

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
BERZSENYI DÁNIEL PEDAGÓGUSKÉPZŐ KÖZPONT

OTDK-dolgozat

Az ösztönös tudománykommunikáció

—

Péter Rózsa: Játék a végtelennel

Témavezető:

Dr. habil. Murber Ibolya
egyetemi docens

Készítette:

Orbán Petra
matematikatanár - történelem
és állampolgári ismeretek
tanára
osztatlan tanárszak

Szombathely

2024.

Tartalom

1. Bevezetés.....	3
2. Korabeli világkép a matematikaoktatásban	5
3. Péter Rózsa élete és munkássága.....	9
3.1. Családja és tanulmányai.....	9
3.2. Kutató matematikus és pedagógus.....	11
3.3. Ismeretterjesztő művei, díjai és kitüntetései	19
3.4. Halála és emlékezete.....	22
4. Tudománykommunikáció	28
4.1. Története	28
4.2. Deficit modell	32
4.3. Kontextuális modell	34
4.4. A laikus-szakértelem modell	35
5. Péter Rózsa tudománynépszerűsítő műve, a Játék a végtelennel	37
5.1. Keletkezés	37
5.2. Felépítés	40
5.3. Tudománykommunikációs koncepciója	42
5.4. Korabeli visszhang.....	54
6. Összegzés	58
7. Felhasznált források	63

1. Bevezetés

„A matematika egyik forrása az ember játékos természete, és éppen ezért nemcsak tudomány a matematika, hanem művészet is.” – állította Péter Rózsa, a 20. század egyik legelismertebb magyar női matematikusa az általa szenvedéllyel művelt tudományáról.

Dolgozati témaválasztásom szakterületét illetően egyértelműen befolyásolt az érdeklődés a tudománytörténet iránt. Matematika-történelem és állampolgári ismeretek szakos tanárnak készülök, így nem volt kérdés, hogy a matematika tudománytörténetének egy izgalmas témáját szeretném feldolgozni.

Az egyetemi tanulmányaim során a matematikatörténeti órákon szembetűnő volt számomra az, hogy a neves tételek, állítások mind férfi matematikusokhoz kötődnek. A Magyar Tudományos Akadémia tagjai között napjainkban is megfigyelhetjük a férfi tudósok dominanciáját. Ezen észrevételeim motiváltak abban az elhatározásban, hogy szeretném kiemelni a nők szerepét a tudományban, hisz úgy gondolom, hogy kemény és kitartó munkával egy nő is képes világszínvonalú sikerek elérésére, ahogy azt például Karikó Katalin 2023-as Nobel-díja is mutatja. Ezen kiindulópontból szerettem volna alaposabban megismerni a női tudósok munkáját. Hosszas keresgélés után találtam rá olyan női génuszokra, mint az orvostudomány területén tevékenykedő Banga Ilona biokémikusra, vagy Dudich Endréné dr. Vendl Máriára, aki nemzetközi tudományos figyelmet kapott az ásványtani kutatásai révén. Választásom a matematika tantárgy szeretete miatt az első magyar női akadémikus matematikusra, Péter Rózsára esett.

Számomra inspiráló volt az a tény is, hogy nem csupán úgy tekintettek rá, mint a matematika egy tudósára, hanem mellette kiváló pedagógus volt, aki tankönyveket írt, valamint a magyarországi matematikaoktatás fejlesztésére és népszerűsítésére tette fel az életét. Híres könyve a *Játék a végtelennel* címet viseli, amelyet elsősorban a humán tudományok felé orientálódó embereknek szánt. Műve világszinten megállja a helyét, ezt bizonyítja, hogy számos idegennyelvre lefordították.

Témaválasztásom során motivált Péter Rózsa hitvallásának megismerése is, hiszen bízom benne, hogy az általa közvetített matematikai és pedagógusi ismereteket, meglátásokat kamatoztatni tudom a matematika tanítás terén. Az anyaggyűjtés közben észrevettem, hogy számos ponton tudok azonosulni a magyar „matematika nagyasszonyával”. Célunk egy és ugyanaz: a matematika megszerettetése, s bebizonyítani, hogy a tárgyat nem elég csupán „megtanítani”, azt fel kell fedeztetnünk a tanulókkal.

Elhivatottságát mutatja, hogy a nehéz háborús években is a matematika rejtelsei jelentették számára a menedéket.

Péter Rózsa a matematika tanítására misszióként tekintett, hiszen a különböző tudományterületeken jártas személyeknek is lehetőséget teremtett arra, hogy a logika és a művészetek egyszerű összekapcsolásával megértsék a matematika tárgyát.

Kutatásom középpontjában Péter Rózsa *Játék a végtelennel* című ismeretterjesztő remekműve áll. Fő célom a könyv felhasználásával rávilágítani arra, hogy a 20. század legbefolyásosabb magyar matematikusnője milyen módszereket fogalmazott meg a matematika tanítására annak érdekében, hogy a humánembernek se okozzon gondot a tárgy felfogása és művelése. Továbbá vizsgálódásom arra is kiterjed, melyek azok a súlypontok, amelyeket javasol a matematika megszerettetésére. Kutatásom során alaposan szemügyre veszem Péter Rózsa ars poeticáját, s azt, mi miatt maradhatott a világháború vészkorszakában született fő műve a 21. században is időszerű.

A dolgozatom célja feltárni Péter Rózsa tudománykommunikációs koncepcióját tudománynépszerűsítő művében. Bemutatom azokat az eszközöket, amelyek segítségével a matematikusnő közérthetővé teszi az általa tanított tantárgyat.

Péter Rózsa életének és munkásságának részletes feltárása számos nehézséget okozott számomra. Annak ellenére, hogy a matematikusnő életműve jelentős hatást gyakorolt a tantárgy népszerűsítésére, töredezett források álltak rendelkezésemre különféle folyóiratokból, napilapokból. Továbbá a tudósnő elfeledettségét mutatja, hogy életpályáját átfogó könyv nem született róla. Dolgozatom elsődleges forrásaként Péter Rózsa matematikusnő által írt *Játék a végtelennel* című ismeretterjesztő művet¹, valamint Kalmár László Magyar Tudományos Akadémiának írt levelét használtam fel². Másodlagos forrásként a korának meghatározó folyóirataira és halála után keletkezett méltatásokra támaszkodtam. A tudósasszony életét és munkásságát több neves lapban is feldolgozták, köztük az Egyetemi Lapok, az Akadémiai Értesítő, a Matematikai Lapok, Magyar Hírlap, Magyar Nemzet, Természet Világa, Embernevelés, Budapesti Könyvszemle, Középiskolai

¹ Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999.

² Kalmár László ajánlása Péter Rózsa Akadémiai Levelező taggá választására. Szeged, 1972. Begépelte: Szabó Máté. Az alábbi írás a Szegedi Tudományegyetem Klebelsberg Könyvtárában található Kalmár hagyaték 290-es mappájából származik.

Matematikai és Fizikai Lapok, Népszabadság valamint az Ezredvég tudományos folyóiratokban. Ezen kívül a vizsgálódásom során több internetes forrásra is támaszkodtam.

2. Korabeli világkép a matematikaoktatásban

Ahhoz, hogy megértsük a II. világháborút követő magyar matematikaoktatás helyzetét a különböző intézménytípusokban, melyekben Péter Rózsa is munkálkodott, fontos feltárni, milyen új elképzelések születtek. Ezek közé sorolhatjuk például a speciális matematika tagozat létrehozását, és a komplex matematika tanítási kísérlet elindítását.³

A II. világháború kezdetéig Eötvös József, a 19. század második felének vallás- és közoktatásügyi minisztere által jegyzett rendeletek és törvények határozták meg a közoktatás felépítését. Az alapfokú oktatás népiskolai keretek között valósult meg, majd ezt követően a tanulónak lehetőségük volt négy vagy hatosztályos polgári iskolában, gimnáziumban, vagy szakiskolában továbbtanulni. 1945-től vezették be az „általános iskola” elnevezésű új iskolatípust, amely nyolc osztályt foglalt magába. Az átállás sok nehézséggel járt, szükség volt új tantervre, tankönyvekre, dokumentumokra, és az új működési rendszer szabályozására. A háború pusztításai nagy ráfordítást igényeltek a romos, elszegényedett országban, csökkent a tanárok száma. Néhány év elteltével azonban megszilárdult ez az új iskolatípus. A tankötelezettséget először a 14. életévig, majd 16 éves korig terjesztették ki. Utóbbi gyakorlat napjainkban is érvényes. Akkor is komoly problémát okozott a szaktanárhiány megoldása. Ezt a tanítók szaktanfolyamokon történő továbbképzésével próbálták orvosolni. Új intézkedésekkel a modern tömegoktatás megvalósítását célozták meg. A kommunista diktatúra időszakában államosították az iskolákat, de ez nehézségeket okozott, mivel az iskolák számottevő része az egyház kezében volt.⁴

A 20. század második felében nem csak az oktatás átalakítása, hanem a matematikatanítás megreformálása is számos nehézséggel járt. Kezdetben a tantervi célokat minél bővebb mennyiségű matematikai anyag elsajátításával szerették volna elérni. A gyakorlati alkalmazást követően azonban hamar kiderült, hogy az iskolák többsége nem képes megbirkózni a hatalmas mennyiségű tananyaggal. Jelentős különbségek között

³ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp. 7.

⁴ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp.7-8.

alakultak ki egyes oktatási intézmények között. A megoldást a tananyag csökkentésében látták, ami hátrányt jelentett a továbbtanulók számára, ugyanis a középiskolákba érkező diákok felkészületlennek tűntek. Több konfrontációt eredményezett az elmélet és a gyakorlat alkalmazásának megfelelő arányban történő meghatározása, amit a gyakori tantervi korrigálással próbáltak elérni. A korszak eredményes magyar matematikusai is kiemelkedő szerepet tölthettek be abban, hogy új, hatékony, matematikaoktatáshoz nélkülözhetetlen eszközök szülessenek. Többek között Péter Rózsa, Kalmár László, Surányi János, valamint Rényi Alfréd is aktívan részt vállalt az új tantervek kialakításában. Ismét megelénkült a tudományos közélet, 1947-ben megalapították a Bolyai János Matematikai Társulatot, elindultak az országos versenyek, s megszülettek a módszertani folyóiratok is. Ilyen volt például az 1947-ben elindult Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok, amely Soós Paula és Surányi János közreműködésével jött létre.⁵

A matematikaoktatás modernizációját a megrögződött hagyományok is akadályozták. Az alsó tagos matematika tanítása során a négy alapművelet elsajátítása volt a fő elvárás, de kiemelt figyelmet fordítottak a fejszámolás fejlesztésére is. A felső tagozatos diákok elsősorban a törtekkel való komplexebb számolással ismerkedhetnek meg, és bevezetésre kerültek a számelméleti fogalmak. Ide tartozott például a legnagyobb közös osztó és legkisebb közös többszörös ismerete, továbbá az oszthatóság, a prímszámok, az arányosság, szöveges feladatok megoldása és a százalékszámítás is. A felső tagozat végére a tanulók felfedezhették az elsőfokú egyenleteket és az algebrai kifejezéseket. A geometriában használt alapfogalmak megértésére kevés idő maradt. A matematikatanárok elsősorban a szabályok memorizálását, és monoton elsajátítását alkalmazták. A 20. század második felének meghatározó személyisége Varga Tamás magyar matematikus volt, akinek célja a magyar matematikai tanítási rendszer modernizációja volt. Új módszertani gyakorlatok bevezetését szorgalmazta, már az iskola megkezdésétől fogva. Varga előnyben részesítette a tanulói aktivitást, a gondolkodás és a kreativitás fejlesztését, továbbá figyelembe vette a gyermekek egyéni különbségeit, a képesség és készségfejlesztést. Varga a tanárokat tankönyvi útmutatókkal és segédletekkel látta el.⁶

⁵ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp. 9-10.

⁶ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp. 10.

1949-től megindultak a gimnáziumok reál és humán tagozatai, melyek matematika tankönyveinek szerzői Gallai Tibor és Péter Rózsa. Ezzel a matematika oktatás terén új korszak vette kezdetét. A két matematikus szakított a régi gyakorlattal, és célul tűzték ki, hogy a tanulók maguk ismerjék fel az összefüggéseket, és a szakma által kínált érdekességeket. Az új tankönyveket azonban a szakmai közvélemény nehezteléssel akceptálta, ugyanis a használatuk kihívást jelentett a tanároknak és a diákoknak egyaránt. Ennek fő okai, hogy a könyvek a heurisztikus módszereket részesítették előnyben, ennek érdekében hosszadalmas rávezetések, és gyakori ismétlések tartalmaztak. Később a könyvek átdolgozásra kerültek, de az alapvető módszereket megtartották. A tankönyvek írása során több társszerző is munkálkodott, de a IV. osztályos tankönyv szerkesztésében a matematika „nagyasszonya” és Gallai Tibor már nem vállalt szerepet. A tanárok munkáját támogatták a módszertani segítőfüzetek is. Az 1950-es évek közepére egy érettségi összefoglaló tankönyv látott napvilágot, amelyet a gimnáziumi osztályok használtak.⁷

Az gimnázium I. osztályában a matematika tananyag oszthatósággal, negatív számokkal, hatványozással, egyszerű azonosságokkal, törtekkel végzett műveletekkel, szöveges feladatokkal, grafikus ábrázolással, egyenletekkel, egyenlőtlenségekkel, valamint Thálész tételével, különböző geometriai transzformációkkal, valamint kerületi és középponti szögekkel foglalkozott.⁸ A tanulók ebben az időben heti 5 órában tanulták a matematikát.⁹ A II. osztályban előkerültek a másodfokú egyenletek, Pitagorasz tétele, a négyzetgyökvonás, a logaritmus alkalmazása és a trigonometriai ismeretek. A III. osztályban a tanulók megismerkedhettek a szögfüggvényekkel, a hatványfogalom kiterjesztésével, a koordinátageometriával, számtani és mértani sorozatokkal, illetve a teljes indukcióval is. A gimnáziumi tanulmányok utolsó évében nagy hangsúlyt kaptak a függvények és a függvénytranszformációk, a testek felszíne és térfogata, a szélsőértékek, Euler tétele, magasabb fokú egyenletek racionális gyökei, valamint a polinomok osztása.¹⁰ Ezekben az évfolyamokban egyaránt heti 4 órában foglalkoztak ezen tantárggyal.¹¹

⁷ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp. 12-13.

⁸ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp. 13-14.

⁹ Békefi Zsuzsa—C. Neményi Eszter: A magyar matematikaoktatás helyzetképe. In: Magyar Tudomány 1990/6. sz., pp. 727-730., pp. 727.

¹⁰ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp. 14.

¹¹ Békefi Zsuzsa—C. Neményi Eszter: A magyar matematikaoktatás helyzetképe. In: Magyar Tudomány 1990/6. sz., pp. 727-730., pp. 727.

Az 1960-as évek közepén kivezették a reál és humán gimnáziumi tagozatokat, megszülettek az egységes óratervek. A magyar matematikatanítás egyik nagy mérföldköve volt a speciális matematika tagozatok létrehozása. Ezek megalkotásában jelentős szerepe volt a magyar matematikusoknak is. Kiemelt figyelmet fordítottak a matematika tanítás újítására, így tantárgy iránt érdeklődők kibontakozhatták tehetségüket, fejleszthették tudásukat. Az 1960-as évek végére fokozódott az általános érdeklődés a matematikatudomány irányába. Ehhez kiemelttem hozzájártak az országos és nemzetközi tanulmányi versenyek, a televízió és rádió által sugárzott matematikai témájú műsorok és vetélkedők is.¹²

A korszakban a matematika felvételi tárggyá vált az egyetemeken és főiskolákon. A társadalom kezdte elismerni a matematikatudomány fontosságát.¹³

Péter Rózsa és tudóstársai igyekeztek szakítani a negatív beidegződésekkel, a korábbi formalitással, és a hagyományokkal. Módszereiket a felfedező tanulás, a rávezetés, és a tudomány érdekessé tétele határozta meg. Ennek köszönhetően új tankönyvek és tantervek születtek, amellyel változások indultak meg a matematika oktatás területén is.

¹² Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp. 14-15.

¹³ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp.15.

3. Péter Rózsa élete és munkássága

3.1. Családja és tanulmányai

Politzer Rózsa 1905. február 17-én látta meg a napvilágot Budapesten, egy jómódú izraelita vallású család második gyermekeként. Édesanyja Klein Irma (1874-1954), édesapja dr. Politzer Gusztáv (1868-1946), aki politikusként és jogászként is egyaránt tevékenykedett. Az ő tulajdonában volt több Teréz körúti, valamint a Szervita tér 5. szám alatti bérház is. Utóbbiban jelenleg a Rózsavölgyi Zeneműbolt működik. Rózsa bátyja, Politzer Miklós 1904-ben, míg öccse, György 1909-ben született a fővárosban. Miklós atyai nyomásra az orvosi hivatást választotta, míg a legkisebb fiúgyermek a Magyar Pamutipar Rt. tisztviselőjévé vált.¹⁴

Születésük idején Budapest az Osztrák-Magyar Monarchia egyik fővárosa volt. Nem volt könnyű gyermekkoruk, ugyanis hamarosan szembe kellett nézniük az I. világháború borzalmaival és hatásaival. Az ország életét megnehezítette az élelmiszerhiány, valamint a sok háborús áldozat is. Politzer Rózsa német eredetű vezetéknévét magyarra változtatta az 1930-as években, így lett az új neve a többség által ismert Péter Rózsa.¹⁵

A család életét megkeserítették a II. világháború történései is, ugyanis Rózsa testvérei a zsidó népirtás, a holokauszt áldozatai lettek. Édesapjának sikerült túlélnie haláltáborok megpróbáltatásait, azonban a deportálás következtében szerzett betegséget már nem élte túl.¹⁶

Péter Rózsát is érintették a zsidóüldözések. 1944-ben, a II. világháború végén Péter Rózsa lehetőségei teljes egészében megszűntek. A német csapatok ezen év márciusában elfoglalták Budapest városát, majd novemberben a kormány elrendelte a zsidók gettókba tömörítését. A zsidónegyedek számos háztömbjét kerítéssel és fallal vették körül, s emellett fegyveres őrök akadályozták az izraelita vallású emberek kijutását. Pétert is gettóba küldték, míg édesapját és testvéreit a nácik haláltáborba deportálták.¹⁷

¹⁴ Kozák Péter: Péter Rózsa. <https://www.nevpont.hu/palyakep/peter-rozsa-84cdd> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

¹⁵ J.J. O'Connor - E.F. Robertson: Rózsa Péter. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Peter/> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

¹⁶ https://www.ushmm.org/online/hsv/person_view.php?PersonId=5934169 (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

¹⁷ U.a.

A magyar matematikus ebben a nehéz, embert próbáló időszakban munkaszolgálatosként dolgozott egy ruhavarróműhelyben. Hamarosan németek vették át az irányítást az üzem felett, így Péter az orosz csapatok bevonulásáig a fővárosban bujkált.¹⁸

Péter Rózsa 1911 és 1915 között a Deák téri evangélikus elemi iskola diákja volt. 1915-ben a budapesti Állami Mária Terézia Leánygimnáziumban folytatta tanulmányait, ahol 1922-ben érettségizett.¹⁹ Ezen intézmény az Andrássy úton működött, és színvonalas oktatás nyújtott mindazoknak, akik ezt anyagilag is megengedhették maguknak.²⁰

Édesapja Rózsa vegyésznek szánta azzal a céllal, hogy lánya feltalálja majd a halál ellenszerét. Éppen ezért a leányiskola befejezését követően 1922-től a Pázmány Péter Tudományegyetem kémia szakján tanult. Az intézmény 1950-ben, a névváltoztatásokat követően kapta Eötvös Loránd Tudományegyetem elnevezést.²¹ Rózsa számára hamar világossá vált, hogy a matematika az, amivel ő a jövőben foglalkozni szeretne. Egyedül az vigasztalta kémia szakos tanulmányai során, hogy ehhez matematikai tárgyak is párosulnak. Már az első félévben zajló kollokviumok alatt is inkább a matematikai problémák megoldására fektette a hangsúlyt, mint hogy az unalmas és terjedelmes kémia jegyzetek felett üldögéljen. Szíve szerint matematika-magyar szakon tanult volna tovább, de nem volt ilyen szakpárosítás.²²

Péter Rózsa felsőoktatási tanulmányaira nagy hatással volt két tanára is: Fejér Lipót és Kürschák József. Fejér a kezdetben a kolozsvári egyetem professzora volt, már egyetemi hallgató korában híressé vált matematikai kutatásai révén. Segítségével a hallgatók bepillantást nyerhettek egy olyan zseniális matematikus gondolkodásmódjába, ahol nem csupán a kész anyagot tanított, hanem a fogalmakat több oldalról is körbejárta. Kürschák a modern algebra egyik legnagyobb alakja nem csupán országos, hanem világviszonylatban is. Tanítványai szigorú, de igazságos vizsgáztatóként emlékeznek vissza rá.²³ A Műegyetemen tartott olyan gyakorlatokat, ahol a hallgatókkal adatott elő, nem kész, hanem

¹⁸ Kozák Péter: Péter Rózsa. <https://www.nevpont.hu/palyakep/peter-rozsa-84cdd> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

¹⁹ U.a.

²⁰ J.J. O'Connor - E.F. Robertson: Rózsa Péter. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Peter/> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

²¹ Somogyi Tímea: Péter Rózsa, a matematika „nagyasszonya”. In: Természet Világa, 2007/4.sz., pp. 54-57., pp. 54.

²² Péter Rózsa: A gyakorlati hasznosság ellen is vét, aki háttérbe akarja szorítani a tiszta matematikai kutatásokat. In: Magyar Tudomány, 1973/9. sz., pp. 592-595., pp. 592.

