

Hipik Angéla

tanár
Kispesti Deák Ferenc Gimnázium
hipikangi@gmail.com

Pí, a rejtélyes szám Projekt

Abstract

During the project, two 9th-grade classes worked in four groups to gain a deeper understanding of the Holy Grail of mathematics. They were investigating why such a strong fascination had developed around an endless series of numbers. They proved with measurements that the quotient of the circle's circumference to its diameter is constant. They performed approximate calculations, just like mathematicians did in the past, discovered interesting historical facts during their online research, created rhymes, generated poetry by exploiting the possibilities offered by AI, and even baked cookies using a cookie cutter made with a 3D printer. It turned out that some people organise gala dinners and world meetings, or spend years memorising digits in honour of the magic number, so they decided to organise a birthday party this year for π , which is at the centre of their project. Deák Pí Day was held in conjunction with a non-traditional commemoration. The participants meticulously prepared the Pí Pavilion, programmed the Micro: bits of the neon sign, prepared for the PíFutam in the equestrian training centre, published the Deák Na'pi Lap, and then selected the best presentations to showcase to the regular patrons of the Pílvax café. By employing the methods of experiential pedagogy, the project showed that the joy of discovery is a powerful motivating factor for learning and integrating knowledge. In addition to its role as a knowledge mediator, it also provided opportunities to form, develop and strengthen key skills.

Key words: π -day, artificial intelligence, programming, digital project

Absztrakt

A projekt során a 9. évfolyam 2 osztálya 4 csoportban dolgozott azon, hogy mélyebb ismereteket szerezzen a matematika Szent Gráljáról. (CSILLAG 2014)

Arra a kérdésre keresték a választ, hogy miért alakult ki ilyen nagy kultusz egy véget nem érő számsorozat körül. Mérésekkel igazolták, hogy a kör kerületének és átmérőjének hányadosa állandó, közelítő számításokat végeztek, mint anno a matematikusok, netes kutatásaik nyomán történeti érdekességekre bukkantak, rímeket faragtak, verset generáltak az MI nyújtotta lehetőségek kiaknázásával, de sütit is sütöttek a 3D nyomtatott kiszúró segítségével. Kiderült ugyanis, hogy egyesek díszvacsorát és világtalálkozót rendeznek, vagy évekig számjegyeket magolnak a bűvös szám tiszteletére, így elhatározták, hogy ebben az évben szülinapi bulit szerveznek projektük középpontjában álló π -nek.

A Deák Pí Nap egy nem hagyományos megemlékezéssel karöltve került megrendezésre. A résztvevők nagy gondal készítettek elő a Pí Pavilont, beprogramozták a fényreklám Micro:bitjeit, a lovarda átképző központjában felkészültek a PíFutamra, kiadták a Deák Na'pi Lapot, majd kiválasztották a Pílvax kávéház törzsvendégeinek levetítendő legjobb bemutatókat.

A projekt az élménypedagógia módszereivel élve mutatta meg, hogy a felfedezés öröme nagyon erős motiváló tényező a tanulásra, ismeretek összekapcsolására. Tudásközvetítő szerepe mellett megjelent a kulcsképeségek kialakításának, fejlesztésének és erősítésének lehetősége.

Kulcsszó: π -nap, mesterséges intelligencia, programozás, digitális projekt

1. Bevezetés

„A jó előadó hangosan gondolkozik a hallgatósága előtt, kinyúl a gondolatokért és boszorkányos ügyességgel varázsolja elő őket a levegőből (...). A jó előadó elmélkedik, tűnődik, a jobb megértés érdekében újra fogalmaz, kételkedik, kérdez, megváltoztatja a beszédritmusát, szüneteket tart a gondolkodáshoz – ő az a szerepmódel, aki megmutatja, hogyan kell megvizsgálni a témát, és hogyan kell felkelteni iránta az érdeklődést.” – fogalmazza meg Richard Dawkins brit etológus és népszerű tudományos író a jó előadó fogalmát.

Remélem, a kedves olvasó egyetért velem abban, hogy az előadó szót akár a pedagógus szóval is lecserélhetnénk.

