

NOVÁK BLANKA

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Természettudományi Kar Biológiai Intézet

ORCID: 0009-0007-1803-1015

RÁZI ANDRÁS

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Természettudományi Kar Fizika Tanszék

ORCID: 0009-0008-8049-662X

STEM-motiváció növelése a 21. században multimodális eszközökkel

Absztrakt

Globálisan növekszik az igény a STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics, azaz: természettudomány, technológia, mérnöki tudomány és matematika) területeken specializálódott szakemberek iránt (Batchelor et al., 2021), miközben Magyarországon az érdeklődés csökken a 12–16 éves korosztály körében. A visszaesés mögött tantárgyi sztereotípiák, negatív iskolai élmények és a hiteles női szerepmodellek hiánya állhat. Ugyanakkor több ország nemzeti stratégiai prioritásként kezeli a STEM-oktatást (Kayan-Fadlelmula et al., 2022), kiemelve a digitális, kritikai és kreatív gondolkodás fejlesztésének jelentőségét a globális problémák megoldásában (Martín-Páez et al., 2019).

A „Tudóslány” tízrészes, felső tagozatosoknak és középiskolásoknak szóló videósorozat a STEM-érdeklődés növelését, különösen a lányok bevonását célozza. A sorozat a konstruktivista, autentikus és kulturálisan releváns pedagógia elveire épít, a frontális oktatás alternatívájaként mémeket, interjúkat, storytellinget és részvételi tanulási helyzeteket alkalmaz. A megközelítés a tanulót aktív jelentésalkotóként kezeli, participatív és dialogikus módon ösztönözve az interakcióra. A közösségi megosztásra épülő tanulási helyzetek a 21. századi fejlesztését is szolgálják.

A kutatás fő kérdései: (1) hogyan hat a sorozat a STEM-tárgyakhoz való viszonyulásra; (2) milyen szerepet játszanak a női tudós példaképek az azonosulásban; (3) miként támogatják a multimodális elemek a fogalomértést. E kérdések újszerű módon vizsgálják a tudománykommunikáció és az iskolai attitűdformálás összefüggéseit. A vizsgálat kvantitatív (kérdőíves) és kvalitatív (interjúk, tanulói visszajelzések) módszereket, valamint platformanalitikai adatokat integrál.

A projekt megerősíti, hogy a tudományos érdeklődés és az önazonosság fejleszthető multimodális, fiatalokra szabott tartalmakkal. Tanórán kívüli élményt nyújtva is integrálható az oktatásba, támogatva a különböző tanulási formákat (PBL, IBL, DBL). A női szerepmodellek láthatóvá tétele hozzájárulhat a STEM-pályák iránti női érdeklődés növeléséhez, illetve a kulturálisan releváns pedagógia és részvételi tanulás kutatásához.

Kulcsszavak: STEM-oktatás, Tudománykommunikáció, Digitális pedagógia

Abstract - Enhancing STEM Motivation in the 21st Century Through Multimodal Tools

There is a growing global demand for specialists in STEM fields (Batchelor et al., 2021), while in Hungary interest in these subjects declines notably among students aged 12–16. This decrease appears to be driven by subject-related stereotypes, negative school experiences, and the lack of authentic female role models. At the same time, several countries treat STEM education as a national strategic priority (Kayan-Fadlelmula et al., 2022), emphasizing the development of digital, critical, and creative thinking as key to addressing global challenges (Martín-Páez et al., 2019).

Tudóslány (“Science Girl”), a ten-episode video series aimed at upper-primary and secondary school students, seeks to increase interest in STEM, with particular attention to engaging girls. The series is grounded in constructivist, authentic, and culturally relevant pedagogical principles and offers an alternative to traditional frontal instruction by integrating memes, interviews, storytelling, and participatory learning activities. This approach positions students as active meaning-makers, encouraging interaction through participatory and dialogic learning. Learning situations based on social sharing also contribute to the development of 21st-century skills.

The research addressed three central questions: (1) How does the series influence students’ attitudes toward STEM subjects? (2) What role do female scientist role models play in identification processes? (3) How do multimodal elements support conceptual understanding? These questions provide a novel perspective on the relationship between science communication and school-based attitude formation. The study integrates quantitative (survey) and qualitative (interview and student feedback) methods, along with platform-based analytics.

The project demonstrates that scientific interest and identity can be effectively supported through multimodal, youth-oriented content. By offering an out-of-classroom learning experience, the series can be meaningfully integrated into formal education and supports various learning approaches, including PBL, IBL, and DBL. The visibility of female role models may contribute to increasing girls’ interest in STEM careers and offers valuable insights for research on culturally relevant pedagogy and participatory learning.

Batchelor, R. L., H. Ali, K. G. Gardner-Vandy, A. U. Gold, J. A. MacKinnon, and P. M. Asher (2021). Reimagining STEM workforce development as a braided river. Eos, 102. <https://doi.org/10.1029/2021EO157277>

Hámori, Á. (szerk.) (2018). Erőforrások, eredmények és élmények a felsőoktatásban – Az EUROSTUDENT VI nemzetközi hallgatói kutatás magyarországi eredményei. Oktatási Hivatal.

https://www.felvi.hu/felsooktatasi-muhely/EUROSTUDENT/eurostudent_vi_tanulmanykotet

Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., & Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: Trends, gaps and barriers. International Journal of STEM Education, 9, 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00319-7>

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. Science Education, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>

Keywords: STEM Education, Science Communication, Digital Pedagogy

1. Bevezetés

Számos vizsgálat és gyakorlati tapasztalat megerősíti, hogy a STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) területek iránti társadalmi igény nincs arányban azoknak a fiataloknak a számával, akik szívesen képzelnék el ezeken a területeken a jövőjüket. A probléma kezelése a természettudományos oktatás fejlesztését igényli, ugyanakkor az oktatást kiegészítő, azt támogató tevékenységek – így különösen a tudományos ismeretterjesztés – szerepe sem elhanyagolható. Bár az ismeretterjesztés feladatát viszonylag kevés kutató vállalja fel, létjogosultsága továbbra is nyilvánvaló: képes láthatóvá tenni olyan jelenségeket, amelyek a mindennapokban észrevétlenek maradnak, közérthető magyarázatot kínál a nem szakmabeliek számára, és hozzájárul ahhoz, hogy a fiatalok szélesebb perspektívából választhassanak életpályát.

A modern oktatásban mindehhez egyre hangsúlyosabban járulnak hozzá a multimodális eszközök. Különösen a STEM területeken bizonyulnak relevánsnak, ahol a tanulók motivációjának fenntartása és tudásának bővítése kiemelt jelentőségű. A multimodális megközelítés elősegíti a komplex tudományos koncepciók érthetőbb és vonzóbb bemutatását, így támogatva a fiatalok elköteleződését a természettudományok iránt (Chen et al. 2023). Ezen belül a digitális történetmesélés és a tudományos fikció narratív alkalmazása különösen hatékonynak bizonyulhat, mivel hidat teremt a diákok digitális élményvilága és az akadémiai tanulás között (Ran et al. 2023). Az ilyen megközelítések nem csupán a tudományos ismeretek átadását segítik elő, hanem a kritikai gondolkodás és a problémamegoldó képesség fejlesztésében is szerepet játszanak, többek között azáltal, hogy a tanulók saját alkotói folyamatokon keresztül mélyítik el megértésüket (Ran et al. 2023).

E megfontolásoknak megfelelően jött létre A Tudóslány elnevezésű ismeretterjesztő sorozat, amelynek főszereplője egy fiatal biológus kutató. A sorozat célja különböző tudományterületek bemutatása olyan formában, amely a középiskolás korosztály számára is befogadható, vonzó és informatív, miközben törekszik a hiteles és releváns szakmai tartalom közvetítésére. A kezdeményezés további fontos célkitűzése, hogy hozzájáruljon a lányok STEM-területek iránti érdeklődésének növeléséhez, tekintettel arra, hogy a

tapasztalatok szerint ezen pályákon továbbra is jelentős nemi aránytalanság figyelhető meg.

Jelen tanulmány a szakirodalmi áttekintést követően bemutatja a sorozat kémiával foglalkozó epizódjához kapcsolódó pedagógiai vizsgálatot. A kutatás arra keres választ, hogy egy ilyen multimodális ismeretterjesztő alkotás mennyiben képes támogatni a tudásbővítést; hogyan vélekednek a fiatalok a természettudományok oktatásáról és a nők STEM-területeken betöltött szerepéről; valamint, hogy e vélemények változnak-e a videó megtekintését követően.

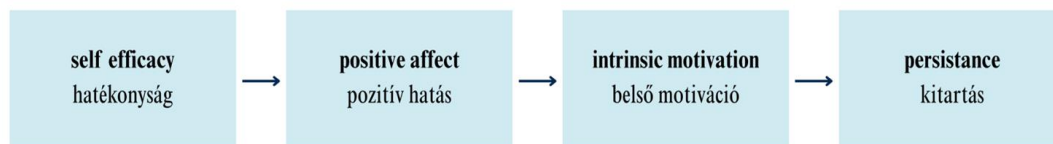
2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 A STEM-munkaerőpiac kihívásai és a tanulói motiváció

A 21. század oktatási rendszerei egyre inkább szembesülnek a területeken jelentkező munkaerőhiánnyal és a szakember-utánpótlás fenntarthatóságának problémájával. A nemzetközi kutatások alapján világszerte növekszik a STEM-végzettségű szakemberek iránti igény, amit a digitalizáció, az automatizáció és az adatvezérelt gazdaságok előretörése indokol elsődlegesen (Batchelor et al. 2021). A STEM munkaerőpiac strukturális átalakulása azt eredményezi, hogy a kritikai gondolkodás, a kreativitás és a technológiai műveltség olyan alap- és kulcskompetenciákká válnak, amelyek túlmutatnak a hagyományos tantárgyi kereteken (Martín-Páez et al. 2019). A globális trendekkel párhuzamosan Magyarországon 12–16 éves korban továbbra is jelentős visszaesés tapasztalható a matematika, informatika, biológia, fizika és kémia, földrajz, azaz a STEM-tantárgyak iránti motivációban és érdeklődésben. A visszaesés forrásai sokrétűek: a tantárgyi nehézségpercepció, a tartalomközpontú (frontális) pedagógiai gyakorlatok dominanciája, az önhatékony alacsony szintje, valamint a hiteles női tudós példaképek hiánya. A természettudományos területeken tanulók már a felsőoktatásba való belépéskor is jelentős státuszkülönbségeket érzékelnek, amelyek befolyásolják a tudományos énkép és a jövőkép alakulását (Hámori 2018). Mindez azt jelzi, hogy nem kizárólag tartalmi, hanem identitásbeli és kulturális problémák is hozzájárulnak a STEM-érdeklődés csökkenéséhez. A tanulók döntéseit ma már nem csupán a tantárgyi teljesítmény határozza meg, hanem az is, hogy mennyire érzik magukra nézve relevánsnak, elérhetőnek és befogadónak a természettudományos, mérnöki, matematikus és informatikus életpályákat, röviden a STEM szakmai közösségeket.