²³ Somogyi Tímea: Péter Rózsa, a matematika „nagyasszonya”. In: Természet Világa, 2007/4.sz., pp. 54-57., pp. 55.

az ő aktív hozzájárulásukat igénylő témaköröket. Ezeken a gyakorlatokon való megjelenés Péter Rózsa számára nem volt ugyan kötelező, de ezeket élvezettel látogatta a tárgy iránti szeretete miatt.²⁴

Mentorként nézett fel évfolyamtársára, Kalmár Lászlóra is, aki már az egyetemi éveitől a matematika minden területét alaposan ismerő matematikus volt. Ez a szakmai kapcsolat életük végéig fennmaradt. Azokban a nehéz időszakjaiban is segítette a női pályatársát, amikor ő már azt hitte, hogy soha nem lesz képes új felfedezésekre. Még mielőtt Pólya és Szegő analízis szakterületen nagyot alkotó feladatgyűjteménye²⁵ megjelent volna, Kalmár a matematika tárgy iránt érdeklődők számára feladatsorokat készített. Az egyetemi tanulmányok után Kalmár 40-50 oldalas levelekben számolt be Péter Rózsanak a legújabb matematikai eseményekről, és az elinduló kutatásokról, amelyek a matematika alapjaira vonatkoztak. Ő volt a szakmai vezetője minden kíváncsi hallgatónak.

Ennek hatására Kalmár Péter önálló eredmények felé való kutakodását is ösztönözte. Érdeklődését a tökéletes számokra vonatkozó nyitva hagyott kérdések keltették fel, így először a számelméletben és a természetes számok területén próbálkozott.²⁶ Hallgatóként bebizonyította a páratlan tökéletes számokról szóló tételét, de hamar kiderült, hogy előtte egy Leonard Eugene Dickson nevű amerikai matematikus már 14 évvel ezelőtt megtette ezt. Fontos kiemelni, hogy Péter bizonyítása lényegesen egyszerűbb volt amerikai kollégájánál.²⁷

1927-ben szerezte meg középiskolai tanári oklevelét matematika-fizika szakon. Ezt követően 1935-ben doktori értekezésén munkálkodott, amellyel elnyerte a summa cum laude fokozatot. Ennek tárgyköre a rekurzív függvények kutatása volt.²⁸ 1950-ben magántanári képesítést szerzett a matematika alapjai témakörben.²⁹

3.2. Kutató matematikus és pedagógus

A magyar matematikusnő holtpontként élte meg azt, hogy a tökéletes számok körében tett felfedezését már egy másik, tengeren túli matematikus is bizonyította. Jó barátjának,

²⁴ Péter Rózsa: A gyakorlati hasznosság ellen is vét, aki háttérbe akarja szorítani a tiszta matematikai kutatásokat. In: Magyar Tudomány, 1973/9. sz., pp. 592-595., pp. 593.

²⁵ Pólya György – Szegő Gábor: Feladatok és tételek az analízis köréből I-II., Budapest, 1980-1981.

²⁶ Péter Rózsa: A gyakorlati hasznosság ellen is vét, aki háttérbe akarja szorítani a tiszta matematikai kutatásokat. Magyar Tudomány, 1973/9. sz., pp. 592-595., pp. 593.

²⁷ Dömölki-Makkai-Ruzsa-Surányi: Péter Rózsa munkássága In: Matematikai Lapok, 1965/3-4.sz., pp. 171-184., pp. 171-172.

²⁸ Somogyi Tímea: Péter Rózsa, a matematika „nagyasszonya” In: Természet Világa, 2007/4.sz., pp. 54-57., pp. 54.

²⁹ Kozák Péter: Péter Rózsa <https://www.nevpont.hu/palyakep/peter-rozsa-84cdd> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

Kalmár Lászlónak biztatására új kutatási területek felé vette az irányt, szavai ösztönzően hatottak Péterre: „*Nem maga méltó arra, hogy matematikával foglalkozzék, hanem a matematika méltó arra, hogy vele foglalkozzanak.*”³⁰

Évfolyamtársa Péter Rózsa figyelmét Kurt Gödel korszakalkotó cikkének számelméleti segédeszközeire irányította, s motiválta abban, hogy a használatos számelméleti függvények rekurzivitását ezen cikk elolvasása nélkül próbálja bizonyítani. Ennek a matematikai problémának a kutatásával tért vissza az önbizalma.³¹ A rekurzív függvények után való vizsgálódásait 1932-ben kezdte, és egész életén át pályájának meghatározó része maradt.³²

Ezen a ponton mindenképp érdemes elidőzni annál a matematikai kérdésnél, hogy mik azok a rekurzív függvények. A természetes számok sorozatáról elmondható, hogy 0-tól indulva az 1 hozzáadásával minden természetes számhoz egyszer eljutunk. Ennek alapján értelmezett a természetes számok körében a függvények olyan megadása, hogy értéküket megadjuk a 0 helyen, továbbá egy olyan folyamatot, amely során kiszámítható $n+1$ helyen felvett értékük, ha az előző helyeken felvett értékeket is ismerjük. Rekurziónak a függvény egy ilyen megadási módszerét nevezzük, s az ily módon leírható függvények a rekurzív függvények. A matematikai alapjaira vonatkozó kutatásokban ezek a függvények fontos szerepet játszottak, ugyanis egy-egy helyen felvett értékük kiszámítására hatékony eljárást ad definíciójuk, miközben csak véges halmazokra történik hivatkozás.³³

Amikor Péter vizsgálódni kezdett ezen a tudományterületen, még nagyon fejletlen volt a rekurzív függvények elmélete. Ezt bizonyítja, hogy számos szerző különböző rekurziófogalmat használt, de csak az Wilhelm Ackermann német matematikus által kiadott dolgozat taglalta a rekurzív függvények két különböző rekurziófogalomhoz tartozó osztályának egymáshoz való viszonyát. A témakörrel több matematikus is foglalkozott, mint például David Hilbert, Stephen Cole Kleene, és tanítványa, Alonzo Church is.³⁴

A matematikusnő kutatásai során szerzett eredményeiről először az 1932. évi zürichi Nemzetközi Matematikai Kongresszuson számolt be. Paul Isaac Bernays svájci matematikus az előadása részletes kidolgozását a *Mathematische Annalen* tudományos folyóirat számára el is kérte. Az 1930-as évek második felében a matematikus közvélemény a rekurzív függvények elméletének szakértőjeként tartotta számon. Péter Rózsa az 1936-ban tartott

³⁰ Somogyi Tímea: Péter Rózsa, a matematika „nagyasszonya” In: Természet Világa, 2007/4.sz., pp. 54-57., pp. 55.

³¹ Péter Rózsa: A gyakorlati hasznosság ellen is vét, aki háttérbe akarja szorítani a tiszta matematikai kutatásokat. In: Magyar Tudomány, 1973/9. sz., pp. 592-595., pp. 593.

³² Kalmár László ajánlása

³³ Dömölki-Makkai-Ruzsa-Surányi: Péter Rózsa munkássága In: Matematikai Lapok, pp. 171-184., pp. 172.

³⁴ Kalmár László ajánlása

oszlói kongresszuson magasabb fokú rekurziókkal foglalkozott. Ezek úgy jönnek létre, ha megengedjük a függvényváltozóktól is függő függvények definiálását. A magyar matematikusnő rámutatott, hogy az első fokozatban többszörös rekurzióval definiált függvények, mint például az Ackermann-féle függvény a második fokozatban már primitív rekurziók és helyettesítések segítségével definiálhatók.³⁵ 1937-ben az amerikai *The Journal Symbolic Logic* szakfolyóirat szerkesztőségi tagjának választották, s az itt végzett szerkesztői munkásságát a második világháború alatt svájci közvetítéssel folytatta.³⁶ Vizsgálódásainak újabb külföldi elismerését jelentette, hogy 1955-ben a *Zeitschrift für mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik* című lap szerkesztőbizottsági tagjának is felkérték a Német Demokratikus Köztársaságban tett előadó útja során. Nemzetközi elismertségét az is fémjelzi, hogy rendszeresen kapott meghívást a különböző országokban lebonyolított tudományos rendezvényekre, amelyeken a matematikai logika gyakorlati alkalmazásairól esett szó.³⁷ Az Egyesült Államokbeli Princetonban kiadott, matematikai logika folyóiratának impresszumában a *consulting editorok* között számtalanszor szerepelt Péter neve.³⁸

Az 1948. évi amszterdami filozófiai kongresszuson ugyan nem tudott megjelenni, de itt vetődött fel egy monográfia-sorozat kiadásának terve. Ennek kapcsán kérték fel Pétert arra, hogy a rekurzív függvények témáját ő dolgozza fel. Így jelent meg 1951-ben a világ első összefoglaló monográfiája a rekurzív függvények elméletéről nyújtott eredményeiről, melyet az Akadémia Kiadó adott ki. Ezen írás a *Rekursive Funktionen* címet viseli.³⁹ Ez a monográfia részletesen foglalkozik a különböző rekurzió-fogalmakkal, azok kapcsolatával, és a redukciós eredményekkel is. Fontos szerepet kap benne az elmélet matematikai alkalmazása is. A mű népszerűségét az is növelte, hogy könnyed stílusban íródott, és a lényeges elemek kiemelésére fókuszált. Emellett Péter szerzőként nagy gondot fordított arra is, hogy a legnehezebb problémákat is szemléletes nézőpontokból közelítse meg.⁴⁰

³⁵ Dömölki-Makkai-Ruzsa-Surányi: Péter Rózsa munkássága In: Matematikai Lapok, 1965/3-4.sz. pp. 171-184., pp. 176.

³⁶ Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére In: Matematikai Lapok, 1977/1-2.sz., pp. 125-137., pp. 126.

³⁷ Kalmár László ajánlása

³⁸ Péter Rózsa: A gyakorlati hasznosság ellen is vét, aki háttérbe akarja szorítani a tiszta matematikai kutatásokat. In: Magyar Tudomány, 1973/9. sz., pp. 592-595., pp. 593.

³⁹ Péter Rózsa: *Rekursive Funktionen*. Budapest, 1951.

⁴⁰ Dömölki-Makkai-Ruzsa-Surányi: Péter Rózsa munkássága In: Matematikai Lapok, 1965/3-4.sz., pp. 171-184., pp. 178.

Péter monográfiája világsiker volt. Ezt mi sem bizonyítja jobban, hogy több nyelvre is lefordították, angol, orosz és kínai kiadásban is megjelent. 1954-ben jelent meg a könyv a Szovjetunióban, melynek bevezetőjében Andrej Nyikolajevics Kolmogorov szovjet matematikus a következőképpen méltatja magyar kolléganőjét: *„A könyv szerzője, Péter Rózsa, jól ismert magyar matematikus, akinek fontos része volt a rekurzív függvények modern elméletének megalkotásához vezető kezdő lépésekben. 1932—1935 közötti munkái, melyek főleg a primitív rekurzív függvények osztálya tényleges terjedelmének tisztázására irányultak, lényeges mértékben hozzájárultak a ‚rekurzivitás’ azon szélesebb eszméjének kikristályosításához, amelyet az általános, ill. a parciális rekurzív függvény fogalma fejez ki.”*

Péter Rózsa által általánosított rekurzív függvények fogalma jelentős alkalmazásoknak adott új irányt. Ide tartozik például a programozási nyelvek elmélete, s ezen keresztül a modern számítástechnika, a matematikai nyelvészet, a formalizált nyelvek közötti fordítás, a logikai optimalizálás is. 1960 óta publikált írásai főként a rekurzív függvények általánosított elméletének alkalmazási problematikájával érintkeznek.⁴¹

1972-ben az egyetemről ismert jó barátja, az akadémikus Kalmár László ajánló levelet írt számára azzal a céllal, hogy Pétert a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává válasszák. Kalmár levelében ismertette kolléganője a matematikai kutatásokban, és a pedagógusi pályán folytatott tevékenységét is. Az Akadémia az 1973. évi közgyűlésén Péter Rózst levelező taggá választotta, így egy kiváló érdemeket szerzett tudóst tudhatott maga mellett.⁴² A tudós a következőképp vélekedett a Magyar Tudományos Akadémia munkásságáról: *„Úgy gondolom, a mai megváltozott helyzetben az Akadémia feladata: örködni azon, hogy a valódi tudományos értékek és csakis azok kapják meg az őket megillető helyet és teret.”*⁴³

A rekurzív függvények számítógépre való alkalmazásának területén végzett vizsgálódásait 1976-ban, halála előtt fél évvel foglalta össze a *Rekursive Funktionen in der Komputer-Theorie* című írásában⁴⁴. Ebben a műben ismertette kutatásait az Algol-programozásról, és a fordítóprogramok elméletéről, lezárva ezzel saját életművét.⁴⁵

⁴¹ Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére In: Matematikai Lapok, 1977/1-2.sz., pp. 125-137., pp. 131.

⁴² Kalmár László ajánlása

⁴³ Somogyi Tímea: Péter Rózsa, a matematika „nagyasszonya” In: Természet Világa, 2007/4.sz., pp. 54-57., pp. 54.

⁴⁴ Péter Rózsa: Rekursive Funktionen in der Komputer-Theorie. Budapest, 1976.

⁴⁵ Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére In: Matematikai Lapok, 1977/1-2.sz., pp. 125-137., pp. 132.

A matematika-fizika szakos tanári oklevél megszerzése után nem alakult zökkenőmentesen Péter Rózsa pedagógusi pályája. Kezdetben nem volt állandó munkája, majd 1928 és 1929 között a Pesti Izraelita Hitközség óraadó tanára lett.⁴⁶ Ebben az időszakban az ország helyzetét megnehezítette az 1929-ben bekövetkezett nagy gazdasági válság is, amelynek hatásait világszerte érezni lehetett. Több középosztálybeli ember elveszítette az állását, a diplomás réteg is kétkezi munkához folyamodott. Péter ezekben az ínséges években sem adta fel a reményt annak ellenére sem, hogy nem volt állandó tanári állása. Többnyire a rekurzív függvények elméletén végzett kutatásait és publikációit helyezte előtérbe. Emellett matematika korrepetálásokból tartotta fenn magát magántanárként, ugyanis Péter állítása szerint az iskolai óradíjból való megélhetés szinte lehetetlen volt.⁴⁷

A magyar matematikusnő 1930 és 1939 között Budapest polgári iskoláiban tanított ideiglenes státuszban.⁴⁸ Ezekben az években már nemzetközi elismertségre tett szert, ugyanakkor ez Magyarországon arra sem volt elég, hogy polgári iskolai rendes tanárrá nevezzék ki. Az ipari iskolában Péter azt az ígéretet kapta, hogy amennyiben oklevelet szerez a Közgazdasági Egyetem tanárszakján, helyettesitanárként fogják előléptetni. A képesítést ugyan sikerült megszereznie, a kinevezés azonban elmaradt. Ugyanakkor a tudósasszonynak nem csak matematika és fizika órákat tartott, hanem olyan tantárgyakat is, amelyekhez nem volt képesítése. Ide tartozott például a természetrajz, a kémia, a háztartástan, a főzés tudománya, valamint a zsinórírás is.⁴⁹ Pétert gimnáziumi tanárrá még tanára, Fejér Lipót ajánlása ellenére sem nevezték ki.⁵⁰

1939-ben a magyarországi parlament elfogadta a második zsidótörvényt, melynek következtében a zsidók nem taníthattak. Az 1939. évi IV. törvénycikk ötödik paragrafusa a következőképpen rendelkezett:

„Tisztviselőként vagy egyéb alkalmazottként zsidó nem léphet az állam, törvényhatóság, község, úgyszintén bármely más köztestület, közintézet vagy közüzem szolgálatába. (...)

⁴⁶ Kozák Péter: Péter Rózsa <https://www.nevpont.hu/palyakep/peter-rozsa-84cdd> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

⁴⁷ J.J. O'Connor - E.F. Robertson: Rózsa Péter <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Peter/> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

⁴⁸ Kozák Péter: Péter Rózsa <https://www.nevpont.hu/palyakep/peter-rozsa-84cdd> (Letöltés dátuma: 2023.12.30)

⁴⁹ Péter Rózsa: A gyakorlati hasznosság ellen is vét, aki háttérbe akarja szorítani a tiszta matematikai kutatásokat. In: Magyar Tudomány, 1973/9. sz., pp. 592-595., pp. 594.

⁵⁰ Kalmár László ajánlása

A közép-, a középfokú és a szakiskolákban oktatást végző zsidó tanárokat, a népiskolákban oktatást végző zsidó tanítókat (...) nyugdíjazni kell, illetőleg az erre irányadó szabályok szerint a szolgálatból végkielégítéssel el kell bocsátani.”⁵¹

Péter 1940-től 1944-ig ismét visszatért a Pesti Izraelita Hitközség leánygimnáziumába mint óraadó és helyettesítő tanár.⁵²

A nyilas uralom alatt pedagógusi munkája félbeszakadt, Péternek bujkálnia kellett a nyilas csoportok kegyetlenkedései elől.⁵³ A kemény háborús évek alatt Péter Rózsa figyelme a matematika belső szükségleteire irányult. Úgy tartotta, hogy a legnehezebb körülmények között is lehet az általa kedvelt tantárggyal foglalkozni, ugyanis csak papír és ceruza szükséges hozzá. Számára ez a tudomány egy belső menekülés lehetőségét nyújtotta.

Az szovjet csapatok bevonulását követően Péter számára elérkezett az „aranykor” pedagógusi pályáján. 18 évvel a középiskolai tanári oklevél megszerzése után, 1945-ben megkapta első középiskolai rendes tanári kinevezését. Nagy örömmel töltötte el, hogy ettől kezdve csak és kizárólag matematikát taníthatott. Ebben az időszakban úgy gondolta, hogy minden állást megkaphat, csak át kellett gondolnia, mire lenne a legalkalmasabb. Nagy álma volt, hogy a Pedagógiai Főiskolán taníthasson, ami hamarosan be is következett.

1947-ben Péter állást vállalt a Pedagógiai Főiskolán. Eközben az ELTE-n a *Matematika alapjai* elnevezésű kötelező tárgy oktatását vállalta óradíj fejében.⁵⁴ Hivatása a matematika tanítása és népszerűsítése volt. Amikor létrehozták a Pedagógiai Főiskolán az önálló matematika tanszéket, megbízták annak vezetésével.⁵⁵ Péter Rózsa élete egyik legboldogabb szakaszaként emlékezett vissza erre az időszakra, ugyanis itt nevelhette a leendő pedagógusokat a matematika szeretetére, valamint a logikus gondolkodás csíráinak felfedezésére. Jelentős szerepet szánt a személyiséget átható készség- és magatartásformák kialakítására.⁵⁶ Érett pedagógusi tapasztalatainak köszönhetően felkészítette és támogatta a neves Fazekas Mihály Gimnázium matematikai diákolimpiák győzteseit is. Jelentős

⁵¹ <https://net.jogtar.hu/ezer-ev-torveny?docid=93900004.TV&searchUrl=/ezer-ev-torvenyei%3Fpagenum%3D42> (Letöltés dátuma: 2024.01.04.)

⁵² Kozák Péter: Péter Rózsa <https://www.nevpont.hu/palyakep/peter-rozsa-84cdd> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

⁵³ J.J. O'Connor és E.F. Robertson: Rózsa Péter. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Peter/> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

⁵⁴ Péter Rózsa: A gyakorlati hasznosság ellen is vét, aki háttérbe akarja szorítani a tiszta matematikai kutatásokat. In: Magyar Tudomány, 1973/9. sz., pp. 592-595., pp. 594.

⁵⁵ Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére. In: Matematikai Lapok, 1977/1-2. sz., pp. 125-137., pp. 133-134.

⁵⁶ Császár Ákos: Péter Rózsa. In: Matematikai Lapok, 1974/3-4. sz., pp.257-258., pp. 257.

érdemeket szerzett az alsófokú és a középiskolai matematikaoktatás korszerűsítésében és a matematika szakos tanárképzés színvonalának világszínvonalra emelésében.⁵⁷

1955-ben megszűnt a főiskola, ezután Pétert az Eötvös Loránd Tudományegyetem professzorának nevezték ki. Az egyetemen tartott órái nem csak szakmailag, hanem módszertani szempontból is hozzáadott értékkel bírtak a leendő pedagógusok számára.⁵⁸ Elsősorban a halmazelméletről és a matematikai logikáról tartott előadásokat. Fontosnak tartotta a tanárjelöltek számára az elégséges tanítási gyakorlat megszerzését.⁵⁹

Péter Rózsa kulcsfontosságú szerepet vállalt a magyarországi matematikaoktatás megreformálásában, aminek érdekében a kutatómunkáit is háttérbe szorította. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Tanárképző Tanácsának matematikai szakfelügyelői csoportjának vezetőjeként aktívan kivette a részét a tanárjelöltek nevelésében. Emellett kiemelt figyelmet fordított a gyakorlóiskolák színvonalának emelésére, s ezen intézmények matematikatanárainak kiválasztásában. Surányi János matematikus kollégájával szakmai szemináriumot irányítottak, amely a jövőbeni matematikus nemzedék nevelését segítette. Több fiatal kutató ezen szeminárium keretein belül mutathatta be első eredményeit.⁶⁰

A Köznevelési Tanács tantervkészítő bizottságának oszlopos tagjaként vállalkozott arra, hogy különféle iskolatípusok új szellemű matematikai tantervét elkészítse. Emellett foglalkozott tankönyvpályázatok és tantervek bírálásával is. Több szakkört és előadást is tartott különböző ifjúsági szervezetekben, a fővárosi népművelés keretein belül, valamint a rádióiskolán is. A dolgozók gimnáziumában, valamint a tanítók nyári szakosító tanfolyamán is tanított. 1946-ban *A tanító matematikakönyve* című pályázatával sikerült elnyernie a Magyar Tudományos Akadémia első díját. Aktívan részt vállalt az újszellemű matematika tankönyvek írásában, amelyeket Gallai Tibor akadémikus kollégájával közösen alkotott meg.⁶¹

Péter Rózsa jelentősen kivette részét a folyamatban levő oktatási reform munkálataiból. 1973-tól haláláig tagja és szorgos résztvevője volt a MTA Elnökségi Közoktatási Bizottsága Matematikai Albizottságának, valamint az utódként működő MTA—OM Köznevelési Bizottság Matematikai Munkabizottságának. 1973-tól tevékenyen kísérte figyelemmel a Bolyai János Matematikai Társulat irányította középiskolai matematikatanítási kísérleteket.