Hisz egyfajta szerepmódellet vagyunk a felnövekvő nemzedék számára. Mi mutatjuk meg, hogy kell egy témakört tanulmányozni, tudnunk kell az iránta mutatott érdeklődést felkelteni. Nincs is annál szebb pillanat, mikor érdeklődő tekintetek szegeződnek ránk, dolgos kezek végzik iránymutatásunk mentén a munkát, mely által széles látókörű, kreatív megoldásokkal előálló személyiséggé válva túlmutatnak rajtunk.

Nem egy újkeletű módszer alkalmazását szeretném bemutatni, csupán új alapokra helyezve, korszerű technológiával fűszerezve újra „divattá” tenni, s fátyolként teríteni az oktatás azon szegletére is, ahol nem élnek vele.

Kurt Hahn, az élménypedagógia atyja, közel 100 évvel ezelőtti élményterápiának nevezett pedagógiai koncepciójából és a tapasztalati oktatás találkozásából fejlődött ki a modern értelemben vett élménypedagógia (BIKICS 2019), melynek térhódítása elősegíti a diszciplínák együttes bevonódását, így a különböző tudásterületek összekapcsolódásával és az életszerű problémák feldolgozásával átélhetővé teszi a tudományos felfedezést.

2. A projekt pedagógiai alapjai

Ebben a nevelési-oktatási szakaszban az ismert számok köre az irracionális számokkal bővül. A diákok e projekt során elmélyítik a számhalmazok épülésének matematikai vonatkozásait a természetes számoktól a valós számokig. Példákat látnak az irracionális számokra, ill. szemléltetik azokat.

Gyakorolják a rájuk zúduló információmennyiségből kiválasztani a fontos, értékes adatokat, ismereteket, ill. azt, hogy ezen adatokat és információkat etikusan és kritikusan használják, építsék be tudásukba.

Többféle olvasási és értelmezési technikát alkalmazva az általuk olvasott szövegeket képesek lesznek mérlegelve végig gondolni.

A projekt során összekapcsolják a már meglévő ismereteiket az olvasott, hallott vagy a digitális szövegek tartalmával, így képesek lesznek meglátni és kiemelni az összefüggéseket.

Elsajátítják/tökéletesítik az önálló jegyzetelés technikáját.

Kiemelt szerepet kapnak a mindennapokban is megjelenő mobil- és webes eszközök az ismeretszerzés, a kompetenciafejlesztés, a tudásépítés és -alkalmazás szempontjából. Cél ezek észszerű, gondolkodást segítő, etikus használatának elsajátítása.

A projektfeladatok megoldása során önállóan, illetve a csoporttagokkal közösen különböző médiatartalmat, prezentációt hoznak létre. E folyamat közben a diák társaival közösen tervez és hajt végre kooperatív tevékenységeket. A közös munkában érvel, képes a vitára, az érvei ütköztetésére. Mérlegeli és kontrollálja mind a társai, mind a saját véleményét.

3. Tanulási célok

A diák

- aktív résztvevője a tanulási-tanítási folyamatnak, ami lehetővé teszi azon kompetenciáinak és tervezési stratégiáinak a fejlődését, amelyek segítik a mai gyorsan változó világban való eligazodást és a különböző élethelyzetekben előforduló problémák megoldását.
- megismeri a gondolkodás logikai felépítésének eleganciáját, a matematikának a természethez, a művészetekhez és az épített környezethez fűződő viszonyát.
- projektekben való részvétele segíti a későbbi munkavállalás szempontjából fontos készségek kialakulását (kreativitás, problémamegoldás, kezdeményezőkézség, másokkal való együttműködés készsége).
- megismeri, hogy miként születnek az elismert, új tudományos felismerések.
- képessé válik a digitális környezetben, felhőalapú információmegosztó rendszerekben megszerezhető tudáselemek keresésére, szűrésére, rendszerezésére, továbbá tudásépítő folyamataikban való alkotó felhasználására.