2.2 A STEM-pályaorientáció pszichológiai és szociokulturális alapjai

A STEM-pályák iránti érdeklődés több tényező egymásra hatásából alakul ki. A Szociális Kognitív Pályaelmélet (SCCT) alapján a tanulók jövőbeli pályaválasztását három fő komponens befolyásolja: önhatékonyság, kimenetelvárások, célok (Lent et al. 1994). A legfrissebb empirikus eredmények (pl. Yamani & Almazroa 2024) azt mutatják, hogy az önhatékonyság és a pályaérdeklődés között szignifikáns, pozitív kapcsolat figyelhető meg minden STEM-diszciplínában. Ez azt jelenti, hogy a tanulók akkor érdeklődnek tartósan a STEM-területek iránt, ha kompetensnek és sikeresnek érzik magukat a tanulási folyamatban. Hasonló következtetésekre jutott Simon és munkatársai (2015), akik kimutatták, hogy a STEM-tárgyakban való kitartást a 1. ábrán látható láncolat írja le.



1. ábra: A STEM-tárgyakban való kitartást leíró láncolat (Simon et al. 2015)

Azaz a tanulói sikeresség kulcsa az érzelmek, a bevonódás és a pozitív visszajelzés. A STEM-önhatékonyság, a pozitív affektus és az identitás szorosan összefüggő konstruktumok, amelyek együtt határozzák meg a tanulók részvételét és hosszú távú pályaorientációját. A nemzetközi és hazai vizsgálatok rámutatnak, hogy a STEM-azonosság kialakulása egy szociokulturális folyamat, amelyben kiemelt szerepet játszik a tanuló és a környezet közötti interakció minősége. Másként megfogalmazva azt jelenti, hogy a tehetség és érdeklődés mellett fontos az is, hogy az adott személy a belső motivációja mellett, de leginkább megelőzve azt, a környezetétől is kapjon biztatást arra, hogy ezeken a területeken érdemes elindulnia, hosszútávon terveznie. Mindez elvezet ahhoz, hogy végül kitartson az ilyen irányú elképzelései mellett.

2.3 Multimodális tanulási környezetek

A STEM-tanulás új generációs keretei egyre inkább a digitális, multimodális tanulási ökoszisztémák felé mozdulnak el. A 21. század pedagógiájában olyan tanulási környezetek kerülnek előtérbe, amelyek a vizuális, auditív, narratív és interaktív elemek integrálásával támogatják a tanulók fogalomértését és motivációját. A multimodális pedagógia eszköztára egyszerre: növeli a bevonottságot, segíti a mélyebb fogalmi megértést,

támaszkodik a tanulók digitális kultúrájára, és elősegíti az önálló tudáskonstrukciót. Kiemelten fontosak az olyan tanulási helyzetek, amelyek a tanulót nem passzív befogadóként, hanem aktív jelentésalkotóként kezelik (Martín-Páez et al. 2019). A multimodális videók, narratív példák, interjúk, mémek vagy játékosított felületek olyan kortárs eszközök, amelyek a digitális generáció számára egyértelmű, természetes tanulási csatornaként funkcionálnak. A digitális tanulási környezet a STEM-azonosság egyik legerősebb támogatója lehet, mivel képes mentorálási, érzelmi és reflektív funkciókat integrálni, továbbá adatvezérelt módon mérni az önhatékonyság és motiváció alakulását.

2.4 A tudománykommunikáció szerepe a STEM-azonosulásban

A STEM-területekhez való viszonyulást nem csupán az iskolai élmények alakítják. A tudománykommunikáció szerepe a korábbi egyirányú „tudomány-népszerűsítésről” ma már elmozdult a kulturálisan releváns, dialogikus és közösségi tudásformálás felé. A modern STEM-kommunikáció célja nem csupán az ismeretátadás, hanem a tudományos kultúrához való tartozás érzésének megteremtése. A tartalomfogyasztás ma nagyrészt digitális platformokon történik, és a fiatalok elsősorban videókon, rövidformátumú médián, mémeken és közösségi interakciókon keresztül találkoznak a tudományról szóló narratívákkal. A nemi egyenlőtlenségeket vizsgáló kutatások (pl. UNESCO, 2017) kiemelik, hogy a lányok STEM-azonosulását különösen befolyásolja, hogy milyen szerepmodellek jelennek meg ezekben a kommunikációs terekben, és mennyire érzékelik elérhetőnek a tudományos karriert.

A jelen kutatás fókuszában álló Tudóslány videósorozat egy innovatív, felső tagozatosoknak és középiskolásoknak szóló multimodális beavatkozás, amely egyszerre épít a konstruktivista, autentikus és kulturálisan releváns pedagógia elveire. A sorozat különböző multimodális elemeket – mémeket, interjúkat, animációkat, storytellinget, kísérleteket és közösségi részvételt – alkalmaz, így egy olyan tanulási közeg jön létre, amely illeszkedik a 21. századi tudásfogyasztási szokásokhoz. A sorozatot a Kulturális és Innovációs Minisztérium NTP-SPeM-23-0005 pályázatának finanszírozásával, az Eszterházy Károly Katolikus Egyetemen működő Líceum TV készítette az egyetem munkatársai aktív közreműködésével.

A sorozattól azt várjuk, hogy három szinten hat:

1. Motivációs szinten: hozzájárul a STEM-területek iránti érdeklődés növeléséhez, mivel a tudományos tartalmakat élményszerű formában közvetíti. Az ismeretátadás mellett vizuális elemek, humoros momentumok és autentikus szereplők jelennek meg, amelyek elősegítik a figyelem fenntartását és erősítik a tanulási élményt.
2. Identitás szinten: női tudós példaképeket láthatóvá téve támogatja az azonosulást, különösen a lányok körében.

3. Kognitív szinten: a multimodális elemek segítségével támogathatja a fogalomértést, és csökkentheti a tantárgyi szorongást.

A STEM-motiváció fejlesztése akkor a legeredményesebb, ha a tanulók ügynökséget (azaz a tanulási folyamat feletti cselekvési és döntési lehetőség élményét), érzelmi támogatást és jelentésteli kapcsolódást élnek át a tanulási folyamatban. A Tudóslány videósorozat ezeket mind biztosítja azáltal, hogy a tudományt kulturálisan releváns és identitásformáló kontextusba helyezi.

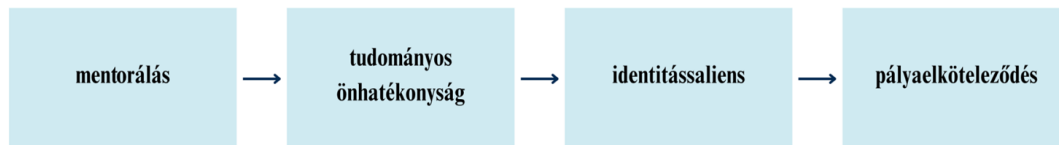
A STEM-identitás fogalma a tanulók azon belső meggyőződésére utal, hogy a tudományos tevékenységekben képesek, kompetensek és jogosultak részt venni – sőt, saját magukat „tudományos emberként” látják. A nemzetközi szakirodalom egyetért abban, hogy a STEM-azonosság nem veleszületett tulajdonság, hanem társas, kulturális és érzelmi folyamatok eredménye (Carlone & Johnson 2007).

A STEM-identitás kialakulását három fő kategória befolyásolja: pszichológiai tényezők (önhatékonyság, érzelmek, motiváció), szociális tényezők (mentorálás, tanár-diák interakciók, szerepmodellek), kulturális–intézményi tényezők (pedagógiai örökség, diszciplináris normák, társadalmi elvárások).

A STEM-identitás akkor válik stabilabbá, szaliensebbé azaz a tanuló identitásában kiemeltebbé és meghatározóbbá, ha a tanuló: kompetensnek érzi magát (self-efficacy), mások elismerik a kompetenciáját (recognition), rendelkezik olyan szerepmodellekkel, akikkel azonosulni tud, és autentikus kontextusokban gyakorolja a tudományos tevékenységet. Ez a modell kijelöli, hogy a multimodális, narratív alapú STEM-kommunikáció – mint amilyen a Tudóslány sorozat – miért lehet hatékony identitásfejlesztő eszköz.

A mentorálás nem csupán egyszerűen tanácsadás vagy didaktikus támogatás, hanem identitásfejlődési folyamat, mely során a tanulók „tudóssá válási narratívája” fokozatosan formálódik (Atkins et al. 2020). A STEM-területeken a mentorok gyakran funkcionálnak kapunyitókként, akik: legitimálják a tudományos részvételt, csökkentik a tantárgyi szorongást, érzelmi és szakmai visszajelzéssel támogatják a tanulói önbizalmat.

Atkins és munkatársai (2020) modellje szerint a mentorálás hatása négy lépésben ragadható meg. (2. ábra) A mentorálás minősége és stílusa meghatározza, hogy a tanuló képesnek érzi-e magát a STEM-közösségekben való részvételre, végül pedig ez az önhatékonyság befolyásolja, hogy valóban kitart-e a STEM-pályák iránti elköteleződésben.



2. ábra: Atkins féle modell a mentorálás hatására

Nemzetközi kutatások egyértelmű bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy a lányok STEM-részvételét leginkább a szerepmodellek láthatósága és az önhatékonyság fejlődése befolyásolja. Yamani és Almazroa (2024) 671 középiskolás lány vizsgálatán alapuló kutatása szerint a női példaképek erősítik a STEM-önhatékonyságot, csökkentik a sztereotípi-fenyegetést, és segítik a tudományos pályák elérhetőként való észlelését. A szerzők szerint azokban az oktatási környezetekben, ahol hiteles női tudósok vagy szakemberek jelennek meg: magasabb a STEM-be vetett önbizalom, bővül a karrierről alkotott elképzelések köre, kevésbé működnek a kulturális sztereotípiák, és nő a pályaválasztási biztonság. A nemi reprezentáció kritikus tényező a STEM-identitás formálásában, különösen a posztoszocialista térségben, ahol a nemi normák és intézményi örökségek rejtett módon továbbra is hatást gyakorolnak a tudományos identitásra.

A videósorozat női kutatók, mérnökök és tudománykommunikátorok bemutatásával aktívan csökkenti a STEM „férfias” narratíváját, és új, kulturálisan releváns, fiatalok számára vonzó azonosulási lehetőségeket kínál. A multimodális forma – az interjúk, rövid videók, humoros tartalmak és történetmesélés – segítik, hogy a szerepmodellek közelinek, elérhetőnek és hitelesnek tűnjenek, ami az identitásfejlődés egyik kulcsfeltétele.

A STEM-motiváció nem csupán kognitív, hanem erőteljesen érzelmi folyamat. A pozitív affektus – öröm, érdeklődés, kíváncsiság – közvetlenül növeli a tanulók kitartását és teljesítményét (Simon et al. 2015). A multimodális tanulásban rejlő legnagyobb potenciál a pozitív érzelmi mintázatok fenntartása, ami hosszú távon előre jelzi a STEM-azonosság megerősödését és a pályán maradás esélyét.

A magyar (és általában posztoszocialista) oktatási kontextusban a STEM-azonosulást jelentősen befolyásolja a pedagógiai és intézményi örökség, amely még mindig meghatározza a tanár-diák viszonyt, a tudásfogalmat és a tanórai interakciókat. A hierarchikus, tekintélyelvű tanári szerep, a frontális, tartalomvezérelt óraszervezés, az autonómia és kreatív kísérletezés alacsony támogatottsága, a „klasszikus” STEM-területek presztízsdominanciája (fizika, mérnöki tervezés), az intézményi útfüggőség (rég normák és új reformok

együttélése). Ezek a tényezők csökkenthetik a tudományosságról alkotott nyitott, dinamikus képet, és gyengíthetik az innovatív identitások kialakulását. A fiatalok számára a STEM gyakran „távoli”, túl szabályozott és nehezen elérhető területként jelenik meg – amelyet a multimodális, kulturálisan releváns kommunikáció éppen oldani képes. A pedagógiai örökség hatásait ellensúlyozni képesek azok a multimodális eszközök amilyen például a Tudóslány sorozat.