⁵⁷ Kardos István: A matematika nagyszasszonya. In: Ezredvég, 2006/1. sz., pp.105-106., pp. 106.

⁵⁸ Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére In: Matematikai Lapok, 1977/1-2. sz., pp. 125-137., pp. 134.

⁵⁹ Császár Ákos: Péter Rózsa In: Matematikai Lapok, 1974/3-4. sz., pp. 257-258., pp. 258.

⁶⁰ Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére In: Matematikai Lapok, 1977/1-2. sz., pp. 125-137., pp. 134.

⁶¹ U.a. 133.

E kísérletek elvi-tartalmi irányítása mögött az ő kitartó munkája áll. Péter nagy teherbírásáról az is árulkodik, hogy az elkészített feladatlapokat, munkafüzeteket, könyvrészleteket éjt nappallá tevő munkával lektorálta. Hasznos tanácsokkal szolgált a szervezőknek és a tanároknak. Élete utolsó két évében, súlyos betegségével küzdve is hangsúlyozta a tanítás módszertanának fontosságát.

Péter Rózsa a Bolyai János Matematikai Társulat tiszteletbeli elnöke és az Emlékörző Bizottság elnöke volt. Nagyrészt az ő tevékenységének köszönhető, hogy világhírű matematikusaink, Fejér Lipót és Riesz Frigyes emlékét utcanévek őrzik Budapesten. Péter iskolai szakköröket hozott létre elhunyt matematikusaink sírjának felkutatására és ápolására.⁶² A társulat az ő kezdeményezésére több kitüntetést is alapított. 1970-től napjainkig évente legfeljebb egyszer adományozható a Szele Tibor emlékérem azon tehetséges matematikusoknak, akik kiemelkedően segítik és irányítják a magyar matematika tudományos utánpótlásának nevelését.⁶³ Szintén 1970-ben alapította meg a társulat a Rényi Kató emlékdíjat, amelyet évente legfeljebb négy alkalommal adhatnak ki. Erre a kitüntetésre olyan magyarországi középiskolai diákok, egyetemi hallgatók lehetnek jogosultak, akik a kitüntetés évében huszonötödik életévüket még nem töltötték be és a matematika valamely ágában önálló tudományos eredményt értek el. Szele Tibor Kossuth-díjjal kitüntetett matematikus, míg Rényi Kató a matematikai tudományok kandidátusa volt.⁶⁴ Péter nagy álma volt, hogy a Budapesti Műszaki Egyetemet König Gyuláról, egykori rektoráról, a neves magyar matematikusról nevezzék el, de ez nem teljesült.⁶⁵

Péter elutasította a nagyképűséget, a hamis méltóságot. Díjazta az okos humort, a szavakkal való művészi játékot, de nem szívlelte az adott szóval üzőt játékot. Tanítványaiban és munkatársaiban egyaránt sokra becsülte az embert, osztozott személyes problémáikban, segítette őket nehezebb napjaikon is. Bátor és önzetlen módon állt ki azokért, akiket támogatására méltónak érzett.⁶⁶

Nekrológiájában úgy fogalmaztak, hogy Péter Rózsa szelleme matematikai és pedagógiai munkásságában egyaránt közöttünk él. Emlékét munkatársai, barátai és tanítványai különös szeretettel és tisztelettel őrzik, hiszen nagyon sokat köszönhetnek neki.⁶⁷

⁶² U.a. 134.

⁶³ <https://www.bolyai.hu/dijak-szele-tibor-emlekerem> (Letöltés dátuma: 2024.01.07.)

⁶⁴ <https://www.bolyai.hu/dijak-renyi-kato-emlekdij> (Letöltés dátuma: 2024.01.07.)

⁶⁵ Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére In: Matematikai Lapok, 1977/1-2. sz., pp. 125-137., pp. 134.

⁶⁶ Hajnal András: Emlékezés Péter Rózsa születésének 75. évfordulóján. In: Népszabadság 1980/40. sz., pp. 13.

⁶⁷ Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére In: Matematikai Lapok, 1977/1-2. sz., pp. 125-137., pp. 134.

3.3. Ismeretterjesztő művei, díjai és kitüntetései

Péter Rózsa a kutatói és pedagógusi tevékenysége mellett ismeretterjesztő könyvek írásával is foglalkozott. A matematika népszerűsítésére és megszerettetésére született első, és egyben legnépszerűbb műve a *Játék a végtelennel* címet kapta, amelyről a későbbiekben még részletesen szó lesz.

Az akadémikusnő élete során több intézményben is tanított matematikát, s már pályafutása első éveiben megfogalmazódott benne a tantárgy oktatási, módszertani reformjának szükségessége. 1948-ban, az Egyetemi Nyomda kiadásában jelent meg *A számok világa* című, gondosan megszerkesztett ismeretterjesztő műve, amely bőséges anyagot ölel fel.⁶⁸ Péter könyve megvilágítja a valós számok fogalmát és a velük történő műveleteket, a számtani és mértani sorozatokat. Emellett az olvasó megismerkedhet a kombinatorikai ismeretekkel, a halmazelmélettel, továbbá átfogó képet kaphat az integrálszámításról is.⁶⁹

Péter Gallai Tibor matematikussal közösen írta meg matematikatankönyvét a négyosztályos gimnáziumok számára. 1949-ben jelent meg *Matematika a középiskolák I. osztálya számára* című tankönyvük,⁷⁰ Egy évvel később, 1950-ben került kiadásra második, középiskolás diákoknak szóló könyvük *Matematika a középiskolák II. osztálya számára* címmel. Ezek a matematikatanításra szánt könyvek felölelik napjaink matematikaóráinak algebra és geometria törzsanyagát. A könyv „Algebra” című fejezetében tárgyalásra kerül bennük a törtek, az egyenletek és egyenletrendszerek, a hatványozás, valamint az azonosságok szemléltetése. A „Geometria” részben megtalálható a Thálész-tétel, a szögek közötti összefüggések, valamint a különböző tükrözési eljárások is.⁷¹ Ezek a nagy igényességgel megírt tankönyvek a *Köznevelés* című folyóirat „minisztériumi rendeletek, közlemények” rovatában is fellelhetők, mint a szaktanári tanfolyamok kötelező irodalma.⁷²

Gallai Tibor Péterhez hasonlóan szintén izraelita vallású volt, eredeti vezetékneve Grünwald volt. 1930-tól a matematikusnőhöz hasonlóan Gallai a Magyar Királyi Pázmány Péter Tudományegyetem matematika-fizika szakán folytatta tanulmányait.⁷³ Továbbá közös

⁶⁸ Az 1953. évi Beke Manó-émlékdíj bizottságának jelentése. In: Matematikai Lapok 1955/2-3. sz., pp. 241-143., pp. 241

⁶⁹ <https://www.antikvarium.hu/konyv/peter-rozsa-a-szamok-vilaga-173479-0> (Letöltés dátuma: 2024.03.18.)

⁷⁰ Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, 2021. pp.12-13.

⁷¹ <https://www.antikvarium.hu/konyv/peter-rozsa-gallai-tibor-matematika-714117-0> (Letöltés dátuma: 2024.03.18.)

⁷² Köznevelés – Minisztériumi rendeletek, közlemények. 1951/1-3.sz.

⁷³ Varga Antal: Gallai Tibor. In Polygon, 2009/1. sz., pp. 1-6., pp. 1-2.

kapcsolódási pontjuk még, hogy a II. világháború után mindketten tanári munkát vállaltak a Budapesten található Abonyi utcai zsidó gimnáziumban, ahol az 1938-as zsidótörvény alapján a zsidó tanárok egyetemről történő kiszorításával egy nagyon színvonalas középiskola jöhetett létre. Az intézmény tanárai között több tudós és művész is volt, akikből később egyetemi tanárok és akadémikusok lettek.⁷⁴

Az évek során a tudományos társaságok rengeteg neves díjat, kitüntetést alapítottak, amelyek szinte az élet minden területét, szakmáját felölelik. A kitüntetett nemek aránya között azonban jelentős különbségeket vélhetünk felfedezni. A tudományok területén is érzékelhetjük, hogy a férfi tudósok nagyobb számban kapnak díjat.⁷⁵

Péter Rózsát, az első női akadémikus matematikus munkásságát Magyarországon és külföldön is egyaránt elismerték. Színvonalas kutatói, illetve pedagógiai tevékenysége révén számos kitüntetésben részesítették pályája során.

1951-ben Pétert a rekurzív függvények elméletében végzett kutatásaiért a Kossuth-díj II. fokozatával tüntették ki. A díjhoz a fokozatnak megfelelő pénzjutalom is jár, így a matematikusnőt húszezer forint illette meg. A rangos kitüntetést 1948-ban alapította a Magyar Országgyűlés az 1848. március 15-e centenáriuma alkalmából.

Péter Rózsát 1952-ben a matematikai tudományok doktorává avatták, majd egy évvel később, 1953-ban a Bolyai János Matematikai Társulat által alapított rangos Beke Manó-díjban részesült pedagógiai és tudománynépszerűsítő érdemeiért. Ezen kitüntetést a társulat 1951-ben alapította, melynek célja a matematikai gondolkodásra nevelés és a matematikát népszerűsítő munka elismerése, serkentése és támogatása volt. A díj névadója Beke Manó, aki kiváló tudós és akadémikus volt, valamint a matematikai nevelés egyik nagy alakjának számított. A Beke Manó-emlékdíj elsősorban hosszabb időintervallumon végzett színvonalas és eredményes matematikai nevelő-oktató munkáért járt.⁷⁶

1967-ben a professzorasszonyt a Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa által adományozott Munka Érdemrend arany fokozatával tüntették ki. A díjra azon polgári személyek jogosultak, akik a Magyar Népköztársaság érdekeinek szolgálatában és ezek támogatásában, a szocializmus építése terén kiemelkedő érdemeket szereznek.⁷⁷ Kalmár

⁷⁴ Erdei Hajnalka-Martón Péter: Élet a zsidó-gimnáziumban. In: História, 1988/2-3.sz., pp.61-62., pp. 61.

⁷⁵ Dián Dóra: Kevesebb Kossuth-díjas nő van, mint László és István nevű jutalmazott együttvéve <https://wmn.hu/kult/60085-kevesebb-kossuth-dijas-no-van-mint-laszlo-es-istvan-nevu-jutalmazott-egyuttveve> (Letöltés dátuma: 2024.01.08.)

⁷⁶ <https://www.bolyai.hu/dijak-beke-mano%20emlekdij> (Letöltés dátuma: 2024.01.08.)

⁷⁷ http://users.atw.hu/sinkovics/kituntet/images/35_munkaErdemrend/munkaErdem.html (Letöltés dátuma: 2024.01.08.)

László által írt ajánlólevelében is találhatunk olyan sorokat, amelyek bemutatják Péter Rózsa Párthoz fűződő viszonyát:

„Környezetére való hatását mindig haladó eszmék, a Párt célkitűzései mellett való határozott kiállás (...) jellemezte. (...) lényeges kérdésekben engedményt nem hajlandó tenni, a szocializmus ügye szempontjából alapvető kérdésekben nem ismer tréfát.”⁷⁸

1970-ben Péter elnyerte az a Magyar Népköztársaság Állami Díjának I. fokozatát is. Az 1963-ban megalapított kitüntetés kiemelkedő tudományos, gazdasági és műszaki eredmények, illetve a nevelőmunka és a gyógyítás területén elért kimagasló teljesítmények elismeréseként adományoztak, 1990-ben megszűnt, helyébe a Széchenyi-díj lépett.⁷⁹

1974-ben Péter munkásságát a tudományos egyesületek által létrehozott Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége MTESZ-Díjjal ismerték el. Ezen, napjainkban is aktívan működő szövetség céljai közé tartozik a reálértelmiség tudományos értékeinek védelme és fejlesztése, valamint a tudományos műveltség terjesztése és gyakorlatban történő alkalmazásának elősegítése.⁸⁰

Egy évvel később, 1975-ben a kormány a Magyar Népköztársaság Zászlórendje II. fokozatával tüntette ki. Az állami kitüntetést 1956-ban alapította meg a Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa. Az 1956. évi 17. törvényerejű rendelet a következőket határozza meg az adományozásáról: *„A Magyar Népköztársaság Zászlórendjét a Minisztertanács elnöke - külföldi állampolgárok esetén a külügyminiszter - előterjesztésére a Népköztársaság Elnöki Tanácsa adományozza olyan magyar és külföldi állampolgárok részére, akik a békéért folyó harc, vagy államunk építésében, illetve a Magyar Népköztársaság és külállamok közötti együttműködés és baráti kapcsolatok fejlesztése, valamint az országok közötti egyetértés, a kölcsönös bizalom légkörének elősegítése, a nemzetközi béke és biztonság megszilárdítása érdekében kifejtett munkásságukkal kimagasló érdemeket szereztek.”⁸¹*

Péter Rózsa élete során szerzett kitüntetései tiszteletreméltó tudását és pedagógiai szakértelmét igazolják. Ezeket az elismeréseket a kommunista diktatúra időszakában szerezte, s több kitüntetést tudhatott magáénak az állam szolgálata miatt. Ezekből az információkból arra következtethetünk, hogy a matematikusnő szimpatizált vagy legalábbis pragmatikusan elfogadta a szovjet típusú rendszert. 1945 után számos magyar zsidó lépett

⁷⁸ Kalmár László ajánlása

⁷⁹ https://tortenet.oszk.hu/html/magyar/06jelentos_szemelyek/allami_dij.htm (Letöltés dátuma: 2024.01.08.)

⁸⁰ <https://web.archive.org/web/20120818204623/http://www.mtesz.hu/01menu/011index.htm> (Letöltés dátuma: 2024.01.18.)

⁸¹ https://jogkodex.hu/jsz/1956_17_tvr_9235499 (Letöltés dátuma: 2024.01.18.)

be baloldali pártokba, antiszemitizmus elleni fellépést remélve. Mivel Péter is zsidó származású volt, és megélte a II. világháború borzalmait, bujkálásra is kényszerült. Feltételezhetően ezekkel is magyarázható Péter pragmatikus hűsége a kommunista rendszerhez.⁸²

3.4. Halála és emlékezete

Péter Rózsa, a matematikai logika egyik úttörője 1977. február 16-án – születésnapja előtt egy nappal – 72. életévében hunyt el Budapesten, egy szerdai napon.⁸³

Halálát hosszan tartó betegség előzte meg, ugyanis 1975-ben rákot diagnosztizáltak nála. Állapotát diákjai előtt sem titkolta. A súlyos műtét ellenére is töretlen maradt, előadásait úgy rendezte át, hogy csak egyet kelljen elmulasztania. Élete utolsó pillanataiban is a tanítást helyezte előtérbe, s továbbra is nyitott volt az új iránti érdeklődése.⁸⁴

Rózsa hamvait a fővárosi Farkasréti temetőben helyezték végső nyugalomra, a Kodály-körönd 20-as számú parcellájának 4-es, márványlappal fedett fülkéjében. A hely Kodály Zoltán magyar zeneszerzőről kapta a nevét, akit hagyományos, sírhantos módon temettek el. A zeneszerző mellett kialakított sírhelyek akademikusok végső nyughelyéül szolgálnak.⁸⁵

A matematikusnőt az Eötvös Loránd Tudományegyetem, valamint a Magyar Tudományos Akadémia saját halottjának tekintette.⁸⁶ A gyászszertartáson a Magyar Tudományos Akadémia nevében Tarján Imre akadémikus, az MTA Matematikai és Fizikai Osztályának elnöke, az Eötvös Loránd Tudományegyetem nevében Császár Ákos matematikus, egyetemi tanár, a barátok nevében Hajnal András matematikus, egyetemi tanár búcsúztatta. 2004-ben a Nemzeti Emlékhely és Kegyeleti Bizottság sírhelyét védetté nyilvánította.⁸⁷

A magyar matematikusnő, Péter Rózsa úrt hagyott maga után a matematika és a tudományos élet minden egyes területén. Kiemelkedő volt kutatói, pedagógusi, valamint könyvírói tevékenysége, ennek köszönhetően nevét az egész világon ismerték. Életét a matematika tudományának szentelte, számos rangos kitüntetést, elismerést kapott a

⁸²http://www.holokausztmagyarorszag.hu/index.php?section=1&chapter=1_1_5&type=content (Letöltés dátuma: 2024.03.11.)

⁸³ Elhunyt Péter Rózsa. In: Magyar Hírlap 1977/41. sz., pp. 6.

⁸⁴ <https://nava.hu/id/4062167/> (Letöltés dátuma: 2024.03.11.)

⁸⁵ Somogyi Tímea: Péter Rózsa, a matematika „nagyasszonya”. In: Természet Világa, 2007/4.sz., pp. 54-57., pp. 54.

⁸⁶ Elhunyt Péter Rózsa. In: Magyar Hírlap 1977/41. sz., pp. 6.

⁸⁷ Kozák Péter: Péter Rózsa. <https://www.nevpont.hu/palyakep/peter-rozsa-84cdd> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

tudóstársadalomtól. Péter ugyan férj és gyermek nélkül távozott az élők sorából, de sohasem volt magányos. A professzorasszony matematikus munkatársai, barátai, illetve az egyetemen tanított diákjai tettek arról, hogy neve fennmaradjon az utókor számára.

A matematika „nagyasszonyáról” halála után több visszaemlékezést, nekrológot is olvashatunk a korszak meghatározó folyóirataiban a hozzá közelálló személyektől, akik lerótták tiszteletüket a magyar női tudós előtt.

Császár Ákos Kossuth-díjas magyar matematikus, egyetemi tanár, az MTA rendes tagja többek között a *Matematikai Lapok* című folyóiratban emlékezett meg Rózsa életéről és munkásságáról. Császár színes egyéniségként írta le a matematikusnőt, aki barátait és tanítványait egyaránt rajongva szerette, s önzetlenül támogatta őket. Érdeklődése sok területet felölelt, amelyet a szemináriumok, előadások alkalmával szívesen megosztott diákjaival is. A matematika tudománya mellett egyaránt szoros kapcsolatot ápolt a művészettel és irodalommal egyaránt. Szabadidejét szívesen töltötte sajtóbemutatókon, emellett filmkritikák írásával és versek fordításával is foglalkozott. Tanítványai életét, pályafutását mindig vigyázó szemekkel kísérte, sikereikben pedig boldogan osztozott. Ugyanakkor a végsőig kiállt mellettük az igaz ügy érdekében, ezért ismerősei szenvedélyes és makacs vitatkozóként nyilatkoztak róla. Az ellentmondókra ugyan nem tudott haragudni, de az opportunistákra, valamint az alakoskodó személyeket mélységesen megvetette.⁸⁸

Császár Ákos mellett Hajnal András magyar matematikus, egyetemi tanár, az MTA rendes tagja a Magyar Tudományos Akadémia hivatalos közlönyébe írt egy megemlékező rovatot Péter Rózsáról. Hajnal munkássága a halmazelmélet és a kombinatorika területén volt kimagasló, ugyanakkor 1982 és 1992 között az MTA Matematikai Kutatóintézet igazgatói posztját töltötte be. A matematikus Péter Rózsa életének utolsó hetében meglátogatta a kórházban, aki testileg ugyan megtörve, de lángoló szellemmel feküdt. Jó társaságként emlékezett meg Hajnal a munkatársáról, aki szenvedélyesen szerette az életet, a humort, de ódzkodott a nagyképűségtől, valamint a hamis méltóságtól.⁸⁹

Az Andrásfai-gráf névadója, Andrásfai Béla matematikus, egyetemi docens remek írása „*Milyen volt Rózsa néni?*” címmel az Akadémiai Értesítő *Párhuzamos Életrajzok* című rovatában jelent meg. Andrásfai megemlékezése által betekintés nyerhetünk Péter hétköznapijaiba. Megtudhatjuk, hogy szeretett főzni és enni egyaránt. Gondosan készítette el a vacsorát és az ebédet vendégei számára, képes volt akár napokkal előbb tervezni.

⁸⁸ Császár Ákos: Péter Rózsa In: *Matematikai Lapok*, 1974/3-4. sz., pp. 257-258., pp. 258.

⁸⁹ Andrásfai Béla: Péter Rózsa In: *Magyar Tudomány*, 1985/7-8. sz., pp. 601-605., pp. 604.

Barátaival végigkóstolta a szakácsversenyek, bemutatók étlapjait. Kiemelt figyelemmel fordult a különlegességek felé. Andrásfai felidézte, hogy Péter vonatra ült azért, hogy megkóstolja egy váci étterem híres galuskáját. Illetve kihangsúlyozta az elhunyt példamutató alaposságát, aki a félmegoldásokkal sohasem elégedett meg. Több alkalommal panaszkodott a *Játék a végtelennel* ismeretterjesztő műve borítóira, melyeket a kiadó nem az ő elképzelései szerint formázott. Végül sikerült kiegyezniük a matematikusnővel, így a könyv ötödik kiadása már tervei szerint készült el fotóeljárással másolva.

Andrásfai megemlékező írását Péter Rózsa által magyarra fordított Rainer Maria Rilke osztrák impresszionista költő *Őszi nap* című versével zárta:

Uram: itt az idő. Nagy volt a nyár.
A napórákra add, hogy árnyad hulljon,
és hadd zúduljon szél a rétre már.