Cél, hogy

- alakuljon ki a diákokban az önfejlesztés igénye.
- fejlesztésre kerüljön a diák információs tájékozódási és tájékoztatási képessége.
- megszilárdítsuk a diák esztétikai-művészeti alpműveltségét.
- a diák magabiztosan és kritikusan használja az információs társadalom technológiáit.
- egyéb tudásterületen, ill. a mindennapi életben is alkalmazza megszerzett digitális kompetenciáit.
- kialakítsuk a megfelelő szemléletet ahhoz, hogy a későbbiekben olyan szoftvereket is bátran, önállóan megismerjen, alkalmazzon, amelyek nem voltak részei a formális iskolai tanulásának.
- a diák fejlesztése kíváncsiságának és alkotókedvének megtartásával történjen. (2020-AS NAT)

4. Értékelési terv

Értékelés során azt állapítjuk meg, hogy tanulóink elérték-e az általunk kitűzött célokat.

E projekt során diagnosztikus, formatív és szummatív értékelési formákat is alkalmazunk.

Tervezés

A tanulási folyamatot minden esetben a tanulóink már meglévő, illetve hozott tudásának és készségeinek ismeretére építhetjük, így az értékelés tulajdonképp már a projektterv ismertetésekor megjelenik.

Szófelhő ([WordArt.com](https://www.wordart.com)) segítségével mérjük fel a diákok téma iránti fogékonyságát ill. tudásszintjét.

Bevezető kérdés: *Mi jut eszedbe a π számról?*

A szófelhőt mentjük, majd csatoljuk a Tantermi feladathoz, esetleg beilleszthetjük a munkanapló munkalapjára.

Kivitelezés

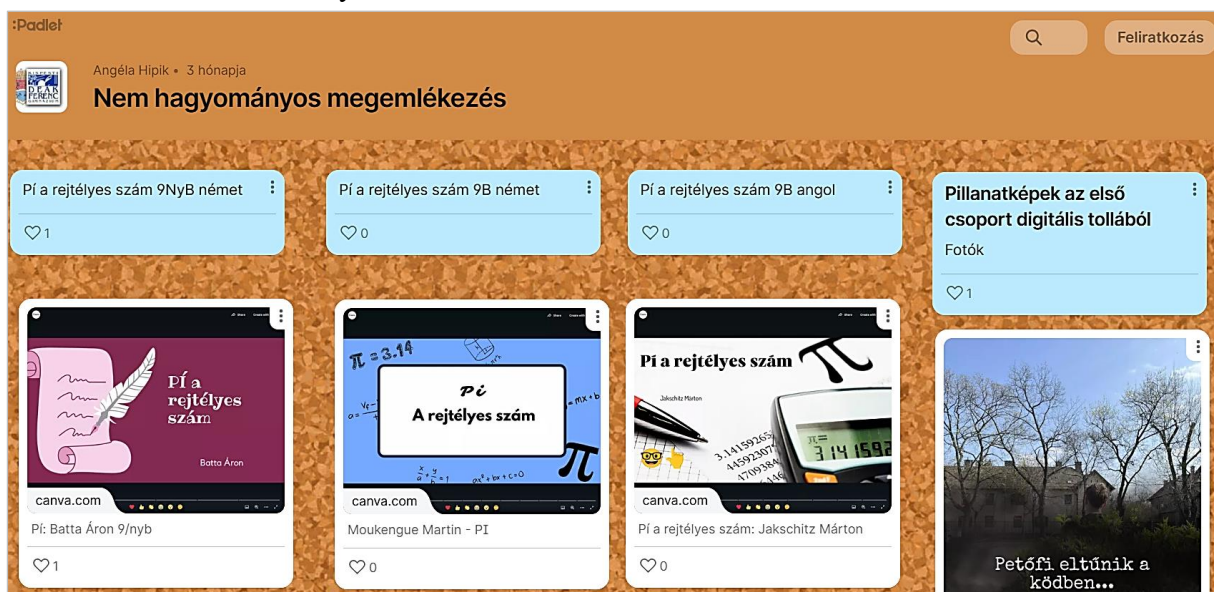
A Google Tanterem Fala és feladatai szolgálnak a szükséges állományok és linkek megosztására. A Google feladatok egyfajta ellenőrző listaként funkcionálnak. A diákok itt követhetik nyomon, vajon minden feladatot elvégeztek-e.

Az Excel állomány kutatási tervként segíti a forrásfeldolgozás folyamatát.