A Tudóslány kulturálisan érzékeny, informális, élményszerű, a fiatalok digitális kultúrájához igazított formában igyekszik bemutatni a STEM-et, így képes lehet csökkenteni a generációs és intézményi örökségből eredő STEM-attitűd gátaikat.

A konstruktivista pedagógia szerint a tanulók aktívan konstruálják tudásukat, különösen akkor, ha a tanulási környezet gazdag, interaktív és releváns (Bruner 1996). A multimodális környezetek – videók, infografikák, animációk, narratív tartalmak – olyan „kognitív eszközkészletet” biztosítanak, amely: támogatja a fogalomalkotást, csökkenti a kognitív terhelést vizuális szervezőkkel, elősegíti a transzferképességet, és rugalmasabb, személyre szabható tanulási utakat tesz lehetővé.

A STEM-területeken a multimodalitás különösen releváns, mert a tudományos tartalmak gyakran absztraktak, komplexek és több reprezentációs szintet igényelnek (diagramos, szöveges, vizuális, matematikai). Kelley és Knowles (2016) integrált STEM-modellje is azt hangsúlyozza, hogy a hatékony STEM-tanulás a különböző gyakorlatok (kísérlet, modellezés, tervezés, érvelés) integrációján alapul; ez pedig multimodális tanulási környezetben valósítható meg a legtermékenyebben.

A multimodális beavatkozások pedagógiai értéke abban rejlik, hogy értelmezési hidat képeznek a tudományos tartalom és a tanulók mindennapi tapasztalatai között. Ez különösen fontos olyan országokban, ahol a STEM-hagyomány erősen diszciplináris és frontális jellegű – vagyis a multimodalitás képes oldani a tanulási merevséget és új kulturális jelentésrétegeket teremteni.

A 21. századi tanulók digitális ökoszisztémában nevelkednek, ahol a tudás megszerzése és feldolgozása epizodikus, vizuális és hálózatos. Ezt a kutatások „networked cognition”-nak nevezik (Ito et al. 2020). A digitális pedagógia akkor hatékony, ha képes adaptálni ezt a kognitív mintázatot.

A Tudóslány sorozathoz hasonló kezdeményezések pedagógiai értéke éppen abban rejlik, hogy kulturálisan releváns narratívákat, humoros és identitásközelit multimodális formákat alkalmaznak. A tudománykommunikáció e formája három fő területen erősíti a STEM-motivációt:

1. Affektív bevonódás: a narratív struktúra, vizuális dinamika és humor csökkenti a STEM-szorongást, növeli az érzelmi hozzáférést (Simon et al., 2015).

2. Közelség-élmény: a szereplők és történetek „valódi” személyekké válnak, akikkel a tanulók könnyebben azonosulnak (Yamani & Almazroa, 2024).

3. Közösségi diskurzus: a videók megosztása, kommentelése és újrahasznosítása (remix-kultúra) partícipatív tanulást eredményez.

A digitális tanulási ökoszisztémák nem csupán tartalmat, hanem identitásképző teret is jelentenek, ahol a tanulók reflektálnak saját tudományos énjükre, érzelmi állapotaikra és motivációs mintázataikra.

A STEM-területeken a diskurzus - érvelés, megvitatás, közös problémamegoldás – közvetlenül fejleszti az episztemikus ügynökséget. A Stephen Toulmin által kidolgozott Toulmin-érvelési modell szerint az érvelés alapvető elemei az állítás (claim), az azt alátámasztó bizonyíték (data) és az ezek közötti kapcsolatot megmagyarázó indoklás (warrant). A Toulmin-modellre építő, érvelésalapú STEM-tevékenységek hatását vizsgáló kutatások (Dönmez et al. 2021) azt mutatják, hogy a tanulók motivációja nő, ha: saját gondolkodási folyamataikat verbalizálhatják, állítás–bizonyíték–indoklás struktúrát használnak, és közösségi diskurzusban vesznek részt. A multimodális videók – különösen azok, amelyek kérdéseket, vitákat vagy narrált érvelést építenek a tartalomba – ugyanezt a hatást képesek kiváltani. A Tudóslány epizódjai az érvelés implicit formáit is magukban hordozzák, például: kutatói gondolkodás bemutatása, tudományos problémák magyarázata, hipotézisalkotási minták, szakértői interjúk keretezése. A diskurzusgazdag multimodalitás közvetlenül támogatja a STEM-identitást, hiszen segíti a tanulókat, hogy saját magukat „érvelő, gondolkodó, felfedező” személyként lássák.

A STEM-motiváció multimodális fejlesztése három dimenzió metszéspontjában valósul meg:

1. Kognitív mechanizmusok

- multimodális reprezentációk → hatékonyabb fogalomértés,
- vizuális és narratív eszközök → csökkentett kognitív terhelés,
- konstruktivista tanulási helyzetek → stabil tudásépítés.

2. Affektív mechanizmusok

- humor, narratívák → pozitív affektus,
- sikerélmény-központú struktúra → self-efficacy növekedés,
- érzelmi validáció → kitartás erősödése (Simon et al. 2015).

3. Szociális–identitásbeli mechanizmusok

- női szerepmodellek → identifikáció,
- mentorhatás → legitimáció és szakmai elismerés érzése,
- közösségi megosztás → tartozásérzés erősödése (Bustamante-Mora et al. 2025).

A STEM-beavatkozások hatékonysága azon múlik, hogy képesek-e egyszerre érinteni ezeket a szinteket – különösen az önhatékonyság–affektus–identitás hármását.

A Tudóslány projekt összhangban áll az OECD (2019) Learning Compass által kijelölt „ügynökségalapú” tanulási paradigmával, az UNESCO (2017) inkluzív STEM-fejlesztési prioritásaival, valamint az Európai Bizottság (2022) STEM-foresight jelentésének szakpolitikai irányjaival. A projekt – különösen multimodális jellege miatt – illeszkedik ahhoz a trendhez is, amely a formális és informális tanulás határainak lebontását ösztönzi.

A kutatás újdonsága abban rejlik, hogy a multimodális tartalmak szerepét nemcsak motivációs változóként, hanem identitásformáló eszközként vizsgálja, különös tekintettel: a posztszocialista pedagógiai örökségre, a generációs tanári mintázatokra, a diszciplináris kultúrák eltérő tanulásképeire (Richardson & Bledsoe, 2025), valamint a kulturálisan releváns tudománykommunikáció szerepére.

A szakirodalom alapján egyértelmű, hogy a STEM-motiváció növelésének kulcsa:

1. az önhatékonyság erősítése,
2. a pozitív érzelmi bevonódás fenntartása,
3. a diverzifikált szerepmodellek bemutatása,
4. a konstruktivista és érvelésalapú tanulás gazdagítása,
5. a digitális, multimodális tanulási környezetek alkalmazása.

A Tudóslány projekt a fenti területeket érinti, ezért képes lehet hozzájárulni a STEM-oktatás, tudománykommunikáció és digitális pedagógiadiskurzusához. A multimodális videósorozat nem pusztán oktatási tartalom, hanem identitásképző tér, amely elősegítheti a tudományhoz való pozitív viszonyulást, különösen a lányok körében – ez pedig fontos lépés a STEM-területek iránti motiváció és részvétel növelése felé.

3. A Tudóslány

A Tudóslány című sorozat az Eszterházy Károly Katolikus Egyetemen működő Líceum Televízió gyártásában készült, az NTP-STEM-23-0005 projekt keretében. A program elsődleges célkitűzése a természettudományok széles körű népszerűsítése volt, különös tekintettel a lányok megszólítására és bevonására. A természettudományos életpályát választók arányából ugyanis egyértelműen látható, hogy a fiatal nők kisebb mértékben érznek késztetést ilyen irányú karrier választására, amelynek hátterében többek között társadalmi előítéletek és sztereotípiák feltételezhetők. E jelenség miatt tartottuk kiemelten fontosnak, hogy a sorozat főszereplője egy fiatal, természettudományos területen dolgozó nő legyen, nem pedig egy ezt a szerepet megformáló színész, mivel ez jelentősen

hozzájárul a sorozat üzenetének hitelességéhez. Az egyes epizódok célja különböző természettudományos és technológiai szakterületek bemutatása volt. Ennek keretében készült rész többek között botanikai, környezetfizikai, biokémiai, kaoszfizikai, mesterséges intelligencia-, kémiai és matematikai témákban, továbbá olyan speciális epizódok is, amelyek a nők tudományban betöltött szerepét vagy a hit és a tudomány kapcsolatát vizsgálták.

A sorozat epizódjai három fő szegmensből álltak. Az első részben a Tudóslány utcai megszólítások során kérte ki járókelők véleményét, illetve tesztelte tudásukat az adott epizód témájához kapcsolódó kérdésekben. A második szegmens a „mémológia” nevet viselte, amelyben a főszereplő a vizsgált tudományterülethez kapcsolódó mémeket elemezte, didaktikai és ismeretterjesztő célból. A leghangsúlyosabb harmadik részben minden epizód egy szakértővel készült interjút tartalmazott. E szegmens esetében is törekvés volt, hogy a megszólaló szakember nő legyen, tovább erősítve a sorozat célkitűzését a női példaképek láthatóságának növelésére a STEM területeken. A videók nézettsége a YouTube-csatornán viszonylag alacsony (ezres nagyságrendű), ugyanakkor a Facebookon a teljes epizódok - összesen 10 rész - epizódonként 30–40 ezer megtekintést értek el. A TikTok-csatornán közzétett rövid epizódok nézettsége több ezres, esetenként százezres nagyságrendű, összesen mintegy 850 ezer megtekintéssel.

4. A vizsgálat menete

A sorozat elkészültét követően célul tűztük ki annak feltárását, hogy a multimodális ismeretterjesztő formátum mennyiben bizonyul hatékonynak a tudásközvetítésben és a STEM-attitűdök alakításában. Ennek vizsgálatára egy önkontrollos pedagógiai kísérletet dolgoztunk ki, amely több egri középiskola tanulóinak bevonásával valósult meg. A mintát összesen 206 tanuló alkotta az alábbi intézményekből: Szilágyi Erzsébet Gimnázium, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Andrássy György Katolikus Közgazdasági Technikum és Gimnázium, Dobó István Gimnázium, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem. A résztvevők 7., 8., 9., 10. és 13., illetve egyetemi I. évfolyamokon tanultak, így a vizsgálat több korosztály tanulási és attitűdbeli sajátosságaira is rálátást biztosított.

A kutatás hipotézisei a következők voltak:

- (1) A videósorozat pozitívan befolyásolja a tanulók STEM-tárgyakhoz való viszonyulását, növelve érdeklődésüket, motivációjukat és pozitív attitűdjeiket.
- (2) A női tudós példaképek megjelenése elősegíti a tanulók azonosulási folyamatát, különösen a STEM-területekhez való személyes kapcsolódás kialakulását.
- (3) A multimodális elemek (pl. vizuális és narratív eszközök) alkalmazása növeli a tanulói bevonódás mértékét.