Rendeld, hogy teljék a gyümölcs, ha késett;
még két nap érje délszakibb tüzed,
késztesd teljesezni és üzzed
nehéz borba a végső édességet.

Ki most tanyátlan, nem lesz annak háza.
Ki most magányos, hosszan az marad,
virraszt, olvas, ró hosszú sorokat
és kergetőző lomb között cikázva
nyugtalan járja a fasorokat.⁹⁰

Péter Rózsa kezei alól számos nagyhírű matematikus került ki, akik egy-egy riport során derűsen emlékeznek meg a mentoruk természetéről, valamint tanítási módszereiről.

Lax Péter Wolf- és Abel-díjas, magyar születésű amerikai matematikus már egész fiatalon a matematika felé orientálódott, így szülei magántanárt kerestek neki. Így került Lax kapcsolatba Péter Rózsával, aki elsősorban a Rademacher és Toeplitz német matematikusok által írt *Számokról és alakzatokról* című könyvből⁹¹ adott neki feladatokat, problémákat.

⁹⁰ U.a. 605.

⁹¹ Hans Rademacher – Otto Toeplitz: Számokról és alakzatokról. Budapest, 2009.

Amikor a Lax család elhagyta Magyarországot, és az Egyesült Államokba költözött, Péter ajánlólevelet küldött az akkor már ott élő Neumann Jánosnak.⁹²

Tisza László magyar származású amerikai fizikus is megemlítette az akadémikusnő nevét egy róla készült interjú során, amely a Természettudományi Közlöny egy 2005. évi számában jelent meg. Amikor Tisza elsőéves hallgató volt a Pázmány Péter Tudományegyetemen, a negyedéves Péter Rózsa és Kalmár László vették őt szárnyaik alá. A két jó barát kezdeményezésére került Kürschák József szemináriumára.⁹³

Péter Rózsa személyéről és munkásságáról nem csupán rangos kitüntetésekkel, illetve kedves szavakkal emlékeztek meg munkatársai és barátai, hanem sokat tettek azért, hogy neve fennmaradjon az utókor számára.

A Kossuth-díjas akadémikusnő munkájának elismerése gyanánt az ELTE Általános Iskolai Főiskolai Karának II. emeleti 214-es számú előadóterme az ő nevét viseli. Az emléktér-avatás 1986. február 19-én 11 órakor vette kezdetét, melynek megszervezése a Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának, a Bolyai János Matematikai Társulatának, valamint az ELTE-nek volt köszönhető. Az ünnepségen megjelentek Péter egykori kollégái, továbbá a főiskola vezetősége és matematikusnak készülő hallgatói is.

A rendezvényen megjelent vendégeket Bencédy József, az intézmény igazgatója köszöntötte, majd Császár Ákos matematikus vette át a szót. Beszédében alaposan megindokolta, hogy miért éppen a főiskola őrzi állandó jellegű kiállítással Péter emlékét. A tudósnő úttörő jelentőségű elméleti kutatásai mellett a matematika oktatását tekintette szívügyének. Rózsa néni a Budapesti Pedagógiai Főiskolán nyolc éven keresztül tanított, ahol a matematika tanszék megszervezőjeként és vezetőjeként tevékenykedett. Legfontosabb célkitűzésének egyike a matematika tanárképzés megteremtése és magas színvonalra emelése volt. Császár kiemelkedő pedagógus egyéniségként emlékszik vissza Péter Rózsára, akinek tevékenysége követendő példaként szolgálhat a jövő pedagógusai számára.

Az ünnepség helyszínéül szolgáló teremben elhelyezett tévékészülék lehetőséget nyújtott arra, hogy a megjelentek részleteket lássanak Kardos István magyar író és producer „*Magyar tudósok*” című televíziós sorozatának a matematikusnőről készített filmjéből. A

⁹² Staar Gyula: Problémákon át vezető út. In: Természet világa 1998/III. különszám, pp. 37-43., pp. 38-39.

⁹³ Horváthy Péter: Gaudeamus igitur. In: Természet Világa, 2005/8. sz., pp. 348-352., pp. 349.

riportfilmben egy rendkívül sokszínű kutató-pedagógus egyéniség tárult a közönség elé, akinek híres *Játék a végtelennel* című művét világszerte több nyelvre is lefordították.⁹⁴

Az emléktér-avatáson Hajnal András akadémikus is részt vett, aki előadásában kihangsúlyozta, hogy Péter elméleti művét a tanítványai folytatják, akik közül többen akadémikusok és egyetemi tanárok lettek.

A matematika „nagyasszonya” emlékét egy oktatási intézmény is őrizte, a székesfehérvári Várkörút 9. szám alatt található *Péter Rózsa Gimnázium és Szakközépiskola*. Ez a középiskola több tagintézménnyel is rendelkezett, többek között budapesti, valamint pécsi telephellyel. Az intézmény alapítványi formában működött, ami OKJ-s képzéseknek és nyelvvizsgáknak is helyet adott. 2017-ben az iskola fenntartója döntött a megszüntetéséről.⁹⁵

A Bolyai János Matematikai Társulat is számos formában megemlékezett egykori elnökükről. A társaság által 1992-ben Zalaegerszegen megrendezett XXXII. Rátz László Vándorgyűlésen nem csak az iskolarendszer szerkezetátalakításával, valamint a matematikaversenyek szerepének megvitatása volt napirenden. A vándorgyűlés névadója, Rátz a fővárosi Fasori Evangélikus Gimnázium nagy hírű matematikatanára volt.⁹⁶ A gyűlés szakmai programjának keretein belül videófelvétellel emlékeztek meg néhai, mélyen tisztelt munkatársukról. Ezen rendezvény megnyitóját követően kerültek kiosztásra a Beke Manó Emlékdíjak, amelyet Péter Rózsa is elnyert.⁹⁷

A tanárképző főiskolák feladatmegoldó matematika versenyét 1952-ben szervezték meg először. Ezen vetélkedő 1991 óta Péter Rózsa matematika verseny nevet viseli. A versenybizottság elnöke ettől az évtől kezdve dr. Urbán János, aki felelős volt a főiskolák javaslatai alapján történő feladatlapok összeállításáért. Az 1986-ig megszervezett versenyek feladatai összesen három kötetben kerültek kiadásra.⁹⁸ A hagyományokhoz hűen a

⁹⁴ Cseri István: Péter Rózsa emléktér-avatás a Tanárképző Főiskolán. In: Egyetemi Lapok, 1986/5. sz., pp. 1.

⁹⁵ https://www.oktatas.hu/hivatali_ugyek/kir_intezmenykereso/!KIR_Intezmenykereso/Intezmeny/Index/063917 (Letöltés dátuma: 2024.03.13.)

⁹⁶ Kántor Sándorné: Fejezetek a matematikai analízis tanításának történetéből. <https://ematlap.hu/tanora-szakkor-2021-6/1115-kantor-tunde-az-analizis-tanitasa> (Letöltés dátuma: 2024.03.16.)

⁹⁷ Scharnitzky Viktor: Rátz László Vándorgyűlés. In: Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok, 1992/8-9. sz., pp. 356-357., pp. 356-357.

⁹⁸ Varcza Árpád és Bereznai Gyula szerkesztésében: „Tanárképző főiskolák matematika versenyek I. 1952-70”, „Tanárképző főiskolák matematika versenyek II. 1971-79”, „Tanárképző főiskolák matematika versenyek III. 1980-85”; : „A tanárképző főiskolák Péter Rózsa matematika versenyek IV. 1986-2002” címmel

megmérettetésekén minden főiskola öt fővel képviseltette magát⁹⁹, viszont voltak olyan évek is, amikor csak négy hallgató jelent meg a különböző felsőoktatási intézményekből.¹⁰⁰

⁹⁹ Wintsche Gergely: Tanárképző főiskolák Péter Rózsa matematikaversenye. In: Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok, 1997/47. sz., pp. 272-273., pp. 272.

¹⁰⁰ Fried Katalin: A tanárképző főiskolások 2002. évi Péter Rózsa matematikaversenye. In: Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok, 2002/5. sz., pp. 263-264., pp. 263.

4. Tudománykommunikáció

4.1. Története

A kommunikáció szó jelentése az MTA Virtuális Enciklopédiája szerint a megoszt, részesít, közössé tesz, illetve közöl. A kommunikáció nem csupán az információ továbbadására szolgáló eszköz, hanem a társadalmi kohéziót elősegítő folyamat is egyben. Tehát ebben az értelemben vett lételemét elsősorban a társadalom átadás-átvételében és a közlés-közlekedésben találja meg.¹⁰¹

A tudománykommunikáció általános fogalma alatt pedig az új eredményeket közlő szakpublikációkat, monográfiákat, referált folyóiratcikkeket, konferenciaelőadásokat és poszttereket értjük, amelyek formális csatornaként működnek a kutatók és a befogadó közönség között. Fontos továbbá hangsúlyozni, hogy a tudományos információk nagy része informális csatornákon keresztül terjed. Ilyenek például a kutatók közti párbeszéddek, a konferenciák szüneteiben folytatott beszélgetések vagy az előzetes eredményeket közlő előnyomatok is.¹⁰²

Tudománytörténeti szempontból a tudomány és a laikusok közötti kapcsolat a 17. századi Európa korai felvilágosult társadalmában jelent meg először. Erre az időszakra tehető a tudomány eredményeinek szélesebb körökben történő megismertetése. 1665-ben a Francia Tudományos Akadémia kiadta a *Journal des Scavans* első számát, s még ugyanabban az évben a brit *Royal Society* megjelentette a *Philosophical Transactions* első kiadványát. A tudomány egyes területein kevésbé jártas közeg irányába történő tudományos kommunikáció első meghatározó lépésének a nyomtatott sajtó megjelenése tekinthető. A nyomtatás, valamint az írott szövegek fejlődésével a korábban ismeretlen tudományterületek emberközeli, közérthetőbbé váltak az illusztrációk és az ábrák segítségével. Hasonló kommunikációs folyamatként értelmezhető Robert Boyle angol tudós és feltaláló 1600-as években végzett kísérletei is, amelyek alátámasztására és eredményeinek bizonyítására laikus szemtanúkat kért fel. Ez a módszert újszerű volt a kor emberei számára. Ekkortól váltak a felfedezések igazolásának és helyességének eldöntésében az empirikus élményeken alapuló megfigyelések meghatározóvá. Ennek köszönhetően a közönség igazoltnak

¹⁰¹ <http://www.enc.hu>, összeállította Nyíri Kristóf 2004. MTA (Letöltés dátuma: 2024.05.24.)

¹⁰² Farkas Alexandra: 50 út a közérthető tudományhoz. pp. 11.

tekintette a tényeket, elfogadhatóbbá vált az adott kor tudományos világa.¹⁰³ Hazánkban az első hetilap, amely tudományos ismeretterjesztő információkat is tartalmazott, a Bél Mátyás által szerkesztett *Nova Posoniensia* (1721-1722) volt.¹⁰⁴

A nyomtatási lehetőségek kiszélesedésével párhuzamosan, a 18–19. században ugrásszerűen megnőtt a nyomtatott formában megjelenő, a tudományos-technikai felfedezéseket bemutató művek száma.¹⁰⁵ A 20. század közepén pedig megszületett a tudományos újságírás is, a tudománykommunikáció intézményesült formája, a felfedezések és kutatások köznapi szöveggörnyezetbe áttűtetett bemutatása is.¹⁰⁶ Az elmúlt évszázadok tudományos-technikai forradalmi újításai számottevően átalakították a társadalom életvitelét. A 20. század második felében az emberek figyelme a második világháború pusztítása, az egészség megőrzése, valamint az ezredforduló után a globális problémák felé irányult. Az írott sajtó virágzását követően a 20. század végén az elektronikus média is fejlődésnek indult, amely a tudományos újságírás területén új lehetőségeket teremtett: a száraznak tűnő, elvont témákat új vizuális elemekkel és hanghatásokkal lehet élményszerűbbé tenni.¹⁰⁷

Magyarországon a második világháborút követően, azaz Péter Rózsa tudományos és tudománykommunikációs tevékenységének idejében jelentős szerep jutott a szervezett kereteken belül megvalósított ismeretterjesztő sorozatoknak. Az 1950-es években számos ismeretterjesztő előadást és olvasókört tartottak, az éppen aktuális propaganda tartalommal átítatva.¹⁰⁸ Ekkor az emberek érdeklődése megnőtt az új adathordozók, a diafilmek felé. A diafilmek sikeressége a tartalom szemléletesebbé tételében, a könnyebb megértésében rejlik, ami elősegítette az adott tudományos téma szemléltetését, könnyebb megértését.¹⁰⁹ Erre az időszakra tehető az ismeretterjesztésre szolgáló televízió-, illetve a rádióműsorok, valamint a tudományos folyóiratok megjelenése, népszerűsítése is. Televízióműsorok között kiemelkedő a Magyar Televízió és Duna Televízió, utóbbi 1997 óta sugározza a *Heuréka!*

¹⁰³ Rédey Soma: Nyilvános tudomány: A kommunikáció és a tudomány kapcsolódási pontjai. In: A tudománykommunikáció értelme/értéke. A Mindentudás Egyeteme és a World Science Forum-Budapest elméleti tanulságai. pp. 39-56. Tudástársadalom Alapítvány. pp. 39.

¹⁰⁴ Egyed-Mécs-Neumann-Palugyai: A tudománykommunikáció nem hagyományos színterei. ELTE Reader. pp. 4.

¹⁰⁵ U.a. pp. 5.

¹⁰⁶ Tóth-Nagy - Sulyok: Tudománykommunikáció. https://mersz.hu/dokumentum/m1133tuko_24 (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

¹⁰⁷ Egyed-Mécs-Neumann-Palugyai: A tudománykommunikáció nem hagyományos színterei. ELTE Reader. pp. 4.

¹⁰⁸ Bencze Eszter: A tudománykommunikáció. In: Paksi Tükör. 2017/ 2. sz. ,pp. 27-53., pp. 27.

¹⁰⁹ U.a. pp. 29.

Megtaláltam című tudományos ismeretterjesztő magazinját. A Magyar Rádió volt a rádiós tudományos újságírás vezető hazai médiaműhelye. Ide tartoztak a *Tér-idő*, az *Oxigén*, az *Esti beszélgetés* című tudományos műsorok is. A kor írott sajtóját már érintettem a dolgozatomban, hiszen ezek alapján sikerült Péter Rózsa matematikusnő életét rekonstruálnom. Magyarországon meghatározó tudományos ismeretterjesztő folyóiratként tartották számon az *Élet és Tudomány*, a *Figyelő*, valamint a *Természet Világa* című havi-, illetve heti rendszerességgel megjelenő lapokat.¹¹⁰

A tudományos világot gyakran társítjuk laboratóriumok nesztelenségével és a könyvtárak poros polcaival, ahol a kutatók munkája zajlik. Ugyanakkor több olyan tudóssal is találkozhatunk, akik a laborfalak mögül való kilépésük után tudománykommunikátorokká válnak, azzal a céllal, hogy népszerűsítsék saját tudományterületüket, valamint felkeltsék a figyelmet az emberiséget érintő fontos tudományos ügyek iránt. A tudománykommunikáció egyik nagy alakja Neil deGrasse Tyson amerikai asztrofizikus és író, aki a *Cosmos: A Spacetime Odyssey* című sorozat házigazdjaként vált ismertté. Tyson ebben a műsorban, érthető és izgalmas formában mutatta be közönségének a csillagászat alapjait. Az asztrofizikus ars poeticája szerint, egy tudósnak nem csupán a laborban és az egyetemen a helye, hanem a tudomány üzenetét is el kell tudnia juttatni a nyilvánossághoz. Az elméleti fizika és a fekete lyukak kutatásának nagy alakja, az angol származású Stephen Hawking is hasonlóképpen vélekedett a tudomány közérthetővé tételéről. *Rövid válaszok a nagy kérdésekre* című könyvében¹¹¹ számtalan bonyolult tudományos témát tett közérthetővé. A tudománykommunikátorok között mindenképpen megemlíteném még a 98 éves, mind a mai napig aktív David Attenborough, angol természettudós, akit az ismeretterjesztő televízióműsorok egyik úttörőjeként tartanak számon. Attenborough évtizedek óta a természet és a biodiverzitás bemutatásán és megismertetésén munkálkodik, filmjeivel milliók érdeklődését irányítja a természet világa felé. Munkája során több környezetvédelmi ügyet is felkarolt, és aktívan részt vesz a klímaváltozás elleni harcban is. Tevékenységével arra ösztönzi az embereket, hogy a Föld természeti kincseit értékeljék és megőrizzék.¹¹² A magyar tudománykommunikáció ikonikus alakjaként fontos megemlíteni Öveges József

¹¹⁰ Egyed-Mécs-Neumann-Palugyai: A tudománykommunikáció hagyományon színterei. ELTE Reader. pp. 6-9.

¹¹¹ Stephen Hawking: *Rövid válaszok a nagy kérdésekre*. Budapest, 2022.

¹¹² Tóth-Nagy – Sulyok: *Tudománykommunikáció*.

https://mersz.hu/keres/tudom%C3%A1nykommunik%C3%A1ci%C3%B3/hivatkozas/m1133tuko_63#m1133tuko_63 (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

fizikust, aki népszerű kísérleteket bemutató dokumentumfilmjei révén vált ismertté.¹¹³ Öveges nagy álma volt egy „tudományos játszóterem” létesítése, ahol a kíváncsi gyermekek és felnőttek egyaránt kísérletezhetnek és lehetőségük nyílik a tudományos világ megismerésére. *„Én a megszállottja vagyok annak, hogy másoknak szellemi örömet okozzak. A meglátás, a tudásgyarapítás örömét és boldogságát akarom egyszerű kísérleteimmel mindenkinek megszerezni.”*- vallotta a fizikus. Ezt a helyet a magyar tudós Csodák Palotájának keresztelte, amelynek megvalósítására évtizedekkel halála után, 1993-ban került sor.¹¹⁴

A tudománykommunikáció történetére visszatekintve láthatóvá válik, hogy hosszú múltra tekinthet vissza, még ha nem is nevezték meg a fogalmat. A mai értelemben vett tudománykommunikáció a 19. században jelent meg, ugyanis erre az időszakra tehető a laikus közvélemény és a szakértő gondolkodás különválása. Fejlődés szempontjából három korszakot különböztetünk meg. Kezdetben a tudománykommunikáció célja a tudományban kevésbé jártas személyek ismeretbeli hiányosságainak pótlása volt. A neves publikációkban megjelent művek olvasóik körében ösztönözték a tudományos tevékenységeket. A második generációs megközelítés középpontjában a kétirányú párbeszéd áll, amelyben a nagyközönség már befolyásolja a tudományos gyakorlat és politika tájékoztatását. A napjainkban leginkább helytálló, harmadik generációs megközelítés célja ennek a kétirányú párbeszédnek a folytatása, valamint nagyobb felelősségvállalás átadása a nagyközönségnek, arra inspirálva, hogy aktívan vegyen részt a tudományos kutatás és a fejlesztés folyamatában. Ezt a folyamatot nevezzük „*citizen science*”-nek, magyarul „közösségi tudománynak”.¹¹⁵

Az elmúlt évszázadban széles körben az a megközelítés terjedt el, hogy maga a tudomány és a tudósok is egy elit szakmát testesítenek meg, aminek a célja az emberek szolgálata és a világ megismerése. Emiatt a kutatóknak kizárólag a labor falain belül kell tevékenykedniük és nem szükséges a laikusok felé információt közvetíteniük. Többen féltek attól, hogy a tudomány közzététele a szakma felhígulásához vezet. A másik probléma pedig a tudósokat terhelő időbeli és anyagi nyomás a publikálásra, amelyre kevesebb idő jutna a nagyközönség irányába történő kommunikáció esetén.¹¹⁶

¹¹³ Egyed-Mécs-Neumann-Palugyai: A tudománykommunikáció hagyományon színterei. ELTE Reader, pp.5

¹¹⁴ U.a. pp. 74.

¹¹⁵ Tóth-Nagy – Sulyok: Tudománykommunikáció. Budapest, 2023.

https://mersz.hu/keres/tudom%C3%A1nykommunik%C3%A1ci%C3%B3/hivatkozas/m1133tuko_6#m1133tuko_6 (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

¹¹⁶ Petschner – Bagdy: Géntől a lélekig – ötlettől a projektig. In: Természet Világa, 2020/9. sz., pp. 392-397., pp.395

Végezetül a tudománykommunikáció elméleti megközelítéseit négy modell segítségével szeretném bemutatni, s ezek sajátosságait szeretném összehasonlítani Péter Rózsa *Játék a végtelen* című monográfiájában alkalmazott eszközökkel. Ezen modellek jellemzésére Bruce Lewenstein tanulmányát¹¹⁷ és a portugál Centro de Astrofísica da Universidade do Porto egyetemen tartott előadásáról dokumentált videót¹¹⁸ használtam fel. A deficit és a kontextuális modell középpontjában az információ átadása áll, míg a laikus-szakértelem és a közönség bevonásának modellje a laikusok részvételére összpontosít.¹¹⁹ Az utóbbi elmélet dolgozatomban nem kerül kifejtésre, mivel az általam választott témával nem hozható összefüggésbe.