A Tantermi feladatok pontozásra kerülnek. A megjegyzések lehetőséget adnak a tanárnak visszajelzésre, amely formatív értékelőrendszerként javaslatokkal és pontszámmal hívja fel a figyelmet az esetleges hibákra, hiányosságokra, melyek így korrigálhatók, pótolhatók.

A produktum a [Canva](#) felületén készül. Az oktatói verzió lehetőséget nyújt csoportok kialakítására, differenciálásra és visszajelzésre egyaránt. Az egymás munkájának megtekintethetősége motiváló erőként funkcionál.

A produktumokat egy digitális faliújságon ([Padlet](#)) helyezük el, mely módot ad arra, hogy az iskolatársak is véleményt formálhassanak.



1. ábra
Digitális faliújság
(Forrás: saját képernyőfotó)

A 3-2-1 módszer kiváló fejlesztő értékelő módszerként van jelen a folyamatokban.

- Mondj három pozitívumot az elhangzottakkal kapcsolatban!
- Mondj két jó tanácsot, amit legközelebb a társad helyében máshogy tennél!
- Mondj egy negatívumot, ami nem tetszett.

A csapatmegbeszélések formatív értékelést képviselik, hisz lehetővé teszik az azonnali jobbitási és a jövőbeli tervezési folyamatok befolyásolását.

Értékelés

A projekt szummatív értékelő rendszere a pontok összesítése, majd érdemjegyre váltása, ill. a diáktársak véleménynyilvánítása az online faliújságon.

5. A projekt menete

A projekt születése

A Kispesti Deák Ferenc Gimnázium nem hagyományos módon tervezte megülni a márciusi múlt-idézést, ami lehetőséget adott arra, hogy egyben a Matematika Világnapjáról is megemlékezzen.

Ezt megelőzően a 9.B és a 9.Ny B osztály „Pí a rejtélyes szám” c. projektben végzett kutatásokat, hozott létre digitális tartalmakat, majd a Pí standon mutatta be iskolatársaknak a megszerzett tudást.

A tervező szakasz

A célok megfogalmazását a feladatok kiosztása és a folyamatok felgyorsulása követte.

A projekt kivitelezése

A 2 osztály 4 csoportban kezdte meg a munkát, mely 3 héten át zajlott, heti 2 x 45 perces intervallumokban.

A projekt mérföldkövei

1. A rejtélyes szám, ami irányítja az egész világot

A diákokkal ismertetjük a projekttervet. A [Wordart Online](#) szófelhőkészítővel felmérjük az előzetes ismereteket. A szófelhő tulajdonságainak beállítása során a témával kapcsolatos objektumot választanak.

Egyfajta kutatási tervként egy Excel dokumentumot alkalmazunk, melynek egyik munkalapjára elhelyezzük a png formátumban mentett szófelhőt.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "Pí feladatsor.xlsx másolata". The spreadsheet has columns A through F and rows 1 through 14. The content is as follows:

	A	B	C	D	E	F
1	Számd ki a π minél pontosabb értékét a Leibniz-féle sor segítségével					
2						
3						
4		$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \dots$				
5						
6						
7						
8		Behelyettesítés a képletbe:	$\pi/4$	π		
9		1	tizedes tört alakban	tizedes tört alakban		
10						
11		$1 - 1/3 =$				
12						
13		$1 - 1/3 + 1/5 =$				
14						

The bottom of the screenshot shows the Excel ribbon with the "Pí kiszámolása" tab selected.

1. ábra
Kutatási napló
Forrás: saját képernyőfotó

Közösen indítjuk el a tervezési fázist. Megbeszéljük, hogy a Google Tanterem szolgál majd arra, hogy egymással megosszunk állományokat, üzeneteket küldjünk, vagy csak egyszerűen lejegyezzük a fontosnak ítélt információkat. A tanár, mint mentor irányítja az ötletbörzét.

Közösen választjuk ki a projektproduktum elkészítésének eszközét. Megbeszéljük, hogy a különböző bemutató/képszerkesztő szoftverek milyen előnyökkel támogathatják munkánkat. Kiemelve a Canva online képszerkesztő funkcióit, leginkább az oktatási verzió által nyújtott előnyök miatt, mellette tesszük le voksunkat.