A projekt kvantitatív (kérdőíves) és kvalitatív (interjútartalom-elemzés, tanulói visszajelzések) módszereket kombinált, lehetővé téve a tanulói tapasztalatok több szempontú vizsgálatát. A kísérleti eljárás során A Tudóslány kalandjai a kémiában című epizódot vetítettük le. A kémia témaválasztása indokolt volt, mivel a hazai és nemzetközi kutatások egyaránt azt mutatják, hogy a kémia a diákok egyik legkevésbé kedvelt és legnagyobb kihívást jelentő természettudományos tantárgya; így különösen alkalmas terepet nyújt annak vizsgálatára, hogy a multimodális, narratív alapú ismeretterjesztés képes-e csökkenteni a tantárgyi szorongást és növelni az érdeklődést. Az epizódban Dr. Jedlovsky Hajdú Angéla, a Semmelweis Egyetem Biofizikai és Sugárbiológiai Intézetének egyetemi docense szerepelt szakértőként.

A videó megtekintését megelőzően a résztvevők előtesztet töltöttek ki, amely nemcsak a tanulók előzetes tudását mérte fel, hanem vizsgálta a női kutatókhoz való viszonyulásukat és a STEM-területekhez kapcsolódó attitűdjeiket is. A teszt a mellékletben tekinthető meg.

A résztvevők ugyanezekre a kérdésekre válaszoltak az utótesztben is, de az ki volt egészítve további két kérdéssel. Megkérdeztük, hogy mi volt számukra új a videóban, és a véleményüket azzal kapcsolatban, hogy szerintük érdemes lehet-e más tantárgyakhoz is ilyen videót készíteni, és ha igen, melyekhez.

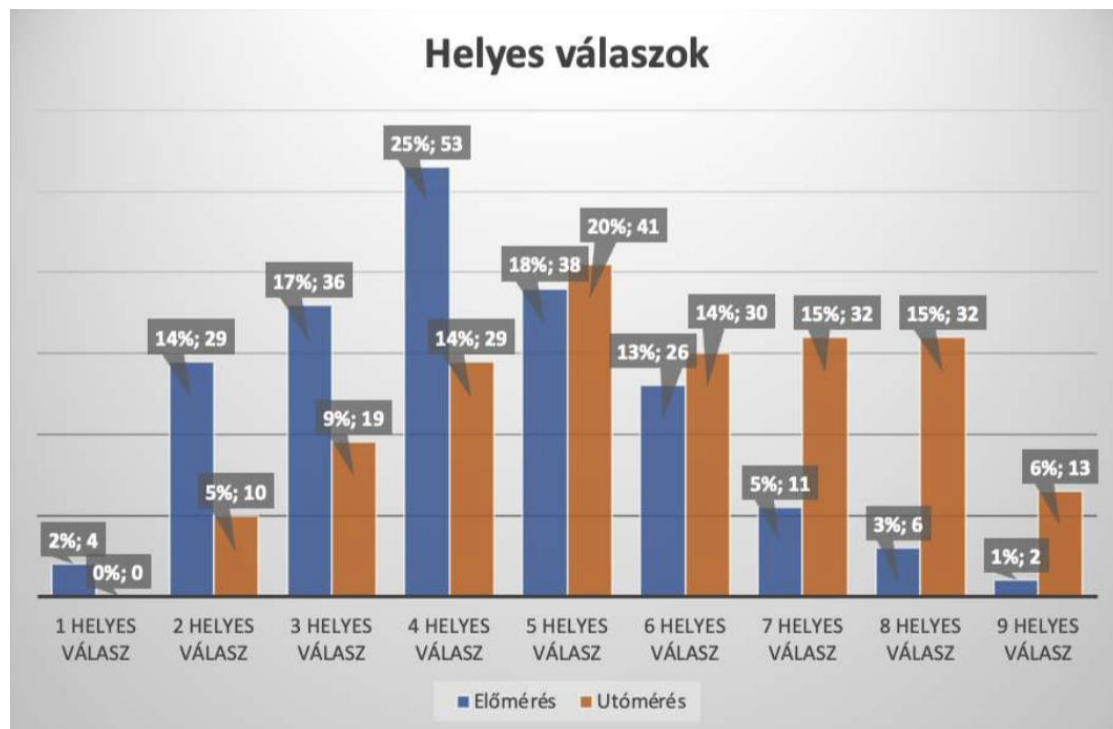
A vizsgálatban való részvétel önkéntes volt, és a tanulók a felmérést megelőzően tájékoztatást kaptak a kutatás céljáról, menetéről és az adatkezelés feltételeiről. A teszt kitöltése anonim módon történt, ugyanakkor a válaszok pszeudonimizált azonosító – vagyis a személyazonosságot közvetlenül nem felfedő, kódszerű jelölés – segítségével összekapcsolhatók voltak az elő- és utóteszt között, hogy az egyéni változások vizsgálata megvalósulhasson. A pszeudonim azonosítók semmilyen olyan információt nem tartalmaztak, amely alapján a tanulók személyazonossága visszakövethető lenne. Az adatkezelés megfelelt a vonatkozó európai és hazai adatvédelmi szabályozásoknak (GDPR 2016/679/EU). Az adatokat kizárólag kutatási célból használtuk fel, harmadik félnek nem továbbítottuk, és azokat a kutatás lezárulta után a vonatkozó adatkezelési szabályok szerint archiváljuk.

5. A vizsgálat eredményei és értelmezésük

A kérdőív összesen kilenc tudásalapú kérdést tartalmazott; ezek közül hat a mémekben megjelenő tartalmakra, három pedig az interjúban elhangzott információkra épült. A mérési eredmények alapján a tanulók többségénél egyértelmű teljesítményjavulás volt tapasztalható, különösen a mémekhez kapcsolódó kérdések esetében, amelyekben mutatkozott a legnagyobb mértékű növekedés, tehát a mémek üzenetét jobban megértették a válaszadó tanulók.

A bemeneti mérés átlaga 4,2 helyes válasz volt, míg a kimeneti mérés átlaga 5,7 helyes válaszra emelkedett. Ez átlagosan 1,5 helyes válasszal magasabb teljesítményt jelent, ami megközelítőleg 17%-os javulásnak felel meg egyetlen

epizód megtekintése után. A teljesítményeloszlást bemutató diagram (3. ábra) azt szemlélteti, hogy hány tanuló adott 1, 2, 3 és több helyes választ. Az előmérésben a válaszadók 58%-a a kérdések kevesebb mint felére adott helyes választ, míg az utómérésben már a tanulók közel fele legalább hat helyes választ jelölt meg. Ez a változás egyértelmű pozitív eltolódást jelez a teljesítményeloszlásban.



3. ábra: A kémiával kapcsolatos kérdésekre adott helyes válaszok mennyiségének gyakorisága abszolút értékben és százalékosan kifejezve

A helyes válaszok aránya szintén javult: az előmérésben 40%, az utómérésben 51% volt a helyes válaszarány, ami érdemi fejlődést mutat rövid távon is. A tanulmányi átlaggal való kapcsolat vizsgálata alacsony korrelációs értékeket eredményezett: az előmérésben $r = 0,01$, az utómérésben $r = 0,06$ volt a Pearson-féle korreláció együtthatója. Ez arra utal, hogy a teljesítményjavulás független a tanulók általános tanulmányi átlagától.

A nyílt kérdésekre adott válaszok alapján a humor szerepe szintén meghatározónak bizonyult a fogalmi rögzítésben. A „Miért nem kapcsolódnak más elemekkel a nemesgázok?” kérdésre több tanuló fogalmazott meg humoros, ugyanakkor a tudományos tartalomra utaló választ – például: „mert antiszociálisak”. Az ilyen jellegű megfogalmazások azt jelzik, hogy a humoros kontextus elősegíthette a fogalmi megértést és a tartós emlékezeti rögzülést, ami összhangban áll a multimodális és narratív tanulási környezetek hatékonyságát alátámasztó nemzetközi eredményekkel.

Az elektronkonfigurációval kapcsolatos mémek esetében hétköznapi, párkapcsolati metaforákat alkalmaztunk annak érdekében, hogy a tanulók számára ismerős kontextuson keresztül tegyük érthetővé az absztrakt

fogalmakat. Az egyik példában a „ $3d^{10}$ srác” és a „ $4s^2$ srác” rivalizálása jelenik meg, ahol a két elektronkonfigurációt két versengő férfi karakter testesíti meg. A memetikus narratíva szerint a $4s^2$ konfiguráció „előnyben van”, mert alacsonyabb energiaszinten töltődik fel, így „ő nyeri el az álomlányt”. A magyarázat hangsúlyozza, hogy a számok és betűk az elektronehéjak energiaszintjét, az elektronok magtól való távolságát és számát írják le, és a történet végén az energiaminimum elve illusztrálódik: a kisebb energiájú út bizonyul stabilabbnak, „működőképesebbnek”.

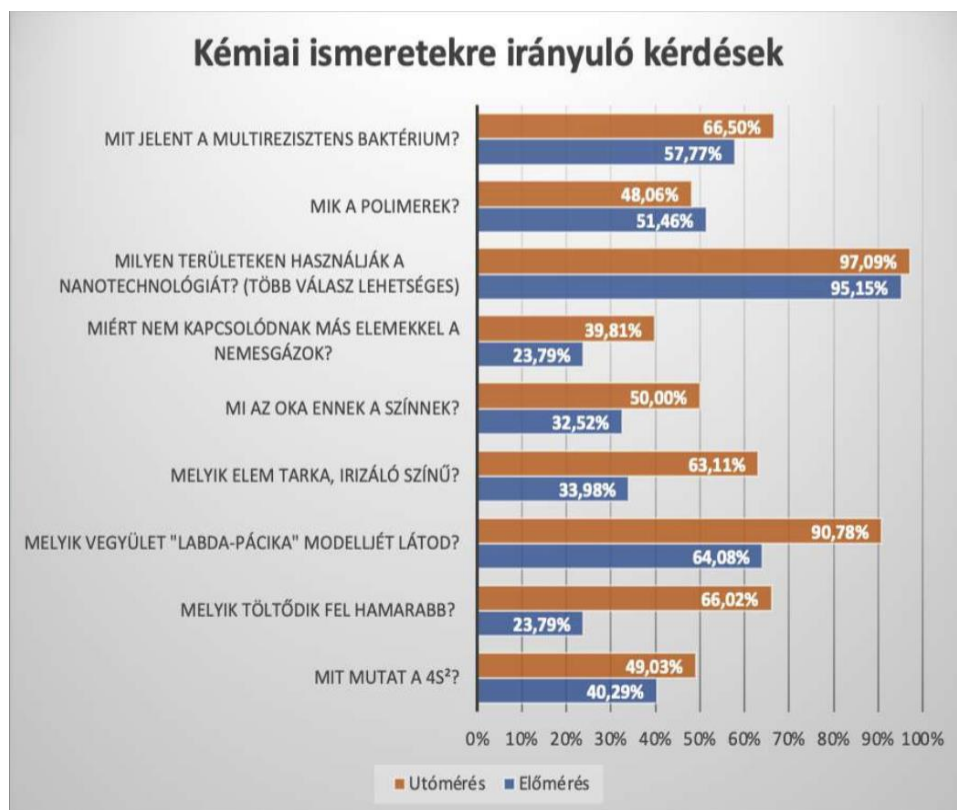
A vízmolekula szerkezetének értelmezéséhez humoros szóvicceket (punokat) alkalmaztunk. A „Vigyázz, ha azt kiáltod, elfolyt a vizem...” kezdetű példában a hétköznapi, szüléshez kapcsolódó kifejezés („my water broke”) összekapcsolódik a H_2O labda-pálcika modelljének szétesésével. Ez a játékos nyelvi áthallás támogathatta a molekuláris szerkezet és a modellhasználat könnyebb megjegyzését.