4.2. Deficit modell

Az Egyesült Államokban az 1970-es években bevezették a *National Science Board* által összeállított *Science Indicator* kérdőívet, amely a laikusok tudományos műveltségét mérte fel. Az első eredmények nagy meglepetést okoztak a tudományos körökben. Hiszen az eredmények szerint a lakosság tizede nem volt tisztában a molekula fogalmával, vagy például a fele azt hitte, hogy az emberek és a dinoszauruszok párhuzamosan, egymás mellett éltek a Földön. Éppen ezért hangsúlyt fektettek egy olyan hatékony rendszer kidolgozására, amely a nagyközönség számára is érthetővé teszi a tudomány eredményeit.¹²⁰

Számos program született az ún. deficit modell (*deficit model*) égisze alatt, amelyek a tudományos műveltség növelését célozta. Abból indultak ki, hogy a társadalom alig rendelkezik tudományos ismeretekkel, a tudomány világa és a lakosság között túl nagy rés tátong. A deficit megközelítés feltételezése szerint, ha sikerül a rést csökkenteni, akkor a helyzet „rendeződik”.¹²¹ Ebben a koncepcióban egyirányú kommunikációval számoltak, amelyben az adott tudományterületet érintő információkat a szakértők közlik a

¹¹⁷ Lewenstein, B.V: Models of public communication of science and technology. 2003.
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/43775/mod_resource/content/1/Texto/Lewenstein%202003.pdf
(Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

¹¹⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=k8yOrRQMmIo> (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

¹¹⁹ Secko - Amend - Friday: Four models of science journalism. 2013. pp. 67.
https://www.csjp.ca/wordpress/wp-content/uploads/2011/11/Seckoetal_JourPrac2013-2.pdf (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

¹²⁰ Petschner – Bagdy: Géntől a lélekig – ötlettől a projektig. In: Természet Világa, 2020/9. sz., pp. 392-397., pp. 396.

¹²¹ Lewenstein, 2003. pp. 2.

társadalommal. A megközelítés célja az volt, hogy növelje az emberek érdeklődését az információk megosztásával a tudomány iránt.¹²²

Azonban a tudományos világ számos kritikával illetve ezt a megközelítést. Arra a gyengeségére hívták fel a figyelmet, hogy több kérdést a kontextus meghatározása nélkül vitat meg. A tanulásra vonatkozó elméletek szerint az olyan ismereteket hatékonyabban sajátítják el az emberek, amelyben önmaguk is érintettek. Például azokban a közösségekben, ahol a víz minősége problémát jelent, még a kevésbé képzett személyek, a „tudományos analfabéták” is intenzívebben foglalkoznak a komplex technikai információkkal is. Az elmélet kiemeli a szakértők és a laikusok közötti különbséget, amelynek csökkentése a cél.¹²³

A modell célkitűzésekre visszatekintve azonban megállapítható, hogy a tudomány és a társadalom közötti „rés” csökkentésével a probléma továbbra is fennmaradhat. Ugyanakkor a deficit modell jelentősége nem vitatható, ugyanis ez a megközelítés számos tanulmány és televíziós műsor megjelenését segítette elő.¹²⁴

Péter Rózsa *Játék a végtelennel* című tudományos ismeretterjesztő műve a deficit modellel megközelítésének feleltethető meg. Hiszen ez a könyv azzal a céllal íródott, hogy a nem matematikai érdeklődésű személyek számára közérthetővé tegye ezt a tudományt. Mivel egy tudománynépszerűsítő monográfiáról van szó, így egyirányú kommunikációról beszélünk, Péter Rózsa szakértőként, az olvasóközönségnek információkat közvetít anélkül, hogy közvetlen visszacsatolást kapna. Tehát a közönség ebben az esetben passzív befogadónak szerepel, még ha a matematikai példafeladatok megoldását aktívan el is végzi. Péter a tudományterület és a laikusok közötti információs-kognitív rést számos tudománykommunikációs eszköz alkalmazásával törekedett csökkenteni. A matematikusnő ezen vállalkozása sikeresnek bizonyult, mivel olvasói pozitívan méltatták ismeretterjesztő monográfiáját. Ahhoz, hogy a matematika fortélyai eljussanak a tudományban kevésbé jártas személyekhez, elengedhetetlen a tudományos munka „lefordítása” egy befogadhatóbb, közérthetőbb nyelvre, amely segítségével mások számára élvezhetőbbé, érthetőbbé válik a bonyolult információ. Ennek érdekében Péter Rózsa kerülte a száraz, túl akadémikus stílust. Helyette közérthető, plastikus példákat használt, amelyeket elsősorban mindennapi életből

¹²² Salisbury – Nicholas: Review of public engagement in the development and oversight of emerging technologies ('science and society').

https://www.researchgate.net/publication/228555382_Review_of_public_engagement_in_the_development_and_oversight_of_emerging_technologies_'science_and_society' (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

¹²³ Lewenstein, 2003. pp. 2.

¹²⁴ U.a. pp. 2-3.

merített. A matematika híres tételeit, definícióit anekdotázással, irodalmi művekre való utalással, találós kérdésekkel, esetleg nem szokványos hasonlatokkal tette élvezetessé. Péter az olvasóközönsége figyelmét számos matematikai példa vizualizálásával is fenntartotta. A könyvről alkotott méltatásokból arra következtethetünk, hogy az akadémikusnő ösztönösen alkalmazott tudománykommunikációs eszközei elősegítették a laikus olvasók és a matematikusok világa közti rés redukálását.

4.3. Kontextuális modell

A tudománykommunikáció fejlődése és a deficit modellről megfogalmazott kritika egy új megközelítést hívott életre, amelyet kontextuális modellnek (*contextual model*) nevezünk. Ez a megközelítés szintén az információ áramlására összpontosít, viszont azt egy adott kontextusban vizsgálja. Ezen modell szerint az egyének nem csupán válaszolnak, hanem egyedi társadalmi és pszichológiai mintájuknak megfelelően maguk is előállíthatnak tartalmat. Ezt befolyásolhatják korábbi tapasztalatok, a kulturális kontextus és az egyéni szempontok egyaránt.¹²⁵

Az elmélet Lewenstein által megfogalmazott központi kérdése a következő:

„Mit akarnak tudni az emberek az adott pillanat körülményei között?” A vizsgálatok középpontjában a megértés kontextusa áll. A megközelítés azt taglalja, hogy ne mindenki felé azonos módon történjen az információ közlése, hanem fordítsunk kiemelt figyelmet a társadalmi, nemi, életkori, nyelvhasználati, kulturális és vallási sajátosságokra is, azaz differenciáljuk a befogadó közeget is.¹²⁶

A következő példa a kontextus modell lényegét szemlélteti. Ha egy család ellátogat egy tudományos élményközpontba, a látottakat teljesen más módon fogja értékelni, mint egy tudományos képzésben részt vevő személy. Előbbinek egy izgalmas családi program emlékét jelenti, míg az utóbbi tájékozódhat annak tudatában, hogy a látottak részét képezik majd a zárthelyi dolgozatának. A példán keresztül érzékelhettük, hogy teljesen más a két eset kontextusa.

A kontextuális modellel kapcsolatban kritikaként fogalmazható meg, hogy ez a deficit modell egy szofisztikáltabb változata, ahol a közönség még mindig passzív befogadónaként van jelen, s továbbra is jellemző a linearitás a szakértők és a laikusok között.¹²⁷

¹²⁵ U.a. pp. 3

¹²⁶ U.a. pp.3

¹²⁷ U.a. pp. 3.

Péter Rózsa tudománynépszerűsítő művének előszavában kijelölte a célközönségét. Noha a munka tudatosan a matematika világában kevésbé jártas emberek számára született, mégis a tudományos közösségben is pozitív visszhangot váltott ki. Ebben az esetben is figyelembe kell vennünk a laikusokat és a tudomány területén otthonosan mozgó személyek kontextusát. Péter monográfiájának első tematikus egységében megismerkedhetünk ezen tudomány alapjaival, az újjakon történő a számolástól fokozatosan jutunk el a különböző számhalmazokon keresztül a végtelen fogalmáig. Ez a módszer a matematikával nem intenzíven foglalkozók számára előnyös, hiszen az alaptól kezdve építkezik a bonyolultabb témakörök irányába. Azonban, ha egy matematika iránt érdeklődő veszi kézbe ezt a könyvet, számára már hamar unalmassá válhat ezen alapozó rész olvasása. Ennek ellensúlyozására, a szakközönség megszólítására Péter egyes témakörökhöz kapcsolódó matematikai fejtörőket készített. Ez a megközelítés egy matematikatanár számára is hasznos lehet, segíti a diákokat a tananyag fogékony elsajátításában.

4.4. A laikus-szakértelem modell

Ezen a megközelítés központjában nem a szakértők, hanem a lokális közönség tudása áll. Ennek a tudásnak az alapját az adott közösség valódi értéke, története és történelme képezi. Az eddig bemutatott megközelítésekkel ellentétben a laikus-szakértelem modell (*the lay expertise model*) azt hangsúlyozza, hogy a helyi, lokális tudás ugyanolyan fontos lehet, mint a tudományos ismeret. Ez a modell fogalmazta meg először azt, hogy a tudósokon kívül is lehetnek szakértők, ugyanakkor feltételezi a nagyközönség aktív részvételét is a tudományos kommunikációban.¹²⁸

A modell alkotói olyan kutatók, akik szerint a nagy tudományos intézmények kezében túl nagy hatalom összpontosul, amelynek mérséklésére törekedtek. Feltételezésük szerint az emberek rendelkeznek némi tudományos ismerettel, így a kérdés csak az, miként lehet a tudomány és a közönség, a társadalom között párbeszédet kezdeményezni.

Számos olyan esettel találkozhatunk, amikor egy laikus közönség ismerete helytállóbb, mint a tudományban jártas személyeké. Ezt támasztja alá Brian Wynne, brit kutató tanulmánya a csernobili atomkatasztrófáról, amelyben leírja, hogy az érintett területekről a brit piacra húst szállító gazdák jobban ismerték a tényeket a katasztrófa hatásairól, mint a tudományos szakértők.¹²⁹

¹²⁸ U.a. pp. 5.

¹²⁹ Lewenstein professzor hivatkozik erre a tanulmányra az említett videóban. A tanulmány címe: Sheepfarming after Chernobyl: A Case Study In Communicating Scientific Information. In: Environment:

A laikus-szakértelem modell legfontosabb jellemzője a tudományban kevésbé jártas közönség aktív részvétele a tudományos diskurzusokban, ahol az ő tudásuk is legalább akkora jelentőséggel bír, mint a tudományos szakértőké. A deficit és a kontextuális megközelítéssel szemben a kommunikáció már két irányban történik a „tudós” és a „nagyközönség” között, ahol utóbbit visszacsatolásra ösztönzik. Ezen megközelítés szerint nem csupán a tudományos dimenziók szerint kell megtárgyalni az adott problémát, hanem előtérbe kell helyezni a társadalmi, gazdasági és politikai aspektusait is. Ennek az elméletnek gyakorlatban történő megvalósítása a „*citizen science*”, amely Péter Rózsa elemzett műve kapcsán nem releváns, így annak ismertetésétől eltekintek.¹³⁰

Az ezzel szemben megfogalmazott kritika szerint a helyi tudást értékesebbnek ítéli meg, mint a modern tudomány rendszere által létrehozott tudást, ezért ez a megközelítés nem nevezhető tudományosnak. További kritikaként megemlítendő, hogy politikai elkötelezettséget vállal.¹³¹

A laikus-szakértelem modell egyes elemei fellelhetők Péter Rózsa monográfiájában is. Hiszen a tudományterületen kívülállók, többnyire diákok felfedezéseire is támaszkodott, akiket „kis kutatóiként” tartott számon. A matematikusnő tanítványait több matematikai probléma megoldásába vont be aktívan, amelyeket Péter papírra is vetett. A diákok, Éva, Zsuzsi, Kató és Anna a matematikaórák alkalmával bizonyos feladványok megoldására több módszert is kitaláltak. A tanulók vizsgálódásait Péter azért tarthatta fontosnak bemutatni a könyvében, mivel a gyermekek szemszögéből alkotott megoldási stratégiák a laikus olvasóközönség számára is befogadhatóvá teheti a matematika absztrakt tudományát, s ösztönözhet új technikák kidolgozására is. Péter munkája is arra mutat rá, hogy nem csupán a szakértők ismerete a mérvadó, hanem a tudományban kevésbé jártas emberek is tehetnek felfedezéseket egy adott tudományterület kapcsán.

Science and Policy for Sustainable Development Volume 31, Issue 2, 1989. Forrás: [Sheepfarming after Chernobyl: A Case Study in Communicating Scientific Information: Environment: Science and Policy for Sustainable Development: Vol 31, No 2 \(tandfonline.com\)](#) (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

¹³⁰ Lewenstein, 2003. pp. 5.

¹³¹ U.a. pp. 6.

5. Péter Rózsa tudománynépszerűsítő műve, a Játék a végtelennel

5.1. Keletkezés

„*A matematikához nem vezet királyi út.*” – fogalmazta meg Euklidész, az ókori görög matematikusok egy meghatározó alakja. Ezt az idézetet Péter Rózsa is felhasználta a *Játék a végtelennel* című művének bevezetőjében. Hiszen a matematika egy olyan tudomány, amit a királyok számára sem lehet kényelmessé tenni, ugyanis a megértése sokszor önkínzással járhat. Ez egy olyan tudományág, amit nem lehet csupán felületesen elolvasni, hanem sokkal inkább a művelőjévé kell válnia annak, aki szeretné elsajátítani a fortélyait.¹³²

A II. világháború előtti évtizedekben több tudományos könyv született azzal a céllal, hogy a humán érdeklődésű embereket, az úgynevezett „kívülállókat” bevezesse a matematika „misztériumába”. Az írók nem gondolták volna, hogy ebben a témában megjelenő műveik ilyen széles körben keresettek lesznek. Tanárokon kívül orvosok, mérnökök is elolvasták ezeket, valamint a laikusok könyvespolcán is megtalálhatóak voltak. Az ismeretterjesztő művek szerzői elsősorban azzal vívták ki olvasóik figyelmét, hogy a matematika absztrakt tételeit hétköznapi, érthető nyelvre fordították le, felváltva ezzel a száraz stílusú tankönyveket. Az ezeket olvasók öröme azonban hamar elillanhatott, ha bonyolultabb témájú fejezeteknél nem bizonyult elégségesnek az egyszerű beszéd. Így például a cosinus fogalma sem vált attól érthetőbbé, hogy az írók humorosan „cosinus úr” névvel látták el azt.¹³³

Egy számos feltételnek megfelelő, széles olvasóközönségnek szánt, matematika tudományát népszerűsítő könyv megírása nagy kihívás elé állítja a szerzőt. Egyrészt nehéz feladatot jelentett számukra a lényeges anyagrészek különválasztása a mellékesektől. Másrészt figyelembe kellett venniük azt is, hogy korlátozott oldalmennyiség áll rendelkezésükre az egész tudományág rejtelmeinek reprezentálására. Ezekhez a kritériumokhoz elengedhetetlen az író szaktudása, alkotói tevékenysége, valamint a belső összefüggések szemléltetése. Továbbá előnyt jelent a szerző számára, ha rendelkezik pedagógiai készségekkel is.¹³⁴

Az imént felsorolt értékes készségek és képességek Péter Rózsa magyar matematikus személyében mind megtalálhatóak voltak. Péter nagyszerű pedagógusként nem csupán

¹³² Péter, 1999, pp. 10.

¹³³ Gallai Tibor: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. In: Embernevelés, 1946/1-2.sz. pp. 145-146., pp. 145.

¹³⁴ U.a. pp. 145.

tanítványiból volt képes előhívni váratlan matematikai kérdéseket és ötleteket, hanem a témakörök precíz megválogatásával és elrendezésével képesnek bizonyult olyan anyagrészek megértetésére, amelyek egy, a tudományban nem olyan jártas személy számára is nehézséget okozhatott. Fontos még kiemelni, hogy Péter Rózsa tudományos könyve gazdag nyelvezetről, gördülékenységről, valamint tartalmi és nyelvi fordulatosságról is tanúbizonyságot ad.¹³⁵

Péter írói tehetsége a *Játék a végtelennel* című tudománynépszerűsítő művében vált először láthatóvá, viszont számos filmkritika és versfordítás megalkotása is az ő kezét dicséri.¹³⁶ A könyv ötlete egyik barátja, Benedek Marcell magyar íróval, 1943-ban folytatott levelezése kapcsán született meg. Péterben ez a beszélgetés ébresztette fel azt a gondolatot, hogy vállalkozik egy, a matematika tudományát átfogóan ismertető mű megírására a „formalizmus” mellőzésével. Benedek hiányos matematikai műveltségéről, s az ebből kifolyó szegényebb kifejezőkészségről panaszkodott Péternek. Iskolás korából még emlékezett a koordináta-rendszer szépségeire, amelyeket költői képeiben is felhasznált, viszont több témakör összefüggéseibe, eredményeibe is szeretett volna betekintést nyerni. Benedek azt sérelmezte, hogy a differenciálhányados fogalmát soha nem sikerült megértenie, ezért a professzorasszony megpróbálta ezt részekre bontva, egyszerű, világos lépésekben elmagyarázni.¹³⁷

Az tudós nő nagy fába vágta a fejszéjét e tudománynépszerűsítő mű megírásával, ugyanis a matematikusok többsége el sem tudja képzelni, hogy a laikusok számára a legegyszerűbb fogalmak és képletek is nagy fejtörést jelentenek. Péter a matematika iránt érdeklődő emberek kívánságának eleget téve elfogadta a kihívást, s a következő szavakkal kezdett bele a munkája megírásába: *„Képletnélküli matematikát írok, valamit abból a bizonyos közös hangulati forrásból. Nem tudom, sikerülhet-e ez a vállalkozás. A képlettel a matematika egyik lényeges jegyéről mondok le; hogy a forma a lényeghez tartozik, azt író és matematikus egyaránt tudja. Képzeljük el, hogyan lehetne egy szonett hangulatát kifejezni a szonettforma nélkül. Mégis meg akarom kísérelni: hátha átmenthető így is valami az igazi matematika szelleméből.”*¹³⁸

Péter könyvének élete viharos körülmények között kezdődött el, ugyanis az 1944-45-ös német megszállás idején nem jelenhetett meg, illetve az addig kinyomtatott

¹³⁵ U.a. pp. 145.

¹³⁶ Reményi Édua: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel* In: Budapesti Könyvszemle, 2005/1.sz., pp. 84-85., pp. 84.

¹³⁷ Péter, 1999, pp. 9.

¹³⁸ U.a. 10.

példányokat is bombatalálat érte. Ezekből azonban néhány darab mégiscsak megmenekült. Ezeket 1945-ben, az első könyvnapon az olvasók kezükbe vehették.¹³⁹

A szerző a monográfiája megírása során törekedett a matematikai fogalmak teljeskörű, de közérthető tisztázására és ezek szemléltetésére is. Ezek segítségével egy érdeklődő diák átfogó képet kaphat a komplex matematikai tudományról. Az eredetiterveitől eltérve Péter az írás során egyre több anyagrészt és témát emelt be könyvébe. Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy a matematikusnő nem hivatkozik forrásokra. Ez nem azzal áll összefüggésben, hogy nem tudatosan megszegte volna a tudományos írás szabályait, hanem a könyv során nem álltak rendelkezésre se könyvek, se egyéb források, hiszen azt a háború vérzivataros időszakában, bujdosása során írta. Ugyanakkor felsorolásszerűen megemlékszik kerülnek olyan szerzők és műveik, amelyektől Péter korábban sokat tanult. Ilyen volt például Rademacher-Toeplitz könyv¹⁴⁰ és Beke Manó analízis bevezetője¹⁴¹. Továbbá volt évfolyamtársától, Kalmár Lászlótól is vett át tudományos hasonlatokat, amelyeket művében hasznosított: a végtelen sorok tárgyalásában találkozhatunk „csokoládé-példával”, ahogy a logaritmus-táblák kiépítése is Kalmártól származik.

Péter monográfiája előszavában köszönetet mondott mindazoknak, akik valamilyen formában hozzájárultak ennek elkészüléséhez. Elsősorban „kis munkatársait az iskolapadokban”, azaz egykori diákjait, illetve Lay Béla színházi rendezőt említette meg, akik laikusként formálták a mű keletkezését. Csillag Pál és Kalmár László matematikusoknak pedig megköszönte kéziratának felülvizsgálatát.¹⁴²

A nem-matematikus olvasóknak szánt könyv több kiadásban is megjelent. A szerzőnő az jelezte az ezidő alatt történt változásokat és bővítéseket is. A *Játék a végtelennel* második kiadására 1957-ben került sor. A matematikusnő életében a két kiadás között eltelt 14 év sem volt eseménytelen, barátja, Csillag Pál és egykori tanítványa, Fuchs Kató meghalt a holokauszt során. Péter előszóban köszönetet mondott a Bibliotheca Kiadónak is. Lényegi változások az 1943-as kiadáshoz képest csak a befejező részben találhatók, mivel ezidő alatt Kalmár Lászlóval közösen bebizonyították, hogy az „abszolút eldönthetetlen problémák” létezése Gödel relatív- eldönthetetlen problémákról szóló tételének következménye. Péter Rózsa az 1963-as kiadását is csupán egy új felfedezést közlő lábjegyzettel bővítette az előző két kiadáshoz képest.¹⁴³ Az 1969-es kiadás előszavában a

¹³⁹ Scharnitzky Viktor: *Játék a végtelennel*. In: *Élet és Tudomány*, 1999/40. sz. pp. 1266.

¹⁴⁰ Hans Rademacher – Otto Toeplitz: *Számokról és alakzatokról*. Budapest, 2009.

¹⁴¹ Beke Manó: *Bevezetés a differenciál- és integrálszámításba*. Budapest, 1967.

¹⁴² Péter, 1999, pp. 267-268.