A tanár előre létrehozza a csoportokat, melyekbe meghívja a diákokat, akik iskolai Google fiókjukkal lépnek be a felületre.

2. Mérti vagy nem mérti?

A kutatási fázis egy méréssel indul. Megfogalmazzuk a mérés lényegét, megismerkedünk a fogalmaival és folyamatával. Megvizsgáljuk, hogy vajon miért alapvető dolog a mérés a tudományos életben és kutatásban.

A mérés egy összehasonlító folyamat, melynek során a mért mennyiséget jellemző mérőszám meghatározása a cél. Szükség van megfelelő mérőeszköz megválasztására, ill. egy előzetesen egyeztetett mértékegység alapul vételére a számérték kifejezéséhez. (MÉRÉS, ELLENŐRZÉS)

Miután ezekben megegyeztünk, csoportokban indulhat a mérés, mely 4 tevékenységet foglal magába: mérési stratégia kidolgozása, megfigyelés és a mérés, a kiértékelés és finomítás.

A diákok elsőként egy kerek sajtos dobozt kapnak kézhez, majd a környezetükben található, körrel kapcsolatos tárgyak megfelelő méreteit határozzák meg. Az adatokat egy Excel táblába rögzítik, s ott végzik a számításokat is.

Kitérünk az esetleges mérési hibákra is, melyek a mérés lebonyolításakor és kiértékelésekor, valamint a mérőeszközök működése közben keletkeznek.

E projektszakasz végén megállapítják, hogy a hibáktól eltekintve a kör kerületének és átmérőjének hányadosa állandó.

Erre a következtetésre jutottak a π történetében szereplő tudósok is. Az ő munkásságukat a projekt következő mérföldkövének ismerik meg.

3. Mit kutat a deák? Döntsünk rekordot!

Ahhoz, hogy a feltett kérdésekre válaszoljunk, a mérés után információgyűjtésbe kezd a résztvevők valamennyi csoportja.

Ha szükségünk van egy információra, akkor először meghatározzuk, hogy mit is keresünk, azaz pontosítjuk a keresés feltételeit. Utána el kell döntenünk, hogy hol is keressük az információt, vagyis mi legyen az információforrás. Végül ellenőrizzük, hogy valóban azt találtuk-e meg, amit kerestünk.

Megbeszéljük, hogy napjainkban nagyon sok helyről gyűjthetünk információt. Minden információs csatornának megvannak a maga előnyei és hátrányai. A leggyakoribb információforrások a média, valamint az internet.

Az információforrások esetében fontos az információ frissessége és a hitelessége, a begyűjtött információ esetében pedig az adattárolás és felhasználhatóság. Ezért a tevékenység előtt ezen témákra ki is térünk.

A korábban létrehozott Excel állomány lapjain megosztott információforrások segítik az internetes keresést, melynek fortélyait is felelevenítjük a folyamat kezdetén.

A felkeresett oldalak tanulmányozása során kiderül, π rajongói azon versenyeznek, melyikük tudja alaposabban megtanulni a számot. Ilyen versenyt szervezhetünk a projekt során. A versenyben résztvevők tanulási folyamatát, akár a π versek és dalok is segíthetik.

A diákok a tudósok által használt közelítési módszereket a táblázatkezelő program segítségével elevenítik fel. Ezen állományban rögzítik keresési eredményeiket is.

4. Készíts videót [Canva](#)val és a [Narakeet](#)el

Ebben a szakaszban az előző mérföldkő eredményeit felhasználva a Canva online képszerkesztő programmal videót készítenek, amit egy [digitális faliújságon](#) osztanak majd meg.

Felevenítik alapvető szerzői- és felhasználási jogokról megszerzett ismereteiket, különös tekintettel a digitális tartalmakra, ugyanis a digitális technológiák előretörése új kérdéseket vet fel a tartalmak terjesztésével, a hozzáféréssel és felhasználással kapcsolatban.

A Canva alapfunkcióit már ismerik. A hang, videó beágyazása, dia időzítése és animálásának lehetőségével most ismerkednek.