A bizmut elem esetében a megszemélyesítés eszközét alkalmaztuk („a bizmut az a srác”), ami érzelmileg közelebb hozta a tanulókhöz a jelenséget. A szöveg kiemeli, hogy a legtöbb fényes elem szürke, míg az arany és a réz színes, ezekhez képest pedig a bizmut szokatlanul tarka és irizáló. A jelenség tudományos magyarázata – az oxidréteg vastagságának változásából adódó interferencia – szintén megjelenik, így a humoros metafora nem helyettesíti, hanem kiegészíti a fogalmi magyarázatot. A narratív zárlat („Te se félj kitűnni a tömegből.”) az identifikációt is támogathatja.

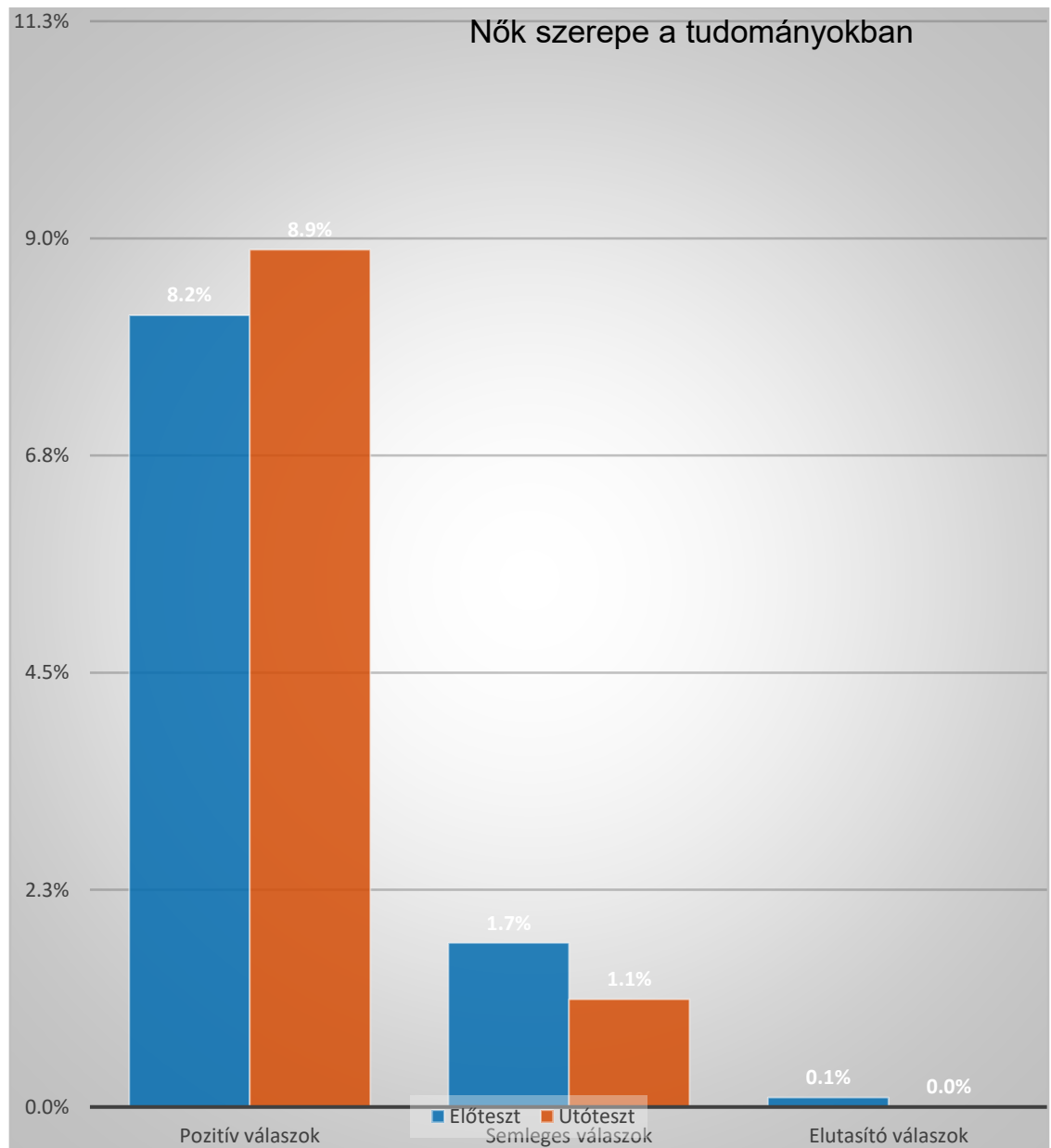
A nemesgázokról szóló mémek a tinédzserkorra jellemző identitáskérdésekre reflektáltak: a szingliség, a baráti kapcsolatok, illetve az elérhetetlenség motívumai kapcsolódnak a stabil, telített elektronehéj tudományos fogalmához. A „nincs szükségük másokra, mert teljes a vegyértékhéjuk” magyarázatot könnyítette meg a humoros leírás: „a nemesgázok antiszociálisak, csak önmagukat ölelik át”. A közvetlen megszólítás („Te melyik típussal tudsz azonosulni?”) erősítette a személyes kötődést, és a nyílt végű kérdésre adott válaszokból („mert antiszociálisak”) jól látszik, hogy a tanulók felidéztek a kapcsolódó poént. Mivel ez volt az egyetlen nyílt kérdés a tesztben, különösen figyelemre méltó, hogy a humoros keret jelentős fogalmi rögzülést eredményezhetett; ez arra utal, hogy az ilyen jellegű ismeretátadás pedagógiai szempontból releváns lehet és érdemes tovább vizsgálni a hatásmechanizmusait.

A tudásra vonatkozó többi kérdésre a videó további részeiből kaptak választ a tanulók. Az eredmények – amelyeket a 4. diagram is szemléltet – arra utalnak, hogy a rövid, vizuális és humoros tartalmakat alkalmazó tudományos mémek hatékonyabban képesek megragadni a középiskolás és felső tagozatos diákok figyelmét, és elősegíthetik a fogalmi megértést, mint a hosszabb, szövegelvű interjú tartalmak. A mémek feltételezhetően jól illeszkednek a tanulók életkori sajátosságaihoz, mivel hozzájárulhatnak a gyors

információfeldolgozáshoz, az azonnali érzelmi visszajelzéshez és az azonosulási folyamatokhoz, valamint elősegíthetik az elvont tudományos tartalmak hétköznapi kontextusba helyezését.



4. ábra: A kémiához kapcsolódó helyes válaszok százalékos aránya a filmvetítés előtt és után.



5. ábra: A nők tudományos szerepével kapcsolatos kérdésre adott válaszok aránya.

A hosszabb, interjú formátumú tartalmak – például a nanotechnológia vagy a multirezisztens baktériumok bemutatása – esetében a tanulási eredmények mérsékeltebb javulást mutattak. A 10–15 perces, lineáris figyelmet igénylő struktúra kevésbé illeszkedett a tanulók jelenlegi információfeldolgozási szokásaihoz, amelyek jellemzően rövidebb, vizuálisan dinamikus és humorra építő tartalmakhoz igazodnak. Az utóteszt alapján, a tanulókat önmagukhoz viszonyítva a tanulási eredményeik javulása ebben a formátumban korlátozottabb volt, és bizonyos témák (pl. polimerek) esetében a mélyalapú kérdésekhez képest visszaesés is megfigyelhető volt.

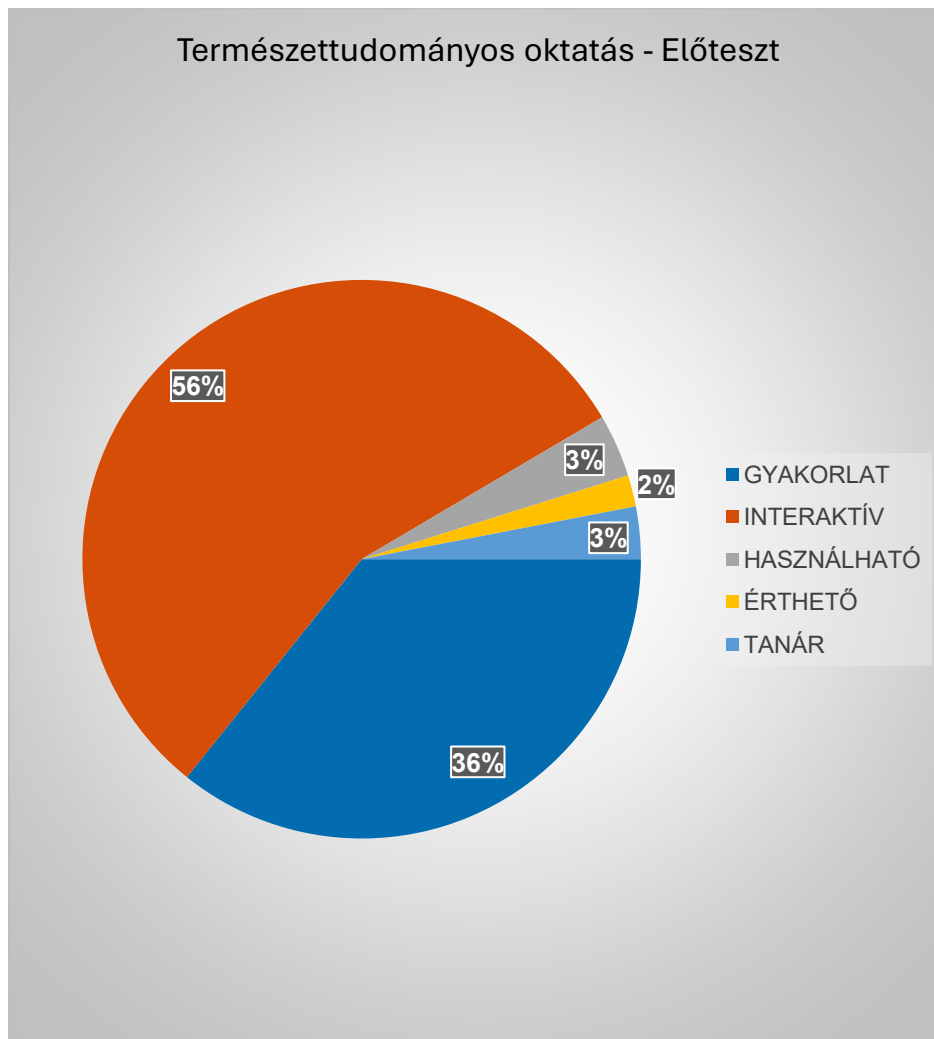
A „Mit gondolsz a nők szerepéről a tudományos szakmákban?” kérdésre a tanulók többsége már az előtesztben is pozitív attitűddel válaszolt, azonban a film megtekintése után további növekedés volt tapasztalható. Különösen

figyelemre méltó, hogy a kevés számú negatív válasz, amely az előtesztben még megjelent, az utótesztben teljes mértékben eltűnt (5. ábra).