¹⁴³ U.a. 269.

matematikusnő megosztotta olvasóval, hogy a sajtóhibák a könyvében korrigálásra kerültek. Időközben a monográfia nemzetközi sikerre is szert tett, ugyanis lefordították, angol, cseh, lengyel, svéd, holland, olasz, szlovák, román valamint orosz nyelvekre is.¹⁴⁴

5.2. Felépítés

„A könyv a nem-matematikusan érdeklődésű intellektuális embernek szól: az irodalom, a művészet, a humánus emberének. Sok szépet kaptam arról az oldalról, most viszonzásul átnyújtom a matematikát. Hadd lássák meg: nem vagyunk olyan messze egymástól. Én nemcsak azért szeretem a matematikát, mert alkalmazni lehet a technikában, hanem főleg azért, mert szép. Mert játékos kedvét is belevitte az ember és a legnagyobb játékokra is képes: megfoghatóvá tudja tenni a végtelent. Végtelenségről, ideákról hiteles mondanivalói vannak. És mégis annyira emberi, korántsem az a bizonyos kétszerkettő: magán viseli az ember alkotásának soha le nem zárt jellegét.” - írta Péter Rózsa 1943-ban megjelent monográfiájának előszavában.¹⁴⁵

A kötet bevezetőjét három nagy tematikus egység követi, ezek összesen huszonnégy fejezetnek adnak helyet, majd ezután következik a *Függelék* és a *Használat után* című útmutató. A könyvet elolvasva egy átfogó képet kaphatunk a matematikáról, a számfogalom kialakulásától kezdve az eldönthetetlen problémák kérdésköréig.¹⁴⁶

A Bevezetés lezárásaként Péter azt a célt tűzte ki maga elé, hogy eljuttassa az olvasót a számlálástól a legmagasabb matematikáig. Ahogyan a könyv címe is sugallja, a matematikusnő egy felesleges lépés nélküli, olvasmányos játékokra hívja az általa kedvelt tárgy iránt érdeklődőket a „matematika vidámparkjába”. „Hagynunk kell, hogy a számok világa magával ragadjon minket, s megtapasztaljuk az ütközést a ’végtelen dodzsemjével’.”¹⁴⁷

A monográfia első része a *Bűvészinás* címet kapta, amelyben a játék az ujjakkal történő számolás segítségével kezdődik el. Péter az ősemberek példáján mutatta be, hogy a számlálás már az őskorban is elengedhetetlen volt. Hiszen ezzel tartották számon az elejtett állatokat, valamint a mágikus szertartások esetén is jelentős lehetett. A végtelen számsorozat az ember első matematikai alkotása, amely úgy jött létre, hogy mindig eggyel túlmegyünk a már meglévő számunkon. A közös számlálás után betekintést nyerhetünk a legegyszerűbb

¹⁴⁴ U.a. 270.

¹⁴⁵ U.a. 267.

¹⁴⁶ Reményi Édua: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. In: Budapesti Könyvszemle, 2005/1.sz., pp. 84-85., pp. 84.

¹⁴⁷ U.a. 84.

matematikai műveletek birodalmába. Az érdeklődő felelevenítheti az összeadásról, szorzásról tanultakat, ugyanakkor előtérbe kerül a műveletek iterációinak (egy függvény ismételt végrehajtását jelenti az előző függvényértéken) bemutatása a nagy számok körébe. Ezután tárgyalásra kerül a függvények grafikus ábrázolása, amelyeket a szerző „lázgörbe” néven illet művében. Ezt követően a végtelen számsor kerül a terítékre, ahol megismerkedhetünk a kettes és a tízes számrendszerrel és az oszthatósági szabályokkal. A „bűvészkedés” során találkozhatunk a konvex sokszögekkel, a kombinatorikával és a prímszámok tárgykörével is. Az első rész a *Gondoltam egy számot* című fejezettel zárul Ezt a megközelítést, - saját tapasztalataim alapján is - ma is felhasználjuk az általános iskolai matematikai egyenletek témakörének bevezetéseként.¹⁴⁸

A kötet második része *A teremtfő forma* címe viseli. Ebben már nem csupán a természetes számoké a főszerep, hanem bevezetésre kerülnek a törtek, a negatív és irracionális számok is. Az olvasó elsajátíthatja a törtekkel való műveletek fortélyait, a racionális számok számosságát, ugyanakkor megtanulhatja, hogyan alakíthatja át a törteket tizedestört alakba és fordítva. Péter Rózsa könyvének gerincét képző függvénytan bevezetése után betekintést nyerhetünk az irracionális számok körébe, a logaritmus rejtélyeibe, illetve a szög- és hatványfüggvényekbe egyaránt. Az irracionális számok kapcsán bepillantást nyerhetünk a Pitagorasz-tétel bevezetésébe, ugyanis az egységnyi hosszúságú befogókkal rendelkező derékszögű háromszög átfogó hosszúsága $\sqrt{2}$ egység, ami már nem írható fel két egész szám hányadosaként, vagyis az irracionális számok körébe tartozik. A második rész lezárásaként megtudhatjuk mik azok a komplex számok, hogyan számolhatunk differenciálhányadost, valamint azt, hogy mely esetekben alkalmazható a határozatlan és határozott integrál.¹⁴⁹

A tiszta ész önkritikája című utolsó rész, amely Immanuel Kant főművére (A tiszta ész kritikája) reflektál, bevezeti az olvasóit olyan témakörökbe, hogy miért nem négyyszögesíthető a kör, mik azok a transzcendens számok, továbbá képet kaphatunk a Bolyai-geometria alapjaiba is. Emellett megismerkedhetünk a negyedik dimenzióval, a csoport- és halmazelmélet rejtélyével. A fejezetben szó esik a szimbolikus logikáról, amelyben Péter végigjárja az egyes „műveleti szabályokat”, mint például „nem”, „és”, „vagy”, „akkor”, „akkor és csak akkor”, „minden”, „van olyan” kifejezések jelentőségét. Az

¹⁴⁸ Péter, 1999, pp. 14-76.

¹⁴⁹ U.a. 78-205.

olvasó átfogó képet kaphat a bizonyításelméletről, az antinómiákról és a kontinuumsejtésről is.

A *Mit nem tud a matematika?* című fejezetben az eldöntetlen matematikai problémákba nyerhetünk betekintést. A professzorasszony példaként említette a Goldbach- és Fermat-féle sejtést is. Christian Goldbach porosz matematikus arra a felfedezésre jutott, hogy minden 2-nél nagyobb páros szám felírható két prímszám összegeként. Ez azonban azért marad számunkra rejtély, mert amíg a számokat megvizsgálták ez valóban teljesült, viszont kérdéses, hogy azon túl is igaz marad e. A francia származású Pierre de Fermat jogászként és matematikusként is tevékenykedett. Fermat azt állította, hogy az egész számok körében nincsen megoldása az $x^n + y^n = z^n$ diophantoszi egyenleteknek, feltéve ha n értéke nagyobb 2-nél.¹⁵⁰ Fermat sejtésének helyessége 1992-ben bizonyosodott be.¹⁵¹

Dolgozatomban korábban kitértem arra, hogy Péter Rózsa rajongott a művészetekért, ezért kötete függelékében a tantárgy iránt érdeklődőket beavatja a matematikai nyelvészetbe is. Monográfiája ezen része a *Formabontás a „két kultúra” ellen* címet kapta, s egy, a matematikusnő által lefordított Rilke-verssel veszi kezdetét. A függelékben találkozhatunk a nyelvtanórákról jól ismert mondatelemzéssel, az ezekhez tartozó ágrajzok összeállításával, speciális gráfokkal, valamint a számítógépek gyakorlatával is.¹⁵²

5.3. Tudománykommunikációs koncepciója

„Amíg a kutatók nem tudják élményszerűen bemutatni saját eredményeiket, addig a tudomány ijesztő marad” – nyilatkozott Farkas Alexandra, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem tudománykommunikátor biológusa. Farkas jelentősnek tartja a tudománykommunikáció oktatását, ugyanis ez a tudós és laikus között egyfajta hidat képez.¹⁵³ A tudományos életben használt nyelv számos ponton különbözik a hétköznapi életben használt nyelvtől. Számos konfliktus származik abból, hogy a tudományos kutatások és innovációk reprezentálása kapcsán az adott kutatóintézet vagy éppen szakember más módon közli az információt, mint ahogy azt a nagyközönség és a sajtó be tudja fogadni, meg tudja érteni. A kutató-biológus kihangsúlyozta a két nyelvi szféra közelítésének fontosságát

¹⁵⁰ U.a. 208-253.

¹⁵¹ Sárközi Ármán: A nagy Fermat-sejtés rejtélye. <https://www.factology.hu/a-nagy-fermat-sejtes/> (Letöltés dátuma: 2024.04.15.)

¹⁵² Péter, 1999, pp. 256-264.

¹⁵³ Vajna Tamás: Mit ér egy tudományos eredmény, ha azt a közönség nem tudja befogadni? <https://qubit.hu/2024/02/25/mit-er-egy-tudomanyos-eredmeny-ha-azt-a-kozonsag-nem-tudja-befogadni> Letöltés dátuma: 2024.04.03.

és a tartalom túlzott leegyszerűsítésének mellőzésével. A tudománykommunikáció elsődleges célja a laikusok számára megfoghatatlan, túlságosan komplex jelenségek, eljárások, folyamatok közérthetővé tétele. Ennek elérése érdekében érinteni kell az adott probléma jelentőségét és újdonságtartalmát, valamint arra is ki kell térni, hogy miért jelentős ez egy hétköznapi ember számára.¹⁵⁴ A 21. században a tudománykommunikátorok szakterületük közérthetővé tétele céljával segítségül hívhatnak multimodális eszközöket is, mint például a vlogot és a TikTokot.¹⁵⁵

Még ha Péter Rózsa nem is ismerte a tudománykommunikáció modern elméleti megközelítését, a magyar matematikusnő a 20. század vérzivataros időszakában ösztönösen egy olyan tudománynépszerűsítő könyv megírására vállalkozott, amely segítségével kísérletet tett a matematika tudományának közérthetővé tételére. A Benedek Marcell ösztönzésére megírt monográfia nem csak hazai, hanem nemzetközi sikerekre is szert tett. A 20. század második felében az iskolákban használt matematika tankönyveket száraz formalizmus jellemezte, amelynek következtében a tantárgy akkor sem örvendett nagy népszerűségnek. A következőkben azt szeretném megvizsgálni, melyek voltak azok a tudománykommunikációs eszközök, amelyek segítségével Péternek sikerült közérthetővé tenni a matematikát a humán beállítottságú emberek számára.

Péter Rózsa sikeres tudománykommunikációját mi sem teszi nyilvánvalóbbá, mint hogy a könyvét 2018-ban, 75 év elteltével újra kiadták. Ez könyvének időszerűségét támasztja alá, ugyanis írása a 21. században is helytállónak bizonyult a reprint változat kiadásával.

A dolgozatom előző részeiből kiderült, hogy Péter nemcsak elméleti matematikusként tevékenykedett, hanem színvonalas oktatói munkát folytatott mind a középiskolák, mind pedig az főiskolák katedráin. Könyvének sikerességéhez nagy mértékben hozzájárult, hogy az évek során szerzett oktatói tapasztalatát és gyakorlatát át tudta ültetni a matematika témaköreibe. Péter törekedett arra, hogy az egész tudomány lényegét leegyszerűsítve adja át olvasóinak. A matematikusnő tanári munkássága során rátalált azokra a módszertani eszközökre, amelyek segítségével a diákok számára érthető magyarázatokat tudott adni a tantárgy adott problémáira, kérdéseire. Péter a *Játék a*

¹⁵⁴ Farkas Alexandra <https://probako.hu/blog/tudomanykommunikacio-farkas-alexandra> (Letöltés dátuma: 2024.04.03.)

¹⁵⁵ MCC Podcast: TÉKA: Tudomány a TikTokon? Avagy a digitális kor olvasói és írástudói <https://corvinak.hu/pod-vid/2023/12/14/mcc-podcast-teka-tudomany-a-tiktokon-avagy-a-digitalis-kor-olvasoi-es-irastudoi> (Letöltés dátuma: 2024.04.03)

végtelességgel című művében az addigi életpályája, tanítási gyakorlata alatt szerzett tudását vetette papírra. Ugyanakkor nem szabad arról sem megfeledkeznünk, hogy a könyv a magyar zsidóüldözés árnyékában született. Ebből arra következtethetünk, hogy a matematika a tudós számára szellemi menedékeként szolgált, így az alkotás segítségével tudta kifejezni önmagát és megtalálni az élete értelmét a kényszerű bujkálás éve alatt.

A könyv stílusát tekintve könnyed, olvasmányos, helyenként szórakoztató elemeket hordoz. Nyelvezete tartózkodik a túlzott szakmai nyelvtől, így olyan érzés fog el bennünket az olvasása közben, mintha az iskolapadból szemlélnénk a tantárgy által kínált feladványokat. Péter tudománynépszerűsítő művében számos olyan elemet találhatunk, amely az olvasóra megnyugtatóan hat, elterelve ezzel a figyelmet a tudományág vélt és valószínűségeiről. Ide tartozik például a játékosság, a matematikusok és tanítványaik megfigyelései, egy-egy versből vett idézet, valamint a szerző számos történeti kitekintést is tesz az egyes példák elmagyarázása közben. Ezen nyelvi, formai eszközök használatával Péter célja az lehetett, hogy végig fenntartsa az olvasó figyelmét, amikor már a számok világa kissé unalmassá válhatna. A matematikai témakörök feldolgozása után a szerző lehetőséget ad az érdeklődőnek egy kis megpihenésre, hogy ezután újult erővel vág hasson neki az „ismeretlenek”.

A könyvben végig nyomon követhetők a játékosság jegyei, amelyre Péter már a címben is utalt, emellett a fejezetek beszédes elnevezéseit is gondosan megválasztotta. A *Műhelytitkok* című részben a geometriai szerkesztések által született remekműveket és az ezeket elkészítő eszközöket csodálhatja meg az olvasó, míg kombinatorikai témakör a *Minden lehetőséget megjátszunk* címet kapta. A negatív számok tárgykörét magába foglaló fejezetet a *Szétfutó számok* elnevezéssel illette Péter, ugyanis a pozitív és negatív számok egymással ellentétes irányban haladnak a számegyenesen. A *Határtalan sűrűség* címmel ellátott rész a törtek számegyenesen való elhelyezkedésére utal, ugyanis a tört nevezője ad útmutatót arra, hogy az érdeklődő olvasó hány egységet vegyen fel a számegyenesen 0 és 1 között. Ez a szám minél nagyobb, annál jobban „sűrűsödik” a számegyenes, s ez a végtelenségig fokozható. Az olvasás során fény derül arra a titokra is, mit ért Rózsa „lázgörbék” alatt, ugyanakkor elsajátíthatjuk az „oroszlánfogás” mesterségét is. A képi megfogalmazásra kitűnő példa az a hasonlat, hogy kétféle módon foghat a matematikus oroszlánt: egyrészt amikor a szóban forgó állat nyugalomban, illetve amikor mozgásban van. Nyugalmi helyzetben a következő módszer alkalmazható: *„Készítsünk egy alul nyitott ketrecfélét, amelybe az oroszlán belefér. Majd osszuk a Szaharát két egyenlő részre. Legalább az egyikben benne lesz az oroszlán. Most vegyünk szemügyre egy Ilyen fél*

Szaharát. Ezt is felezzük meg: legalább az egyik felében hever az oroszlánunk. És így tovább. Ezeket a felezéseket folytatva, egyre szűkülő egymásba skatulyázott területekhez jutunk; előbb-utóbb valamelyik terület már szűkebb lesz, mint a ketrec alapja, és ebben is benne van az oroszlán. Helyezzük rá ketrecünket: megfogtuk az oroszlánt.”¹⁵⁶

A matematikusnő sokat merített volt tanítványai által tett felfedezésekből is, amelyek helyet kaptak *Játék a végtelennel* című művében. A példákban szereplők megszemélyesítése, névvel való ellátása is a téma könnyebb befogadását segíti. A „kis kutatók”, Anna, Éva, Zsuzsi és Marika személyében az egyes matematikai példák és a hétköznapi tárgyak között hasonlóságokat, párhuzamokat fedeznek fel. Ezeknek az észrevételeknek a megosztását azért is tarthatta Rózsa kiemelkedően fontosnak, hogy a diákok szemszögéből vizsgálva az egyes példákat érthetőbbé, gyerekközelibbé tegye. Carl Friedrich Gauss német matematikus kisiskolásként pillanatok alatt megoldotta azt a feladványt, amit matematikatanára adott fel az osztálynak, ez pedig nem volt más, mint a számok összeadása 1-től 100-ig. Gauss módszerét Péter diákja, Marika egy füzethez hasonlította: „*Itt az első és az utolsó tag egyenlítette ki egymást, azután a második és az utolsó előtti, a füzetben is így függnek össze a lapok: az első az utolsóval, a második az utolsó előttivel.*”¹⁵⁷ Rózsa néni egy másik tanítványa, Éva teljesen magától jött rá arra, hogy létezik olyan távolság, amelynek méretét nem lehet kifejezni sem törttel, sem pedig egész számmal. A tréfás feladat az volt, hogy hogyan tudunk egy négyzet alakú tavat – melynek minden sarkát egy-egy fa díszít – úgy kibővíteni kétszer akkora területűre, hogy az újonnan keletkezett tó maradjon négyzet alakú, és a fák se kerüljenek más helyre.¹⁵⁸ A könyvben Éva hamar rájött a feladat furfangosságára, s rögtön belekezdett az új oldalak kiszámításába.¹⁵⁹

A professzorasszony művében szót ejtett matematikus kollégáiról is. Így a matematikatörténet iránt érdeklődők számára világossá válik, mely nagy matematikusok nevéhez milyen nagy felfedezések köthetők. A könyvének az általános függvényfogalomról szóló részben olvashatjuk Péter volt tanára, Fejér Lipót nevét, akit a szögfüggvényekről való kutatásai tettek világhírűvé.¹⁶⁰ Emellett megemlékezik a párhuzamossági axiómákat vizsgáló Bolyai János erdélyi származású matematikusról is, az általa életre hívott geometriát Péter tudománynépszerűsítő művében hosszasan bemutatja. Továbbá különböző matematikai tétel és bizonyítások kifejtésénél találkozhatunk úttörő felfedezéseket tevő

¹⁵⁶ Péter, 1999, pp. 224.

¹⁵⁷ U.a. 33.

¹⁵⁸ U.a. 117.

¹⁵⁹ U.a. 118.

¹⁶⁰ U.a. 155.

matematikusok neveivel, mint például Georg Cantor (1845 – 1918), Pafnutyij Lvovics Csebisev (1821-1894), David Hilbert (1862-1943), Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1905-1959), Évariste Galois (1811-1832), Kurt Gödel (1906-1978) és Bertrand Russell (1872-1970).

A *Játék a végtelennel* című mű olvasmányosságát és könnyedségét különböző versekből vett idézetek segítik, amellyel az irodalomkedvelőket ösztönözi a könyv továbbfűrkészésére. képszerűbbé, közérthetőbbé teszi a tartalmat, illetve megmutatja a két terület, a matematika és az irodalom, a tudomány és a művészet esetleges metszéspontjait. Az akadémiakusnő az egyenletek létrehozása kapcsán az ismeretlen számot x-nek nevezte, amellyel Babits Mihály magyar költő gondolatait állította párhuzamba:

„Minden folyót vár a Styx.

Óh megoldó biztos X!”¹⁶¹

Ahogy Kosztolányi Dezső *Édes Anna* című regényét is felhasználta a könyv szerzője a mesterséges nyelv konstruálása kapcsán.¹⁶²

Péter Rózsa érdeklődését a művészetek iránt alátámasztja, hogy számos vers lefordítása is a nevéhez fűződik. Rainer Maria Rilke osztrák költő *Őszi nap* című versének egyik fordítása is az nevéhez köthető, ezt a könyv függelékében olvashatjuk.¹⁶³ A matematikában található ideális elemek bevezetését az *Irja hadnagy* című orosz novellához hasonlította. Ennek kiindulópontja az volt, hogyha valaki félreérti a diktálást megszakító „írja, hadnagy!” felszólítást, akkor az Irja nevű katona is a tisztek névsorába kerül. Ő voltaképpen nem ember, hanem sajtóhiba, mégis számos eseményben része volt: megnősült, börtönbe került, felkelést szított és hatással volt mások életére is.¹⁶⁴

Péter széleskörű műveltségét bizonyítja, hogy könyvében a matematikai példákat néhol történeti kitekintések szakítják meg. Ezek közül néhány példát szeretnék bemutatni. „A hinduk ősidőktől fogva kitűnő matematikusok”- fogalmazott a tudós könyve hetedik fejezetének bevezetőjében. Még mielőtt Péter megmutatná a számok prímtényezőkre való felbontását, egy hindu tudós autó rendszámának elemzését tárja az olvasó elé. Ez a rendszám az 1729 volt, amelyet a tulajdonosa a következőképpen jellemzett: „Ez az első olyan szám, amely két módon is felírható két szám köbének összegeként, hiszen $10^3 + 9^3$ is és $12^3 + 1^3$ is 1729.”¹⁶⁵ Továbbá a laikusok számára világossá válik, mivel foglalkozik pontosan az algebra

¹⁶¹ U.a. 68.

¹⁶² U.a. 259-260.

¹⁶³ U.a. 257.

¹⁶⁴ U.a. 157.

¹⁶⁵ U.a. 60.