Eldöntik a dizájn kérdését, kiválasztják a megfelelő tartalmakat, pld. a π verset, melyet a Narakeet mesterséges intelligenciával működő hangszintetizátor segítségével beszéddé is alakítanak. A szövegolvasó mp3 formátumú hangfájl is képes készíteni, így narrációt adnak hozzá a videóanyagokhoz.

5. MI a mi barátunk

A mesterséges intelligenciáról egyre többet hallunk. A diákokban is kialakult egy kép erről, a sokak szerint jövőt meghatározó technológiáról.

Mi jut eszedbe a mesterséges intelligenciáról? Mit is jelent tulajdonképpen? Mire használjuk? Ezekkel a bevezető kérdésekkel indul egy beszélgetés a diákokkal. Véleményeiket egy szófelhőben gyűjtik össze.

A beszélgetés után kipróbálják az online [Quick Draw](#) és a [Teachable Machine](#) webalapú eszközöket. Mindkét platform gyors, egyszerű és mindenki számára elérhetővé teszi a gépi tanulási modellek létrehozását.

A Quick Draw alkalmazással a diák tulajdonképpen hozzáadja rajzait a világ legnagyobb firka-adatkészletéhez, s ezzel a nyilvános megosztással segít a gépi tanulási kutatásban.

A Kódolás órája eseményen akár elő lehet készíteni ezt a témát, hisz a Code.org felületen az [„MI az óceánokért”](#) tevékenység során egy valódi gépi tanulási modellt lehet tanítani.

A Canva Magic Média mesterséges intelligenciával működő alkalmazásával képet, a Magic School for Student alkalmazással születésnapi verset, ill. jókívánásokat generálnak a záró diára. Természetesen hangsúlyt fektetve a megfelelő eszköz kiválasztására és a promptolásra.

6. Értékeljük egymás munkáját!

E szakasz első felében a diákok elvégzik az utolsó simításokat, párban kipróbálják előadásukat, majd jöhet a bemutató, hisz mint minden projekt, a jelenlegi sem létezhet értékelés nélkül. A tanár a Canva felületén folyamatosan vissza jelzett, így menet közben is meg volt a korrigálás lehetősége.

A társak értékelése 3+2+1 módszerrel történik, ami történhet szóban vagy írásban. (TIPPEK ÉS MÓDSZEREK 2022)

Nálunk szóban történt, legközelebb kipróbáljuk az írásban történő értékelést.

Kiválasztjuk azt a bemutatót, amely arra érdemes, hogy a Pi'lvax kivetítőjén az iskola valamennyi diákja megtekinthesse.

7. A π pavilon

A „Nagy Nap” előkészítésének folyamata. A mentorok és a felelősök közös ötletbörzén kreativitásukat bevetve döntenek arról, hogy a 2 esemény miként fér meg egymás mellett.

Már a modern eszközökkel történő múltidézés gondolata is nagy sikert aratott, így a szervező csapat nagy lelkesedéssel üdvözölte a projekt eme fázisát.

Itt csak a felsorolás erejéig említjük meg a márciusi eseményeket megidéző interaktív szerveződések, melyek különböző kihívásokat rótt a különböző évfolyamokra:

- Egy [kerettörténet](#) invitálta a 9. évfolyamot egy 12 állomásos versenyre, melynek szellemét a π is átjárta (pld. a Pí'Futam, az F1 történetében először jelentkező Deák Nagydíj ill. a [Pi'lvax sütiverseny pályázati kiírás](#))
- A 10. évfolyam a börtönből szabadult Tánacsics története ihlette szabadulószoza játékban lelta meg osztályfőnökét.
- A 11. évfolyamot egy közös játékelményre invitálta egy kapcsolódó projektben résztvevő csapat, társasjátékainak kipróbálásával.

A felelősök nagy gonddal készítik elő a Pavilont a Pi'lvax egyik szegletében. Elhelyezik a Deák Napi'lapot, kiválasztják a kávéház törzsvendégeinek levetítendő legjobb bemutatókat, számjegyvonalat és pi'hentető képek formájában megjelenő fejtörőket raknak ki a pavilon falaira, korábban elkészült 3D nyomtatott π sütikiszúró segítségével sült sütitket szervíroznak. A törzsvendégek szórakoztatására kikerülnek a hulahopp karikára helyezett, szakkörösök által beprogramozott Micro:bitek, a szabadulószoza játék digitális eszközei és a sasszemű ifjak vizslató szemeit próbáló tábla.

