view/mtakomplexmat/a-kombinatorika-projekt>
- URL15: <http://www.poly-universe.com/puse-treasury/>
- URL16: <https://www.geogebra.org/m/ms8nzfym>
- URL17: <https://www.punte.eu/punte-study>
- URL18: [http://www.punte.eu/wp-content/uploads/SCIEN\\_707C\\_EN.pdf](http://www.punte.eu/wp-content/uploads/SCIEN_707C_EN.pdf)
- URL19: <https://puse.education/>