és a geometria, megismerkedhetnek a projektív geometria születésével is. A matematikatörténet egyik legromantikusabb oldalába is bepillantást nyerhetünk Péter könyvének olvasása közben. A húszesztendős francia matematikus, Évariste Galois egy lányért vívott párbaj során halálos sebet kapott. Halála előestéjén egy olyan levelet fogalmazott meg barátjának, amelynek hatására az algebra tudománya újra virágzásnak indult. Galois papírra vetette a speciális ötödfokú egyenletek megoldási módját, amely rendkívül termékenynek bizonyult. Ezért a romantikus lelkületű fiatal francia matematikusnak köszönhető, hogy új lendületet kapott az algebra.¹⁶⁶

Péter monográfiájának nagy erénye, hogy lépésről lépésre fejti ki a matematika egymásra épülő témaköreit, az egyes témakörök közti átvezetés logikusan nyomonkövethető. Az akadémikusnő könyvének bevezetőjében kihangsúlyozta: „*Matematikát csak téglánként lehet felépíteni: itt egyetlen szó sem felesleges, minden következő részlet az előzőre épít.*”¹⁶⁷ A könyv első fejezeteiben még az ujjaink segítségével sajátítjuk el a számolás fortélyait, ahogy azt az ősemberek is tették, majd ez kibővül a természetes számok teljes halmazára. Ezt követően veszi kezdetét az utazás az egész számok, racionális, irracionális számok körébe. A mű zárófejezetében már ismeretet szerezhethetünk a komplex számokról és ezek alkalmazásáról is. A végtelenről tanultak elsajátítása után a matematika máig eldöntetlen problémáival foglalkozik a szerző, amivel a matematikust és a laikus érdeklődőt is egyaránt gondolkodásra sarkall. Péter művében az alapoktól való építkezés az egyenletek esetében is nyomon követhető. Az első részben ezt a témakört egy „gondoltam egy számot” típusú feladattal vezeti be, ahol ezt a bizonyos számot közös megállapodás szerint x betűvel jelölte. Majd miután az olvasó elsajátította az elsőfokú egyenletek megoldását, megérthetjük hogyan kell megoldani a másodfokú, majd a magasabb fokú egyenleteket a valós számok halmazán. A komplex számok megismerését követően már lehetőségünk nyílik arra, hogy ebben a számkörben is oldjunk egyenleteket, ugyanis ezesetben már az $x^2 = -9$ megoldható.¹⁶⁸

Az emberek 30%-a vizuális beállítottságú. De mit is jelent ez? A vizuális típusú emberek az információk feldolgozása során képekre, ábrákra, grafikonokra, táblázatokra támaszkodnak. Ezek az eszközök nagy mértékben hozzájárulnak a tanulás hatékonyságának növeléséhez.¹⁶⁹ Péter Rózsa ennek ösztönösen tudatába volt, így könyvében törekedett minél

¹⁶⁶ U.a. 75-76.

¹⁶⁷ U.a. 10.

¹⁶⁸ U.a. 159.

¹⁶⁹ Torgyik Judit: A tanulási stílus és a kulturális háttér összefüggései. In: Iskolakultúra, 2007/3.sz., pp. 90-98., pp. 91.

több matematikai problémát közérthetően vizualizálni, pedig a nyomdatechnikai feltételek természetesen még jóval elmaradtak a mai lehetőségektől. Számos példát találhatunk a feladatok vizuális megjelenítésére, ezért csak néhány példán keresztül szeretném ezeket reprezentálni. A következőkben a *Játék a végtelennel* című könyv ábráit fogom felhasználni hipotézisem alátámasztása céljából.

A prímszámok előállításának algoritmusát Péter az ókori görög matematikus, Erasztothenész szitájának példájával tárja olvasói elé. Azokat az egész számokat nevezzük prímszámoknak, amelyek 1-en és önmagukon kívül más egész számmal nem oszthatók maradék nélkül. A rostálás előtt felírjuk a számokat 1-től 50-ig, majd ezt követően megállapítjuk, hogy az első ilyen szám a 2. Kezdetben áthúzásra kerülnek a 2 többszörösei, majd következnek a 3 többszörösei, és így tovább haladva rostáljuk ki a számokat. Azokat a számokat, amelyek több osztóval is rendelkeznek, többször is áthúzásra kerülnek. A szitálás befejezésével az olvasó szemei elé tárultak a törzsszámok.¹⁷⁰ Ezt az eljárást Péter az alábbi ábrával szemléltette az érdeklődőkkel:



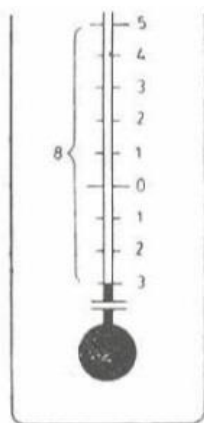
1. ábra

Forrás: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999. pp. 63.

Miután a laikusok elsajátították a számolás művészetét a természetes számok körében, lehetőségük nyílik megismerni a negatív számokkal történő műveleteket is. Péter az ezekkel történő számolást egy egyszerű példával kezdi: Ha odakint $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ van, és a hőmérséklet lecsökken $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, akkor hány $^{\circ}\text{C}$ lesz odakint? – szól a kérdés. Rózsa ezt a kivonással kapcsolatos feladatot egy hőmérő segítségével jeleníti meg.¹⁷¹

¹⁷⁰ Péter, 1999, pp. 62-63.

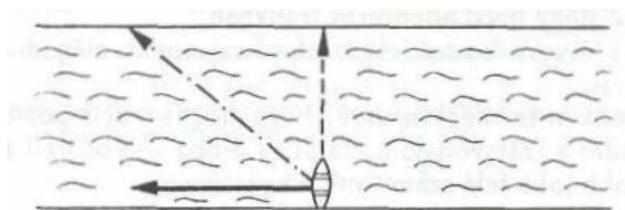
¹⁷¹ U.a. 82.



2. ábra

Forrás: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999. pp. 82.

A negatív számok szemléltetésére is még számos vizuális módszert alkalmaz. Számegyenesek és a fizikában is előszeretettel használt vektorok segítségével segíti a könnyebb megértést. Például az evezőkre ható erők miatt a csónak nem a kiindulóponttal szemben fog partot érni, hanem lejjebb, ugyanis a folyó sodrása is befolyásolja a helyzetét:¹⁷²



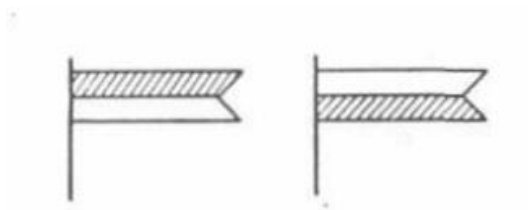
3. ábra

Forrás: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999. pp. 83.

„Hányféleképpen?” – tesszük fel a kérdést a kombinatorikai feladatok megoldása során. Már az iskolában megtanulhattuk, hányféleképpen lehet sorba állítani az osztály tagjait, a lottószámok kiválasztása hányféle úton történhet, valamint azt is, hogy egy adott fős társaságban összesen hány kézfogás történik, ha mindenki mindenkivel kezét fog. Péter könyvében képek segítségével elmagyarázza, hogy három színből hányféle zászlót lehet összeállítani. A matematikusnő sorra veszi a lehetőségeket: egy színből csak egy zászló készíthető, ha kétfajta színt használunk, akkor már két különböző zászló keletkezik ezek megcserélésével. Három szín kombinálásához Péter a két színből összeállított lobogókhoz tért vissza. Itt eljátszott azzal a gondolattal, hogy a zászló két színe alá, fölé és közé is be tud

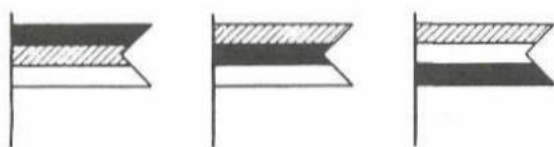
¹⁷²U.a. 83.

illeszteni egy újabb színt, ugyanezt az eljárást a másik esetről is alkalmazza. Így három színt hatféleképpen tudunk sorba rendezni:¹⁷³



4. ábra

Forrás: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999. pp. 49.



5. ábra

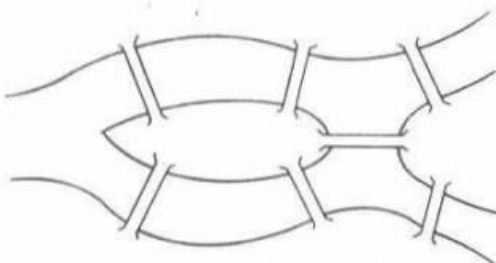
Forrás: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999. pp. 49.



6. ábra

Forrás: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999. pp. 50.

Péter a gráfelmélet egyik neves, königsbergi hidak problematikájába is beavatja az érdeklődőket, így ismét utalást tett Immanuel Kant munkásságára. A településen található Pregel folyó két szigetét a parttal hét híd köti össze. Ezt a szerző a következőképp illusztrálta:



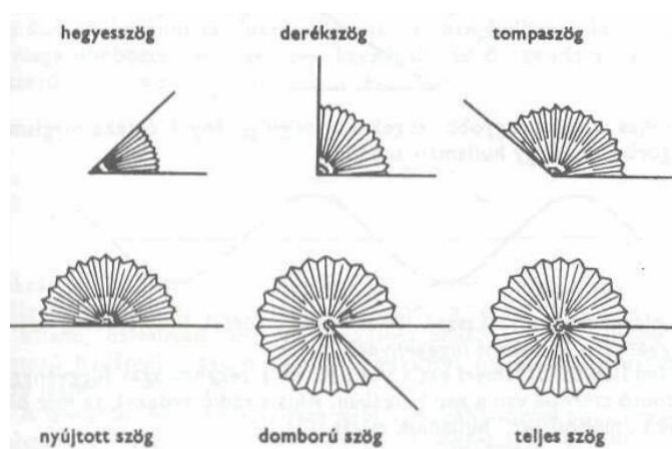
7. ábra

Forrás: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999. pp. 43.

¹⁷³ U.a. 49-50.

A feladat úgy szól, lehet-e olyan sétát tenni a hidakon, hogy a kiindulópontra kerüljünk vissza, de közben mind a hét hidat érintettük. A találós kérdés úgy is módosítható, hogy ezt az ábrát le lehet-e rajzolni egyetlen ceruzavonással annak felemelése nélkül.¹⁷⁴

A matematikusnő a matematikai definíciók elsajátításának hatékonysága érdekében számos hétköznapi életben használatos tárgyat is beépített magyarázataiba és feladataiba. A szögfajták keletkezését a japán legyező szétnyításának technikájához hasonlítja, ugyanis „*a szög tulajdonképpen egy egyenesnek egy másik szilárd egyenestől való elfordulását méri*”. Érdekesség, hogy a szerző a „nyújtott szög” kifejezést használja a napjainkban tanított „egyenesszögre” utalva.¹⁷⁵



8. ábra

Forrás: Péter Rózsa: *Játék a végtelennel*. Budapest, 1999. pp. 153.

Már általános iskolás korunkban elsajátíthattuk a kör részeit: a sugarat, átmérőt, szelőt, a húrt, a körívet, illetve a körcikket. Péter Rózsa a kör sugarainak szemléltetésére egy igen szellemes példát hoz, ezeket a kocsikerék küllőihez hasonlítja, amelyet képpel is illusztrált.¹⁷⁶



9. ábra

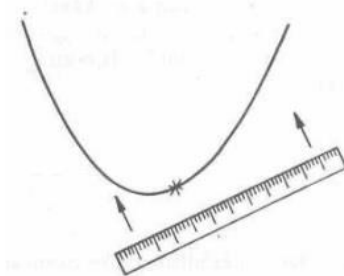
¹⁷⁴ U.a. 43.

¹⁷⁵ U.a. 153.

¹⁷⁶ U.a. 145.

Forrás: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. Budapest, 1999. pp. 145.

A könyv szerzőjének precizitását fémjelzi, hogy az olvasó számára bemutatja a matematikai eszközök helyes használatát, amelyre a tūpontos szerkesztési feladatok megoldása során lesz szükségünk. Péter az érdeklődőknek bemutatja, hogy a parabolához hogyan húzható érintő egy adott pontban egyetlen vonalzó segítségével.¹⁷⁷



10. ábra

Forrás: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. Budapest, 1999. pp. 175.

Már az ókori görögök is gondosan megválasztották a szerkesztési eszközeiket, kört körző segítségével rajzoltak. Péter olvasóinak bemutatta a körző rendeltetésszerű használatát, sőt, könyvében a részeit is megnevezte: „ha nem laza a kapcsolat a körző két szára közt, akkor az egyik szár hegyes végét szilárdan leszúrva egy pontba, a másik szár ceruzás vége csakugyan állandó távolságban mozog ettől a szilárd ponttól és így igazi kört ír le.”¹⁷⁸



11. ábra

Forrás: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. Budapest, 1999. pp. 210.

¹⁷⁷ U.a. 175.

¹⁷⁸ U.a. 209-210.

Péter könyvének népszerűsége gyakorlatias megszerkesztettségéből fakad, amelynek központi eleme az egyes témákhoz kötődő matematikai példák és azok „közös” megoldása. A matematikusnő minden témakörhöz mintafeladatokat társított, amelyeket részletes magyarázat mellett meg is oldott. Ezen feladványok közül következzen néhány példa a teljesség igénye nélkül. A könyv elmagyarázza, hogyan kell a törtet tizedestörtté alakítani, és ezt fordítva. A tudósasszony minden lehetőségre példát hozott, legyen szó akár véges, végtelen szakaszos és végtelen nem szakaszos tizedestörtekről. Jól kidolgozott módszereket alkalmaz a példák szemléltetésére. Az alábbi ábrán látható, hogy a számláló az osztandó, a nevező pedig az osztó helyére kerül, valamint az is, hogy a művelet végrehajtása során még a maradékokat is feltüntette a szerző:¹⁷⁹

$$\begin{array}{r} 4 \\ 9 \overline{) 40} \\ \underline{40} \\ 4 \end{array} = 4:9 = 0,44 \dots$$

12. ábra

Forrás: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. Budapest, 1999. pp. 18.

Számos diák hajlamos elkövetni, azt a hibát, hogy a matematikai szabályokat csak mechanikusan „bemagolják”, ahelyett, hogy megpróbálnák értelmezni a feladat megoldásának lényegét. Az azonos alapú hatványok szorzásánál megtanulhattuk, hogy a kitevők összegét veszem, míg ezek osztásánál a különbségüket, ha pedig egy hatványalakot szeretnék még hatványra emelni, akkor a két hatványkitevő szorzatát veszem. Péter könyvéből nyilvánvalóvá válik, miért is van ez így:

$$5^4 \cdot 5^2 \cdot 5^3 = \underbrace{5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5}_{5^4} \cdot \underbrace{5 \cdot 5}_{5^2} \cdot \underbrace{5 \cdot 5 \cdot 5}_{5^3} = 5^9$$

13. ábra

Forrás: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. Budapest, 1999. pp. 18.

A fenti ábrán látható, hogy az szorzatban előforduló hatványokat a szerző külön-külön csoportosította, majd ezekből kilenc darab ötös keletkezett. Ebből az olvasó számára világossá válik, miért az 5^9 hatványalakot kapja eredményül.

¹⁷⁹ U.a. 102.

A matematikatudomány elsajátításának egy legjelentősebb alapköve a különböző egyenletek helyes megoldása. Péter könyvében az $\frac{5x}{2} + 3 = 18$ elsőfokú egyenlet példáján mutatja be a megoldási lépéseket: az egyenlőségjel bal oldaláról úgy tüntetjük el a 3-as összeadandót, hogy a jobboldalon lévő számból ezt kivonjuk. Ezt követően a 2-es osztó eltüntetése a jobboldalon lévő szám megszorzásával történik. A matematikusnő az egyenletmegoldás végén kimondja azt a nagy igazságot, hogy az ilyen típusú feladatok megoldása általában ellenkező műveletek átvitelével történik.¹⁸⁰

Az akadémikusnő könyvében a számelmélet alapjainak rejtélyeibe is bevezeti olvasóközönségét. Az oszthatósági szabályok elsajátítását követően akár milliós nagyságrendű számok osztóit is megállapíthatjuk anélkül, hogy elvégeznénk az osztást. Péter sorra veszi könyvének harmadik fejezetében a nevezetes oszthatósági szabályokat, amelyeket példákkal tesz szemléletesebbé. Például a 4-gyel való oszthatóság esetében lehet egy szám akármilyen hosszú, csak az utolsó két helyen álló számjegyet kell megvizsgálunk.

3 478 524

14. ábra

Forrás: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. Budapest, 1999. pp. 29.

Péter által felállított példa alapján világossá válik, hogy a 24-es számot kell nagyító alá vennünk, amelyet el tudunk osztani 4-gyel anélkül, hogy maradékunk keletkezne. Ebből következik, hogy az ábrán látható szám 4-gyel való oszthatósága teljesül. A további példák segítségével elsajátíthatjuk a 3-mal, 9-cel történő oszthatóság szabályait is, ahol már a számok összegét kell alapul vennünk.¹⁸¹

5.4 Korabeli visszhang

Péter Rózsa nem matematika beállítottságú embereknek szánt monográfiája nemzetközi sikerét bizonyítja, hogy a több nyelvre is lefordították. A könyvről számos értékelés, könyvismertetés, recenzió született matematikusok, bölcsészek és diákok tollából is. Péter nagy örömmel nyugtázta, hogy a közös matematikai felfedező munka nem csupán a tanítványoknak jelent meghatározó élményt és szilárd ismeretet, hanem pedagógusok és tájékozott vezetők is kézbe veszik azt. Minden bizonnyal megelégedettségére szolgált, hogy a tudománykommunikációs stratégia eredményesnek bizonyult, A matematikusnő számára

¹⁸⁰ U.a. 69.

¹⁸¹ U.a. 29-30.

az egyik legnagyobb élményt jelentette az, mikor egy 11 éves kisdíákja a magyar dolgozatába a következőket írta egy iskolanapjáról: „*Ha délelőtt számtanóránk van, nekem már reggel nyolckor dobog a szívem: de nem a félelemtől, hanem a kíváncsiságtól.*” Ebből a gondolatból látható, Péter Rózsa hosszú tanítási munkája során kialakult az ismeretterjesztéshez és tanításhoz kapcsolódó attitűdje, hiszen több nemzedék tanítása kapcsolódott a nevéhez.¹⁸²

Péter a *Játék a végtelennel* című könyvében az irodalom és a művészet matematikával való keresztezésével is találkozhat az olvasó, így nem csoda, hogy nagy visszhangot váltott ki. Több magyar író alkotott véleményt erről a tudománynépszerűsítő munkáról.

Benedek Marcell író és Péter Rózsa levelezésének is köszönheti létét ez a monográfia, így Benedek értékelése sem maradhatott el. Eleinte reménytelen küldetesként fogta fel a matematika megértését, az általa „bájosnak” titulált mű elolvasása azonban sokat segített neki a tudomány megértésében.

Hegedüs Géza író a következőképpen nyilatkozott a könyvről: „*Az emberiség két részre oszlik, az egyik fele tud matematikát, a másik fele nem. A földi népek, és a marslakók között aligha van nagyobb távolság, mint e két tábor között. És Péter Rózsa az egyenlethívők táborából vállalkozott arra, hogy a matematika egész problematikáját elmesélje azok számára, akiknek még csak érzékük sincs a számok tündérvilágához. A legérdekesebb az, hogy ez az eleve reménytelennek látszó feladat sikerült. És íme, a vakok látnak.*”

Füst Milán Kossuth- és Baumgarten-díjas magyar író is pozitívan méltatta Péter kimagasló alkotását: „*Soha én el nem képzeltem volna, hogy az absztrakciók absztrakciója, hogy éppen a matematika ilyen egész embert képes legyen tükrözni. Micsoda csillagászati messzeségben van ez a könyv mindattól, amit eddig matematikai tankönyv formájában gyötrelmünkre volt!*”¹⁸³

A könyvet számos matematikával komolyan foglalkozó személy is elolvasta és recenziálta. Péter egyik kollégája, Gallai Tibor matematikus hosszasan értékelte azt az *Embernevelés* című folyóiratban. Gallai szerint a matematikatanároknak is hasznos munka, ugyanis rámutat a matematikában rejlő esztétikumra. Az tudósasszony „képletnélküli matematikája” bebizonyítja, hogy sokszor egy frappáns számpélda nagyobb világosságot hordoz magában, mint egy szigorúan levezetett formula. A remekmű több fejezete a vontatott betűszámítási gyakorlatok helyett az algebra tanítására több hatékony módszert

¹⁸² Andrásfai Béla: Péter Rózsa In: Magyar Tudomány, 1985/sz. pp.601-605., pp. 602-603.

¹⁸³ U.a. 603.

rejt. Gallai azt is kihangsúlyozta, hogy ezen tudománynépszerűsítő művet nem lehet regényként olvasni, hiszen az új fogalmak elsajátítása, s ezek egymásra épülésének megértése csak fáradságot nem kímélő munka árán valósítható meg.¹⁸⁴

Genzwein Ferenc matematikatanár a Magyar Nemzet című folyóiratban hosszasan véleményezte Péter fő művét. Genzwein szerint a könyv nagy értéke, hogy elosztatta azokat a kételyeket, amelyek szerint a matematikát csak az erre született emberek érthetik meg. Emellett a tudós nő játékosan vezeti be a többség által nem ismert fogalmakat. Például a törtékkel végzett szorzás részletes magyarázatát megelőzi, hogy az $\frac{1}{2}$ -szer 3 eredményeként a kisdíák az egyik felét rajzolta le a hármass jelnek. Genzwein írásában kihangsúlyozta, hogy a matematikus kolléganőjének sikerült egy olyan matematikát népszerűsítő művet létrehozni, amely nem használ a laikusok számára érthetetlen képleteket, hanem a tantárgy hamisítás nélküli leegyszerűsítését helyezi előtérbe. Tárgyalásmódja példaként szolgálhat a matematikát tanulóknak és tanítóknak egyaránt, mivel ebben a könyvben nem találkozhatunk a korszakban uralkodó száraz formalizmus által hordozott jegyekkel.¹⁸⁵

A matematikus kollégák méltatásából is az derül ki, hogy Péter Rózsa tudománykommunikációja célba ért és hatékonyak bizonyult.