A versenybírák elvégzik a lovarda átképző központjában „megépített”, a 2024-es év versenynaptárba bekerült kiegészítő Pí Nagydíj „Deák π pálya” felkészítését az időmérőre és a futamra.

8. A π nap

A múltidéző és π -t ünneplő események szakaszokban, az órák közti szünetekben zajlanak. A múlt eseményeit megidéző filmforgatásnak lehet szem és fültanúja a „tömeg”, aki ovációval fogadja Tánacsics kiszabadítását és a Cenz Ura „lesajtolását”. Igazi gyöngyszemként robbannak be zenétművelő diákok az aulába, hogy előadják a Talpra magyar dalt. A technika ördögei sem maradnak tétlen. Csak úgy lobog a kokárda a számjegyeit memorizáló dallamra táncra perdült Lego robotokon és nemzeti színben pompázó Ledekkel kápráztatja el a nagyérdeműt a pi'lóta parádén megjelent Micro:bittel irányított Bit Bot.

A nap zárásaként minden évfolyam képviselője a megfelelő állomáson tesz eleget feladatainak. Van, aki kódokat keres a vekerlei piacon, kokárdát varr a kávéházban, dalokat énekel a Zenepavilonban, loholva teszi meg a 3,14 km-es távot a π futamon, MI-vel generált versposztot készít, pillanatképekkel áraszt el bennünket a megadott témában, esetleg a márciusi események helyszíneit járja be Bit:bottal a Deák π pályán.

A nap kiértékelését az eredmények összesítése, a video interjúk és a szervező csapat megbeszélése segíti.

6. Összefoglalás

Az elvárt eredmények elérésére érdekében olyan folyamatokat indítottunk el, természetesen alapos tudás és a megfelelő eszközök használatával, melyek kapcsán csatlakozhattunk egy teljes iskolát megmozgató nem hagyományos megemlékezéshez, megmutatva korábbi munkánk gyümölcsét, s a technológia széles körű felhasználási lehetőségét.

A projekt során lehetőség nyílt a logikai gondolkodás, a problémamegoldó képesség, a kreativitás és a digitális kompetencia fejlesztésére.

Bízunk abban, hogy a tevékenykedtető projekteben motiválttá vált tanulók egy része nagyobb érdeklődést mutat majd a tudomány és technika iránt.

Irodalom

Bikics Gabriella (2019): *Az élménypedagógia kialakulása és fejlődése Németországban és Nagy-Britanniában* Alkalmazott Nyelvészeti Közlemények, Miskolc, 14. évf. 1. sz. 13-34. p. https://matarka.hu/koz/ISSN_1788-9979/vol_14_no_1_2019/ISSN_1788-9979_vol_14_no_1_2019_013-034.pdf Utolsó hozzáférés 2024. 07. 15.

Csillag Péter (2014): *A Pi napja – miről mesél a rejtélyes szám?* <https://nlc.hu/ezvan/20140314/a-pi-napja-mit-mesel-a-rejtelyes-szam/> Utolsó hozzáférés: 2024. 07. 14.

A mérés, ellenőrzés célja, fogalma mértékegységek, a mérő- és ellenőrző eszközök csoportosítása, a nóniusz-elv <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/gepeszet/gepeszeti-szakismeretek-1/2/meres-lenyege-fogalmi-folyamata/meres-merohasabokkal> Utolsó hozzáférés: 2024. 07. 15.

Tippek és módszerek a formatív értékelésre a projektpedagógiában (2022) <https://digitalistemahet.hu/hir/tippek-es-modszerek-a-formativ-ertekelesre-a-projektpedagogiaban> Utolsó hozzáférés: 2024.07.15

A 2020-as NAT-hoz illeszkedő tartalmi szabályozók https://www.oktatas.hu/koznevels/kerettantervek/2020_nat Utolsó hozzáférés: 2024. 07. 14.