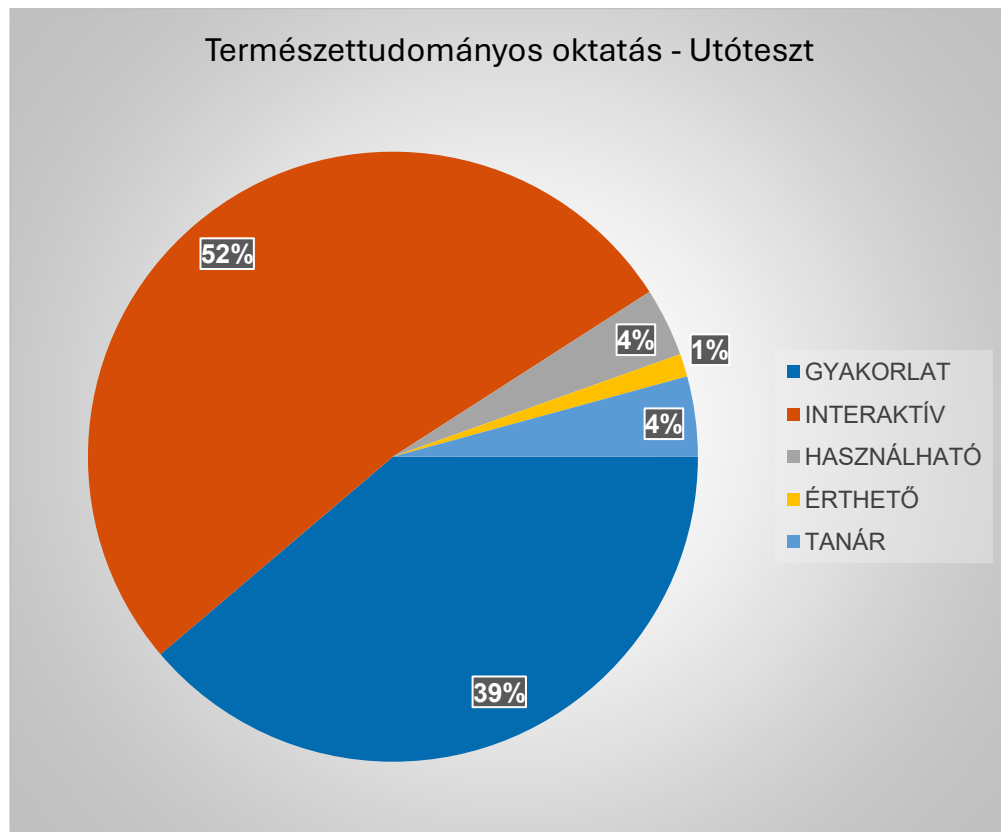
A nők tudományos szerepével kapcsolatos attitűdöt mérte az az állítás is, amelyben egy ötfokú Likert-skálán kellett értékelniük, mennyire értenek egyet azzal, hogy „A nők éppoly alkalmasak tudományos munkára, mint a férfiak.” A válaszok átlaga már a bemeneti mérésben is magas volt (4,63), és ez az utómérés során tovább emelkedett (4,66). Bár az abszolút növekedés kismértékű, iránya konzisztens a kvalitatív válaszokkal.

A kulcsmutatók összességében a következő tendenciákat jelzik: a pozitív attitűdök aránya 82%-ról 89%-ra nőtt; a semleges vagy bizonytalan válaszok aránya 17%-ról 11%-ra csökkent; az elutasító álláspontok pedig teljes mértékben eltűntek az utótesztből. Ez arra utal, hogy a vizsgálatban részt vevő diákok attitűdje érzékelhetően pozitívabbá vált a nők tudományos szerepének megítélésében, és a beavatkozás hatására a korábbi közöny mérséklődött. A változás nemcsak mennyiségi, hanem minőségi szempontból is kimutatható volt: a tanulók érvelése az utótesztben árnyaltabbá, magabiztosabbá vált.

A természettudományos oktatás megítélése iránt is érdeklődtünk, ezért a kérdőív tartalmazta a nyílt végű kérdést: „Hogyan tehetnénk jobbá a természettudományos oktatást?” A válaszok a 8. ábrán látható kategóriákba sorolhatók, és jól tükrözik, hogy a tanulók elsősorban élményszerűbb, gyakorlatorientáltabb, interaktívabb oktatást tartanak kívánatosnak.



6. ábra: A „Hogyan tehetnénk jobbá a természettudományos oktatást?” nyílt végű kérdésre adott válaszok kategóriái és azok arányai (előteszt).



7. ábra: A „Hogyan tehetnénk jobbá a természettudományos oktatást?” nyílt végű kérdésre adott válaszok kategóriái és azok arányai (utóteszt).

Kategória	Rövid értelmezés
INTERAKTÍV	Az élményalapú, digitális, szimulációs, vagy csoportos tanulás iránti igény, természetjárás.
GYAKORLAT	Kísérletek, kézzel fogható modellek, gyakorlati példák.
HASZNÁLHATÓ	A tananyag „való életben” való hasznosíthatósága, életszerűsége.
TANÁR	Jobban felkészült, motiváló tanárok fontossága.
ÉRTHETŐ	Könnyebben követhető, egyszerűbben megfogalmazott tananyag igénye.
ÜRES / NINCS VÁLASZ	Nem tudott vagy nem akart válaszolni a tanuló.

1. táblázat: az 6. ábrára adott válaszok kategóriáinak rövid magyarázata

A nyílt végű kérdésre („Hogyan tehetnénk jobbá a természettudományos oktatást?”) érkezett válaszok túlnyomó többsége a gyakorlatiasság és az élményalapúság hiányát hangsúlyozta. A tanulók egyértelműen kevesebb frontális, és több multiszenzoros, tapasztalati tanulási formát igényelnének. Válaszaik alapján az interaktivitás, a modern eszközök (például YouTube, VR) használata, valamint a személyes tapasztalatszerzés

növelése kulcsfontosságú tényezőknek tekinthetők. Emellett a „nem tudom” típusú válaszok jelenléte arra utalhat, hogy a tanulók egy része nem érzi úgy, hogy beleszólása lehet az oktatás módjába, ami fontos pedagógiai visszajelzés az iskolai ágenciaérzés korlátozottságára.

A válaszok tartalmi elemzése alapján két irányvonal különösen hangsúlyossá vált, amelyek a beérkezett javaslatok több mint 90%-át lefedték: egyrészt az interaktivitás fokozása, másrészt a gyakorlatközpontú tanulás iránti igény. Bár kisebb arányban, de következetesen megjelenik a tanulók részéről a „használhatóság” és „érthetőség” iránti elvárás is, ami a pedagógiai módszerek újragondolását indokolja. A tanári minőség és a tanári hozzáállás szintén szerepet kapott a válaszokban, bár ritkábban, ami valószínűleg annak tudható be, hogy a tanulók inkább a tanulási környezet strukturális jellemzőire koncentráltak.

Külön figyelmet érdemel, hogy a gyakorlatközpontú tanulás iránti igény az utótesztben erősödött: a „Gyakorlat” kategóriába sorolható válaszok száma öt egységgel növekedett. Ez arra utal, hogy a beavatkozás – különösen a humoros, hétköznapi példákra épülő mémek – közelebb hozta a tudományos tartalmakat a tanulók valóságtapasztalataihoz, és megerősítette bennük a kézzelfogható, élményszerű tanulás kíváncsiságát. Az interaktivitás továbbra is a leggyakrabban említett elvárás maradt, bár az utótesztben enyhe csökkenés mutatkozott. Ez a mérséklődés valószínűleg nem az interaktív tanulás szerepének csökkenésére, hanem arra utal, hogy az utótesztben a tanulók inkább a gyakorlati megvalósítás, például a kísérletek és modellek használatának fontosságát emelték ki.

A „használhatóság” és „érthetőség” kategóriák stabilan alacsony, de tartós jelenlétet mutattak, ami jelzi, hogy a tanulók számára a tananyag életközelsége és transzparens felépítése fontos pedagógiai igény. A tanári szerep jelentősége ezzel párhuzamosan kismértékben nőtt: a „Tanár” kategória említéseinek száma az utótesztben két egységgel emelkedett. Ez arra utal, hogy a beavatkozás hatására a tanulók valamelyest érzékenyebbé váltak a tanári támogatás minőségére és a pedagógus szerepére a tanulási folyamatban.

Összességében a válaszok alapján megállapítható, hogy a természettudományos oktatás fejlesztésére irányuló tanulói javaslatok egyértelműen a gyakorlatias, interaktív, élményszerű tanulási környezet irányába mutatnak. A beavatkozás után erősödött a gyakorlati megközelítés értékelése, miközben az interaktivitás továbbra is kiemelt elvárás maradt. A tanulói megfogalmazások azt sugallják, hogy a tananyag és a mindennapi tapasztalat közötti kapcsolat, valamint a tanári szerep minősége alapvető tényezői a természettudományos attitűdök és a hosszú távú motiváció alakulásának.

„Több saját bőrös tapasztalatra lenne szükségünk, pl. a természetben.”

„Ne csak tankönyvből tanuljunk, hanem lássunk is egy-egy növényt, termést stb.” „Lehetne egy olyan nap, amikor a diákok mutatnak be kísérleteket – főleg a lányok.”

„Több interaktív feladattal, olyan dolgok tanításával, melyek lényegesebbek az átlag életben.” „Játékosabb magyarázással, illusztrálással, modellekkel – és nem csak monoton diktálással.”

„A mostani természettel foglalkozni, nem azt, hogy pl. hogy csúszik el a hegy.”

„Ha a tanárok jól tudnák tanítani.”

„Laborban vagy természetben tartjuk az órát, ne csak a ppt-n mutassuk be.”

„Kevesebb magolás, több érthető magyarázat. Az online szimulációk, VR-laborok vagy egy jó YouTube- csatorna rengeteget segíthet abban, hogy egy bonyolult témát érthetőbbé és érdekesebbé tegyenek.”

„Ahhoz képest, hogy mennyire unalmas az iskolában a kémia, nagyon érdekesnek hangzott, amit kutat. Talán az a legnagyobb gond az iskolával, hogy semmi köze a való életnek.”

„Sokkal több lehetőség nyílik a nők számára a tudományban, mint gondoltam.”

„Az volt új, hogy 16 évesen, ha alkalmas vagy rá, tudsz dolgozni egy kutató laborban.”

„Az volt új, hogy végre egy nőt kérdeztek a tudományról és nem egy férfit, ahogy azt szokták.”

„A multirezisztens baktérium fogalma.” / „A nanotechnológia felhasználása – erről eddig nem tudtam.”

„Nem volt új, de most előjöttek rég tanult dolgok, amik kifakultak az emlékezetből.” „Az, hogy a nő sebtapaszt gyárt, ami jól jönne a sarkamra.”