A mérnökként dolgozó Rácz János szerint egy olyan remekmű született a silányabbnál silányabb matematika könyvek után, amely a matematikával foglalkozók számára is újdonságokban bővelkedik.¹⁸⁶

A *Játék a végtelennel* című monográfiáról szóló, egy könyvtáros-tanfolyam dolgozataiból az alábbi értékelések olvashatóak: „Ajánlanám a középiskolák első évfolyamától egészen az egyetemi tankönyvek, jegyzetek mellé vigasztalásul.” „Nemcsak szakértelem és szakmaszeretet hatja át, hanem szenvedély és költészet is, pedig szokatlanabb témát választott megéneklésre, mint a költők ezrei.”¹⁸⁷

Péter könyvének számos nyelvre történő lefordítása miatt nemzetközi visszajelzések is születtek. Egy angol diáklány a következőképpen nyilatkozott a mű elolvasása után: „Azt hittem, sohasem fogom érteni a matematikát, a könyv olvasása azonban arról győzött meg, hogy mindig is matematikus voltam.”¹⁸⁸

¹⁸⁴ Gallai Tibor: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. In: Embernevelés, 1946/1-2.sz. pp. 145-146., pp. 146.

¹⁸⁵ Genzwein Ferenc: Játék a végtelennel. In: Magyar Nemzet, 1970/179-203.sz. pp. 8.

¹⁸⁶ Somogyi Tímea: Péter Rózsa, a matematika „nagyasszonya”. In: Természet Világa, 2007/4.sz. pp. 54-57., pp. 55.

¹⁸⁷ U.a. 55.

¹⁸⁸ U.a. 55.

Somogyi Tímea, Péter Rózsáról *A Természet Világa* című folyóirat mellékletében megjelent tanulmánya nem csupán a professzorasszony életébe és munkásságába nyújt betekintést, hanem saját szemszögéből értékeli remekművét is: „*Péter Rózsa véleményem szerint tényleg egy olyan könyvet írt, amely meg tudja értetni a matematikát azzal is, akinek világ életében gondot okozott a matematikai problémák lényegének és a feladatok megoldásához szükséges algoritmikus gondolkodásnak a megértése. Hétköznapi, a mindennapi életben előforduló példákat és problémákat említ és ezeket az olvasó érdeklődésének felkeltésével a matematika nyelvén oldja meg. Ez az egyik oka annak, hogy könnyű értelmezni a feladatot és úgy érezzük, mi is részt vettünk a megoldásban.*”¹⁸⁹

Somogyinak – elmondása szerint - ezen könyv segítségével sikerült elsajátítania a kettes számrendszert, ugyanis Péter gyakorlati példán keresztül világítja meg ezt a problémát. Fő kérdésköre, hogy 11 forintot legkevesebb hány érmevel lehet kirakni, azzal a feltétellel, hogy csak 1, 2, illetve 8 Ft-osok szerepeljenek ezek között. A másik nagy témakör, amit Somogyinak sikerült a sikerkönyv útmutatója alapján megérteni, az a magasabb rendű egyenletek megoldási módja volt. Péter Rózsa az ötödfokú egyenletek példáján magyarázza el ezek megoldását hasznos praktikák segítségével. A magasabb fokú egyenletekhez ugyan nem tartozik általános eljárás, viszont vannak speciális ötödfokú egyenletek, amelyek megoldhatók. A könyvében Péter az $x^5=32$ és az $(x+1)^5=32$ egyenleteken keresztül vezeti be ezek módszertanát.

Somogyi úgy gondolja, hogy Péter tudománynépszerűsítő munkája egyaránt ajánlott azok számára, akik szeretik a matematikát, illetve akik ódzkodnak tőle. Továbbá jó tanácsként megjegyezte, hogy a vizuális típusok számára érdemes papírt és ceruzát is ragadni a könyv elolvasása közben, valamint érdemes az általa hozott példákat a feladvány elolvasása előtt megoldani.¹⁹⁰

¹⁸⁹ U.a. 55.

¹⁹⁰ U.a. 55-56.

6. Összegzés

A dolgozat feltárja Péter Rózsa magyar matematikusnő életútját, munkásságát, valamint elemzi az általa írt 20. századi magyar matematika-tudománynépszerűsítés egyik legfontosabb alapmunkáját is. Péter 1943-ban, a második világháború vérzivataros éveiben írta meg *Játék a végtelennel* című művét, amelyet elsősorban a matematikában kevésbé jártas embereknek szánt. A matematikusnő személye ma már a feledés homályába vész, pedig számos nagy becsben tartott matematikaoktatáshoz kötődő reform és kutatás köthető az ő nevéhez. Azonban a dolgozatban elemzett tudománynépszerűsítő munkája mind a mai napig nem veszített értékéből és vonzerejéből, ezt mutatja, hogy utolsó, tizedik kiadása 2018-ban jelent meg.

A dolgozat első fő részében Péter Rózsa életének főbb momentumai, kutatói és pedagógusi tevékenysége, elnyert díjai és kortársak által alkotott méltatások kerülnek bemutatásra. Eredeti neve Politzer Rózsa volt, aki 1905-ben született Budapesten. Már gyermekkorában világossá vált, hogy matematikával szeretne foglalkozni, ezért beiratkozott a Pázmány Péter Tudományegyetemre, ahol tanárai, Fejér Lipót és Kürschák József nagy hatással voltak későbbi oktatói tevékenységére. Az egyetem befejezését követően doktori értekezésén tevékenykedett, amely elnyerte a summa cum laude fokozatot. Kezdetben a Pesti Izraelita Hitközség óraadó tanára volt, majd Budapest polgári iskoláiban is tanított ideiglenes státuszban. Zsidó származása miatt a II. világháború és a zsidóüldözés borzalmaival is szembe kellett néznie, ezeket az éveket bujkálással töltötte. 1945-ben kapta meg rendes középiskolai tanári kinevezését. Két évvel később Péter állást kapott a Pedagógiai Főiskolán, ahol megszervezte az önálló matematika tanszéket. A főiskola megszűnése után a matematikusnőt az ELTE professzorának nevezték ki, ahol főként halmazelméletről és matematikai logikáról tartott előadásokat. A hazai matematikaoktatás színvonalának növelésére számos újítást vezetett be. Aktívan kivette a részét a tanárjelöltek nevelésében, fontosnak tartotta az elégséges tanítási gyakorlat megszerzését. Péter új szellemű matematikai tanterveket és tankönyveket készített. Utóbbiak megalkotásában matematikus kollégája, Gallai Tibor segítette, így megszületett a modern, formalizmustól mentes matematikatankönyv, amely napjainkban is helytálló. 1946-ban *A tanító matematikakönyve* című pályázatával elnyerte a Magyar Tudományos Akadémia első díját.

Péter Rózsanak kutatói tevékenysége is jelentős volt. Az egyetemi évek során Péter barátságot kötött Kalmár Lászlóval, aki a matematikában végzett kutatásokra biztatta őt.

Kezdetben a tökéletes számok körében vizsgálódott, majd a számelméleti függvények rekurzivitása felé kezdett orientálódni, ahol úttörő eredményekre tett szert. A matematikusnő számos nemzetközi konferencián is bemutatta ezeket. A rekurzív függvények elméletéről végzett kutatásait 1951-ben a *Rekursive Funktionen* című monográfiájában foglalta össze. 1976-ban a *Rekursive Funktionen in der Komputer-Theorie* című írásában a rekurzív függvények számítógépre való alkalmazásának területén végzett vizsgálódásait mutatta be. Péter a kutatásai és matematika oktatásában végrehajtott reformok miatt számos díjat, kitüntetést nyert el. 1973-ban a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja lett.

A második fő részben először a II. világháborút követő hazai matematika oktatás helyzetét és világképét tárom fel. Átfogó képet kaphatunk a modernizáció folyamatáról, az új tankönyvek, tanmenetek keletkezéséről, s az általános és középiskolai évfolyamok számára bevezetett új tananyagokról.

Ezt követően pedig Péter Rózsa jelentős írói tevékenységére fókuszálok. A matematikusnő nem csak tankönyveket írt, hanem vállalkozott egy tudománynépszerűsítő monográfia megalkotására is. 1943-ban, Benedek Marcell író ösztönzésére született meg *Játék a végtelennel* című műve, amelyet elsősorban nem matematikus érdeklődésű olvasók számára írt meg. A könyv a háború vészakorában született, s Péter bujkálása idején nem tudott nyomtatott forrásokhoz, matematikai szakkönyvekhez hozzájutni. Ehelyett saját kútfőből, az eddigi kutatói-oktatói tevékenysége során szerzett tudását használta fel az írás során. Minden bizonnyal ennek a kényszerhelyzetnek is az eredménye, hogy nem matematikai szakkönyv, hanem egy máig érvényes és izgalmas tudománynépszerűsítő könyv született, amely kiváló példája az ösztönös és effektív tudománykommunikációnak. Az írói tevékenység a világháborús bujkálás idején belső menekülés volt számára, amelyben ki tudta fejezni önmagát és meg tudta találni – a számos embertelen körülmény és szenvedés közepette is – az élete értelmét. A könyv három fő fejezetből áll, melyek a *Bűvészinás*, *A teremtő forma*, és *A tiszta és önkiratkája* címet viselik. Péter monográfiája vállalkozott arra a feladatra, hogy a matematika problematikáját feltárja az alapoktól indulva egészen az eldöntetlen problémákig. A dolgozatomban Péter tudománykommunikációs koncepcióját vizsgálom, hogy milyen eszközöket alkalmazott annak érdekében, hogy hidat képezzen a tudomány és a laikusok nyelvezete között. A matematikusnő könnyed stílusú, olvasmányos könyvében a fogalmak részletes elmagyarázásának céljából számos vizuális elemet használ fel, mintafeladatok közös megoldására vállalkozik, emellett történeti kitekintéseket, matematikusok anekdotáit osztja meg az olvasóval. A könyv fontos erénye, hogy az alapoktól építkezik, s így juttatja el a közönséget a bonyolultabb témakörökhöz. Számos

ponton keresztezi a matematikát és művészeteket, ezért több irodalmi műre is utalást tesz. Azzal a céllal, hogy a matematika nehézségeiről elterelje az érdeklődő figyelmét, a könyvben több játékos elemet is használt, ugyanakkor volt tanítványai, vagy korábban élt matematikusok által tett felfedezéseket is bemutat. Továbbá Péter a hétköznapi élet tárgyait is felhasználja a matematikai fogalmak reprezentálására. Az akadémikusnő a *Játék a végtelennel* című könyvét számos matematikus és humán érdeklődésű személy pozitívan méltatta.

Péter Rózsa hosszas betegeskedés után, 1977-ben bekövetkező halálával űrt hagyott maga után, kollégái, barátai és volt tanítványai azonban tettek arról, hogy emléke fennmaradjon az utókor számára. Székesfehérváron egy középiskola is viselte a nevét, ugyanakkor az ELTE Általános Iskolai Főiskolai Karának II. emeleti 214-es számú előadótermét is róla nevezték el.

7. Felhasznált források

Könyvek

Beke Manó: Bevezetés a differenciál- és integrálszámításba. Budapest, Gondolat Kiadó, 1967.

Egyed László – Mécs Anna – Neumann Viktor – Palugyai István: A tudománykommunikáció nem hagyományos színterei. Eötvös Loránd Tudományegyetem, 2012.

Hans Rademacher – Otto Toeplitz: Számokról és alakzatokról. (fordította: Szívás János) Budapest, Typotex Kiadó, 2009.

Dr. Farkas Alexandra: 50 út a közérthető tudományhoz.

Pálfalvi Józsefné: Tények és emlékek egy középiskolai matematikatanítási kísérletről. Budapest, Typotex Kiadó, 2021.

Péter Rózsa: Játék a végtelennel. Budapest, Typotex Kiadó, 1999.

Pólya György – Szegő Gábor: Feladatok és tételek az analízis köréből I-II., Budapest, Typotex Kiadó, 1980-1981.

Varecza Árpád – Bereznai Gyula (szerk.): Tanárképző főiskolák matematika versenyei I. 1952-70.

Varecza Árpád – Bereznai Gyula (szerk.): Tanárképző főiskolák matematika versenyei II. 1971-79.

Varecza Árpád – Bereznai Gyula (szerk.): Tanárképző főiskolák matematika versenyei III. 1980-85.

Varecza Árpád – Bereznai Gyula (szerk.): A tanárképző főiskolák Péter Rózsa matematika versenyei IV. 1986-2002

Tanulmányok

Andrásfai Béla: Péter Rózsa In: Magyar Tudomány, 1985/7-8. sz., pp. 601-605.

Az 1953. évi Beke Manó-emlékdíj bizottságának jelentése. In: Matematikai Lapok 1955/2-3. sz., pp. 241-243.

- Bencze Eszter: A tudománykommunikáció. In: Paksi Tükör. 2017/ 2. sz., pp. 27-53., pp. 27.
- Császár Ákos: Péter Rózsa. In: Matematikai Lapok, 1974/3-4. sz., pp.257-258.
- Cseri István: Péter Rózsa emlékterem-avatás a Tanárképző Főiskolán. In: Egyetemi Lapok, 1986/5. sz., pp. 1.
- Dömölki Bálint – Makkai Mihály – Ruzsa Imre – Surányi János: Péter Rózsa munkássága In: Matematikai Lapok, 1965/3-4.sz., pp. 171-184.
- Elhunyt Péter Rózsa. In: Magyar Hírlap 1977/41. sz., pp. 6.
- Erdei Hajnalka-Martón Péter: Élet a zsidó-gimnáziumban. In: História, 1988/2-3.sz., pp.61-62.
- Fried Katalin: A tanárképző főiskolások 2002. évi Péter Rózsa matematikaversenye. In: Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok, 2002/5. sz., pp. 263-264.
- Gallai Tibor: Péter Rózsa: Játék a végtelennel. In: Embernevelés, 1946/1-2.sz. pp. 145-146.
- Genzwein Ferenc: Játék a végtelennel. In: Magyar Nemzet, 1970/179-203.sz. pp. 8.
- Hajnal András: Emlékezés Péter Rózsára születésének 75. évfordulóján. In: Népszabadság 1980/40. sz., pp. 13.
- Horváth Péter: Gaudeamus igitur. In: Természet Világa, 2005/8. sz., pp. 348-352.
- Kardos István: A matematika nagyasszonya. In: Ezredvég, 2006/1. sz., pp.105-106.
- Köznevelés – Minisztériumi rendeletek, közlemények. 1951/1-3.sz.
- Péter Rózsa: A gyakorlati hasznosság ellen is vét, aki háttérbe akarja szorítani a tiszta matematikai kutatásokat. In: Magyar Tudomány, 1973/9. sz., pp. 592-595.
- Petschner Anna – Bagdy György: Géntől a lélekig – ötlettől a projektig. In: Természet Világa, 2020./9. sz., pp. 392-396., pp. 395.
- Rédey Soma: Nyilvános tudomány: A kommunikáció és a tudomány kapcsolódási pontjai. In: A tudománykommunikáció értelme/értéke. A Mindentudás Egyeteme és a World Science Forum-Budapest elméleti tanulságai. pp. 39-56. Tudástársadalom Alapítvány
- Reményi Édua: Péter Rózsa: Játék a végtelennel In: Budapesti Könyvszemle, 2005/1.sz., pp. 84-85.

Ruzsa Imre - Urbán János: Péter Rózsa emlékére In: Matematikai Lapok, 1977/1-2.sz., pp. 125-137.

Stephen Hawking: Rövid válaszok a nagy kérdésekre. Budapest, 2022.

Scharnitzky Viktor: Játék a végtelennel. In: Élet és Tudomány, 1999/40. sz. pp. 1266.

Scharnitzky Viktor: Rátz László Vándorgyűlés. In: Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok, 1992/8-9. sz., pp. 356-357.

Somogyi Tímea: Péter Rózsa, a matematika „nagyasszonya”. In: Természet Világa, 2007/4.sz, pp. 54-57.

Staar Gyula: Problémákon át vezető út. In: Természet világa 1998/III. különszám, pp. 37-43.

Torgyik Judit: A tanulási stílus és a kulturális háttér összefüggései. In: Iskolakultúra, 2007/3.sz., pp. 90-98.

Varga Antal: Gallai Tibor. In Polygon, 2009/1. sz., pp. 1-6., pp. 1-2.

Wintsche Gergely: Tanárképző főiskolák Péter Rózsa matematikaversenye. In: Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok, 1997/47. sz., pp. 272-273.

Egyéb források

Szegedi Tudományegyetem, Klebelsberg Könyvtár, Kalmár László ajánlása Péter Rózsa Akadémiai Levelező taggá választására. Begépelte: Szabó Máté. Kalmár hagyaték 290-es mappája. Szeged, 1972. augusztus 28.

Internetes források

Dián Dóra: Kevesebb Kossuth-díjas nő van, mint László és István nevű jutalmazott együttvéve <https://wmn.hu/kult/60085-kevesebb-kossuth-dijas-no-van-mint-laszlo-es-istvan-nevu-jutalmazott-egyuttveve> (Letöltés dátuma: 2024.01.08.)

David M. Secko – Elyse Amend – Terrine Friday: Four models of science journalism. 2013. pp. 67. https://www.csjp.ca/wordpress/wp-content/uploads/2011/11/Seckoetal_JourPrac2013-2.pdf (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

Farkas Alexandra <https://probako.hu/blog/tudomanykommunikacio-farkas-alexandra>
(Letöltés dátuma: 2024.04.03.)

Janet G Salisbury – Barbara Nicholas: Review of public engagement in the development and oversight of emerging technologies ('science and society'). https://www.researchgate.net/publication/228555382_Review_of_public_engagement_in_the_development_and_oversight_of_emerging_technologies_'science_and_society' (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

John Joseph O'Connor - Edmund Frederick Robertson: Rózsa Péter. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Peter/> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

Kántor Sándorné: Fejezetek a matematikai analízis tanításának történetéből. <https://ematlap.hu/tanora-szakkor-2021-6/1115-kantor-tunde-az-analizis-tanitasa> (Letöltés dátuma: 2024.03.16.)

Kozák Péter: Péter Rózsa. <https://www.nevpont.hu/palyakep/peter-rozsa-84cdd> (Letöltés dátuma: 2023.12.30.)

Lewenstein, B.V: Models of public communication of science and technology. 2003. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/43775/mod_resource/content/1/Texto/Lewenstein%202003.pdf (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

MCC Podcast: TÉKA: Tudomány a TikTokon? Avagy a digitális kor olvasói és írástudói <https://corvinak.hu/pod-vid/2023/12/14/mcc-podcast-teka-tudomany-a-tiktokon-avagy-a-digitalis-kor-olvasoi-es-irastudoi> (Letöltés dátuma: 2024.04.03)

Sárközi Ármin: A nagy Fermat-sejtés rejtélye. <https://www.factology.hu/a-nagy-fermat-sejtes/> (Letöltés dátuma: 2024.04.15.)

Tóth-Nagy Georgina – Sulyok Judit: Tudománykommunikáció. https://mersz.hu/dokumentum/m1133tuko_24 (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

Vajna Tamás: Mit ér egy tudományos eredmény, ha azt a közönség nem tudja befogadni? <https://qubit.hu/2024/02/25/mit-er-egy-tudomanyos-eredmeny-ha-azt-a-kozonseg-nem-tudja-befogadni> Letöltés dátuma: 2024.04.03.

https://www.usmmm.org/online/hsv/person_view.php?PersonId=5934169(Letöltés dátuma:2023.12.30.)

<https://net.jogtar.hu/ezer-ev-torveny?docid=93900004.TV&searchUrl=/ezer-ev-torvenyei%3Fpagenum%3D42> (Letöltés dátuma: 2024.01.04.)

<https://www.bolyai.hu/diak-szele-tibor-emlekerem> (Letöltés dátuma: 2024.01.07.)

<https://www.bolyai.hu/diak-renyi-kato-emlekdij> (Letöltés dátuma: 2024.01.07.)

<https://www.antikvarium.hu/konyv/peter-rozsa-a-szamok-vilaga-173479-0> (Letöltés dátuma: 2024.03.18.)

<https://www.antikvarium.hu/konyv/peter-rozsa-gallai-tibor-matematika-714117-0> (Letöltés dátuma: 2024.03.18.)

<https://www.bolyai.hu/diak-beke-mano%20emlekdij> (Letöltés dátuma: 2024.01.08.)

http://users.atw.hu/sinkovics/kituntet/images/35_munkaErdemrend/munkaErdem.html (Letöltés dátuma: 2024.01.08.)

https://tortenet.oszk.hu/html/magyar/06jelentos_szemelyek/allami_dij.htm (Letöltés dátuma: 2024.01.08.)

<https://web.archive.org/web/20120818204623/http://www.mtesz.hu/01menu/011index.htm> (Letöltés dátuma: 2024.01.18.)

https://jogkodex.hu/jsz/1956_17_tvr_9235499 (Letöltés dátuma: 2024.01.18.)

http://www.holokausztmagyarorszagon.hu/index.php?section=1&chapter=1_1_5&type=content (Letöltés dátuma: 2024.03.11.)

<https://nava.hu/id/4062167/> (Letöltés dátuma: 2024.03.11.)

https://www.oktatas.hu/hivatali_ugyek/kir_intezmenykereso/!KIR_Intezmenykereso/Intezmeny/Index/063917 (Letöltés dátuma: 2024.03.13.)

<http://www.enc.hu> (Letöltés dátuma: 2024.05.24.)

<https://www.youtube.com/watch?v=k8yOrRQMmIo> (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)

[Sheepfarming after Chernobyl: A Case Study in Communicating Scientific Information: Environment: Science and Policy for Sustainable Development: Vol 31, No 2 \(tandfonline.com\)](#) (Letöltés dátuma: 2024.05.25.)