A nyílt végű kérdésekre adott válaszok alapján egyértelműen kirajzolódik, hogy a diákok jelentős része a természettudományos oktatás legfőbb hiányosságának a gyakorlatiasság és az élményalapúság elégtelen jelenlétét tekinti. A megfogalmazásokból jól látszik, hogy a tanulók kevésbé frontális, ugyanakkor több multiszenzoros és tapasztalati tanulási formát igényelnének. Kiemelt szerepet tulajdonítottak a modern, digitális eszközök – például a YouTube-videók vagy a virtuális valóság alkalmazásának – bevonásának, valamint az interaktivitás és a személyes tapasztalatszerzés fokozásának. A „nem tudom” típusú válaszok előfordulása arra utalhat, hogy a diákok nem érzik magukat kompetensnek az oktatási folyamat alakításában, ami fontos pedagógiai visszajelzés a tanulói ágencia hiányáról.

A gyakorlati megközelítés iránti igény az utótesztben tovább erősödött: a „gyakorlat” kategóriába sorolható válaszok száma öt egységgel nőtt. Ez arra enged következtetni, hogy a megtekintett anyag – különösen a humoros, hétköznapi helyzetekre épülő mémek – hatására a diákok közelebbinek és érthetőbbnek élték meg a tudományos tartalmakat. Ezzel párhuzamosan az „interaktív” kategória említéseinek száma enyhén, hat egységgel csökkent, ugyanakkor továbbra is ez volt a leggyakrabban jelölt fejlesztési irány mindkét mérési időpontban. Ez a tendencia arra utalhat, hogy az interaktivitás iránti igény már az előtesztben is rendkívül erősen jelen volt, így az utótesztben a hangsúly inkább a konkrét gyakorlati megvalósítás – például a kísérletek, modellek vagy élményszerű tevékenységek – irányába tolódott el.

A „használható” és „érthető” kategóriák stabil, bár kisebb arányú jelenléte arra mutat, hogy a tanulók számára a tananyag transzparenciája, mindennapi kontextushoz való kapcsolhatósága továbbra is fontos szempont. Emellett a „tanár” kategória előfordulása két egységgel nőtt az utótesztben, ami azt jelzi, hogy a beavatkozás hatására a tanulók érzékenyebbé váltak a pedagógus szerepére mint a tanulási környezet meghatározó elemére.

A kvantitatív adatok a kvalitatív visszajelzésekkel összhangban azt mutatják, hogy a természettudományos oktatás fejlesztésére vonatkozó tanulói javaslatok túlnyomó többsége a gyakorlatias, interaktív, élményalapú tanulás irányába mutat. A beavatkozás után fokozódott a gyakorlati megközelítés értékelése, miközben az interaktivitás továbbra is kiemelt elvárás maradt. A válaszok arról is tanúskodnak, hogy a tananyag és a mindennapi élet közötti kapcsolat erősítése, valamint a tanári szerep minősége hosszú távon meghatározó jelentőségű a tanulói attitűdök és motiváció alakulásában.

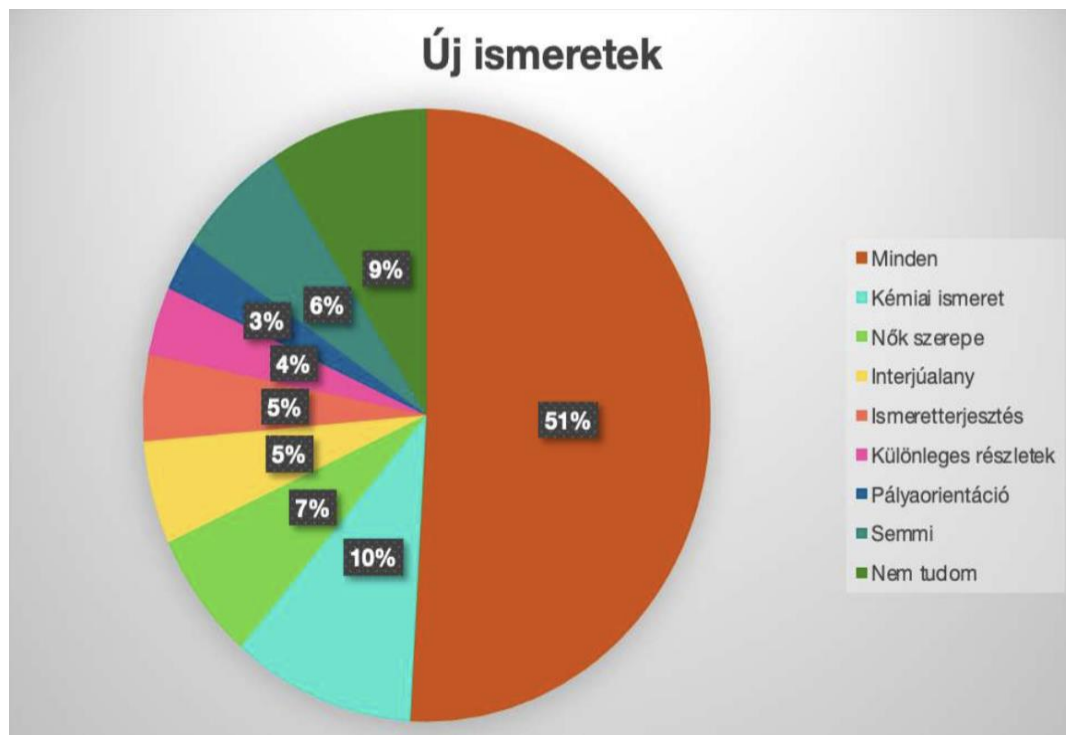
A kérdőív Likert-skálás tételei további tendenciákat is feltártak. Amikor a diákoknak ötfokú skálán kellett megjelölniük, mennyire tartják fontosnak a természettudományok oktatását, az átlagérték az előmérésben 3,70 volt, amely az utómérésben 3,77-re emelkedett. Bár ez a változás nem jelentős, figyelemre méltó annak fényében, hogy a résztvevők mindössze egyetlen tudományos ismeretterjesztő epizódot láttak. A kémia iránti érdeklődés megítélése esetében az átlag 2,54 pontról 2,65 pontra nőtt, ami tovább erősíti az ilyen típusú multimodális ismeretátadás létjogosultságát.

A tartalmi visszajelzések kategorizálása alapján a diákok legnagyobb arányban (66%) tartalmi-tudományos újdonságokat emeltek ki, amelyen belül 51% „mindent”, 10% kémiai ismeretet, 5% pedig általános ismeretterjesztést jelölt meg. Társadalmi-nemi vonatkozások 10%-ban jelentek meg („nők szerepe” 7%, „pályaorientáció” 3%). A didaktikai és formai újdonságok 9%-ot tettek ki („interjúalany” 5%, „különleges részletek” 4%), míg a semleges visszajelzések aránya 15% volt („semmi” 6%, „nem tudom” 9%). (7. ábra)

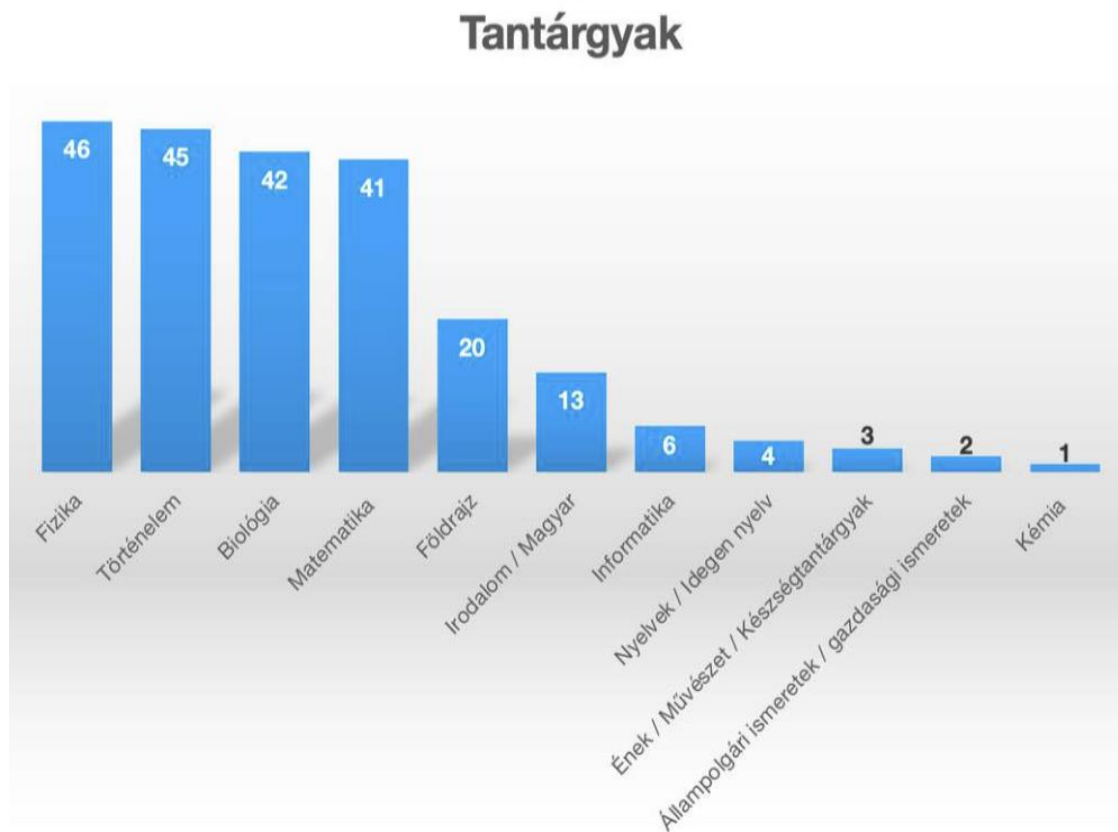
A „Más tárgyakhoz is lehetne hasonló videósorozatot készíteni?” kérdésre adott válaszok egyértelmű preferenciákat mutattak. A leggyakrabban

említett tantárgyak a fizika, a történelem, a biológia és a matematika voltak. A válaszokból kirajzolódott, hogy a természettudományos területeken – a tananyag nehézsége miatt – különösen nagy az igény a vizuális, multimodális támogatásra. Gyakran megfogalmazódott az a vélemény is, hogy „bármelyik tantárgyhoz hasznos lenne” hasonló videósorozat készítése.

A videoanalitikai adatok alapján az epizódok a Líceum TV Facebook-oldalán részenként hozzávetőleg 30-40 ezer megtekintést értek el, míg a TikTok-on 850 ezer fölött jár a videók összesített nézettsége.



8. ábra: A „Mi volt új számodra a videóban?” kérdésre adott válaszok kategóriáinak megoszlása.



9. ábra: A „Más tárgyakhoz is lehetne hasonló videósorozatot készíteni?” kérdésre adott válaszok gyakorisága tárgyanként.

6. Összefoglalás

A vizsgálat során azt figyeltük meg, hogy a Tudóslány ismeretterjesztő sorozat egy epizódjával való foglalkozás milyen mértékben jár együtt a tanulók attitűdjeinek alakulásával. Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálatban részt vevő tanulók esetében az affektív területeken pozitív irányú változás volt megfigyelhető. A tanulók teljesítménye a mérés során javulást mutatott, ami arra utalhat, hogy a tananyaggal való koncentrált foglalkozás hozzájárulhatott a tanulási folyamat hatékonyságához. Ugyanakkor a kutatás nem tartalmazott kontrollcsoportot, ezért nem állapítható meg egyértelműen, hogy a változás milyen mértékben tulajdonítható a multimodális, vizuális és humoros elemek alkalmazásának. A megállapítások további megerősítéséhez kontrollcsoport bevonása szükséges, amelynek alkalmazása a kutatás következő szakaszában jelenleg is folyamatban van. Az eredmények mindazonáltal arra utalnak, hogy a tanulók véleménye és attitűdje kedvező irányba mozdulhat el, amikor az információkat olyan formában kapják meg, amely közel áll kommunikációs mintázataikhoz és médiafogyasztási szokásaikhoz. Fontos hangsúlyozni, hogy a kutatás következtetései kizárólag a vizsgálatban részt vevő mintára vonatkoztathatók.

Jelentős az a tendencia, amely szerint a film megtekintése után a tanulók nagyobb elfogadással és érzékenységgel viszonyultak a nők tudományos

szerepéhez. A hiteles női szerepmodellek bemutatása láthatóan csökkentette a meglévő sztereotípiákat, és megerősítette azt a meggyőződést, hogy a tudományos pályák a lányok számára is egyformán nyitottak és elérhetők.

A tanulók továbbá egyértelmű igényt fogalmaztak meg az élményszerűbb, gyakorlatiasabb és a mindennapi tapasztalataikhoz jobban kapcsolódó oktatás iránt. A visszajelzések összhangban állnak a modern tanuláselméletek azon megközelítéseivel, amelyek szerint a tanulók akkor sajátítják el legeredményesebben a tudományos ismereteket, ha a tanulási folyamat részvételre, párbeszédre és folyamatos jelentésalkotásra épül.

A vizsgálat azt is megerősítette, hogy a popkulturális és vizuális narratívák képesek hidat képezni a tanulók saját kulturális világai és az iskolai tudás között. A hétköznapi analógiák alkalmazása hozzájárult ahhoz, hogy a tanulók saját értelmezési kereteiken belül helyezték el a tanultakat.

A közösségi megosztásra és digitális interakciókra épülő tanulási helyzetek szintén jelentős pedagógiai potenciállal bírnak. A tanulók kedvelték azokat a tartalmakat, amelyek lehetőséget adtak a véleményalkotásra, a kérdésfeltevésre vagy a közösségi diskurzusba való bekapcsolódásra. Az ehhez hasonló mechanizmusok hozzájárulnak a kritikai gondolkodás és a digitális írástudás fejlődéséhez is, amelyeket a modern oktatás kulcskompetenciái.

A multimodális tartalmak hatékonyan integrálhatók a projektalapú, kutatásalapú vagy tervezésalapú tanulási környezetekbe. A szerepmodellek megjelenése – jelen kutatásban kifejezetten a női tudósoké – tovább erősíti a tanulók önazonosságát.

Összességében a kutatás eredményei azt mutatják, hogy a multimodális, humorra és narratívára épülő tudománykommunikáció nem csupán tudásátadási forma, hanem olyan pedagógiai eszköz is, amely képes új jelentésrétegeket teremteni, áthidalni az iskola és a diákok kulturális világa közötti távolságot, valamint hozzájárulni inkluzívabb, élményszerűbb és relevánsabb STEM-oktatási gyakorlatok kialakításához. Ugyanakkor a jelen kutatás nem tartalmazott hagyományos oktatási formával történő összehasonlítást, ezért annak megállapítása további vizsgálatokat igényel. A tanulók visszajelzései alapján a gyakorlatias és interaktív tanulási formák iránti igény tovább erősödött, ami arra utal, hogy a jövő pedagógiai fejlesztései számára alapvető fontosságú a digitális, vizuális és közösségi tanulási terek integrálása.

Melléklet:

A tudásfelmérő tesztek anonim módon kerültek kitöltésre, és a vizsgálat az intézményvezetők engedélyével, önkéntes részvétel mellett valósult meg, a személyiségi jogok védelmét szem előtt tartva.

Tudóslány Kémia – Előteszt

Kérjük, válaszolj a következő kérdésekre!

(A csillaggal jelölt mezők kitöltése kötelező.)

1. Általános adatok

Iskola neve *

.....

Évfolyam, osztály *

.....

Tanulói azonosító *

.....

2. Vélemények, attitűdök

Értékelj, mennyire érdekel a kémia! *

1 – egyáltalán nem

5 – nagyon érdekel

Mennyire tartod fontosnak a természettudományok oktatását? *

1 – egyáltalán nem

5 – nagyon fontos

„A nők éppoly alkalmasak tudományos munkára, mint a férfiak.”

Mennyire értesz egyet? *

1 – egyáltalán nem értek egyet

5 – teljesen egyetértek

Mit gondolsz a nők szerepéről a tudományos szakmákban? *

(Nyitott kérdés)

.....

Hogyan tehetnénk jobbá a természettudományos oktatást? *

(Nyitott kérdés)

.....

3. Kémiai ismeretek

Mit mutat a 4s²? *

☐ A negyedik periódus második eleme a periódusos rendszerben

☐ Egy elektronpár található a negyedik energiaszint s alhéján

☐ Négy elektron van az s-pályán

☐ Két elektron található a negyedik héjon, de ezek a d-pályán helyezkednek el

Melyik töltődik fel hamarabb? *

☐ $4s^2$

☐ $3d^{10}$

☐ Egyszerre

☐ Attól függ, milyen elemről van szó

Melyik vegyület „labda-pácika” modelljét látod? *

(Képes kérdés – válaszlehetőségek)



☐ H_2S

☐ H_2O

☐ NO_2

☐ CO_2

Melyik elem tarka, irizáló színű? *

☐ Vas

☐ Réz

☐ Nikkel

☐ Bizmut

Mi az oka ennek a színnek? *

☐ Elektronszint-váltás

☐ Festékanyag

☐ Fényinterferencia

☐ Mágneses hatás

Miért nem kapcsolódnak más elemekkel a nemesgázok? *

(Nyitott kérdés)

A külső elektronhéjuk teljesen telített, azaz teljes a vegyértékhéjuk. / zárt elektronhéj

Milyen területeken használják a nanotechnológiát? *

(Több válasz is lehetséges)

☐ Orvoslás

☐ Elektronika

☐ Asztrológia

☐ Gyógyszerészet

Mik a polimerek? *

☐ Olyan anyagok, amelyek csak természetes eredetűek lehetnek

☐ Rövid molekulák, amelyek könnyen elbomlanak

☐ Hosszú, ismétlődő molekulákból álló láncok

☐ Egyszerű ionokból felépülő kristályrácsok

Mit jelent a multirezisztens baktérium? *

☐ Egy baktérium, amely képes egyszerre több szervben élni

☐ Olyan baktérium, amely ellenáll többféle antibiotikumnak

☐ Egy baktérium, amely a testhőmérséklettől függően változtatja az alakját

☐ Olyan baktérium, amely többféle betegséget képes okozni egyszerre

Felhasznált irodalom:

Atkins, K., Dougan, B. M., Dromgold-Sermen, M. S., Potter, H., Sathy, V., & Panter, A. T. (2020). "Looking at Myself in the Future": how mentoring shapes scientific identity for STEM students from underrepresented groups. *International journal of STEM education*, 7(1), 42.
<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00242-3>

Batchelor, R. L., H. Ali, K. G. Gardner-Vandy, A. U. Gold, J. A. MacKinnon, and P. M. Asher (2021), Reimagining STEM workforce development as a braided river, *Eos*, 102, <https://doi.org/10.1029/2021EO157277>.

Bruner, J. S. (1996): *The culture of education*. Cambridge, MA, Harvard University Press.

- Bustamante-Mora, A., Diéguez-Rebolledo, M., Díaz-Arancibia, J., Sánchez-Vázquez, E., & Medina-Gómez, J. (2025). Inclusive Pedagogical Models in STEM: The Importance of Emotional Intelligence, Resilience, and Motivation with a Gender Perspective. *Sustainability*, 17(10), 4437. <https://doi.org/10.3390/su17104437>
- Carlone, H.B. and Johnson, A. (2007), Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *J. Res. Sci. Teach.*, 44: 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Chen, L. K. – Gillan, J. – Decker, M. – Eteffa, E. – Marzan, A. – Thai, J. – Jewett, S. (2023): Embedding digital data storytelling in an introductory data science course: An inter-institutional transdisciplinary pilot study. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 11(2), 126–152.
- Dönmez, İ. – Öztürk, N. – Yıldırım, B. (2021): Impact of argumentation-based STEM activities on STEM motivations of middle school students. *Science Education International*, 32(1), 14–22.
- European Commission (2022): Science, research and innovation performance of the EU 2022: Building Europe's future through research and innovation. Luxembourg, Publications Office of the European Union.
- European Commission (2025): Council conclusions on strengthening multilevel governance when promoting the participation of young people in decision-making processes (2025/C 102/03). *Official Journal of the European Union*, 67.
- Gao, F. – Li, L. – Sun, Y. (2020): A systematic review of mobile game-based learning in STEM education. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1791–1827.
- Hámori, Á. (szerk.) (2018): Erőforrások, eredmények és élmények a felsőoktatásban – Az EUROSTUDENT VI nemzetközi hallgatói kutatás magyarországi eredményei. Budapest, Oktatási Hivatal.
- Hámori, Á. (Ed.) (2018): Resources, outcomes and experiences in higher education – The Hungarian results of the EUROSTUDENT VI international student survey. Budapest, Educational Authority.
- Ito, M., et al. (2020): "Currency Composition of Foreign Exchange Reserves". *Journal of International Money and Finance*, Volume 102. <https://www.bis.org/publ/work828.pdf>
- Kayan-Fadlelmula, F. – Sellami, A. – Abdelkader, N. – Umer, S. (2022): A systematic review of STEM education research in the GCC countries: Trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*, (9) 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00319-7>

- Kelley, T. R. – Knowles, J. G. (2016): A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, (3) 11.
<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lent, R. W. – Brown, S. D. – Hackett, G. (1994): Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79–122.
<https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>.
- Martín-Páez, T. – Aguilera, D. – Perales-Palacios, F. J. – Vilchez-González, J. M. (2019): What are we talking about when we talk about STEM education? A review of the literature. *Science Education*, 103(4), 799–822.
DOI:10.1002/sce.21522
- OECD (2019): *OECD Learning Compass 2030: A series of concept notes*. Paris, OECD Publishing.
- Ran, H., Shen, J., Smith, B.E. et al. Creating Digital Sci-Fi Narratives through Multimodal Composing to Promote Adolescent Students' STEM Education. *Discip Interdiscip Sci Educ Res* 5, 7 (2023). <https://doi.org/10.1186/s43031-023-00072-7>
- Richardson, D. S., & Bledsoe, R. S. (2025). Comparing STEM and non-STEM instructor motivation suggests directions for STEM education innovations. *Education Sciences*, 15(6), 720. <https://doi.org/10.3390/educsci15060720>
- Simon, R. A., Aulls, M. W., Dedic, H., Hubbard, K., & Hall, N. (2015). Exploring Student Persistence in STEM Programs: A Motivational Model. *Canadian Journal of Education Revue Canadienne De l'éducation*, 38(1), 1–27.
Retrieved from <https://cje-rce.ca/index.php/cje-rce/article/view/1729>
- UNESCO (2017): *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. Paris, UNESCO.
- Wahono, B., Lin, PL. & Chang, CY. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *IJ STEM Ed* (7) 36. 1–18.
<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236-1>
- Yamani, N. & Almazroa, H. (2024). Exploring career interest and STEM self-efficacy: implications for promoting gender equity. *Frontiers in Psychology*. 15:1402933. doi: 10.3389/fpsyg.2024.1402933