

Szegedi Tudományegyetem
Neveléstudományi Doktori Iskola
Oktatáselmélet Doktori Program

BÓNUS LILLA

**KUTATÁSI KÉSZSÉGEK FEJLESZTÉSE JÁTÉKOS
KUTATÁSALAPÚ TANULÁSSAL BIOLÓGIA TANTÁRGYI
TARTALMON, 8. ÉVFOLYAMON**

PhD értekezés

Témavezető:

Dr. Nagy Lászlóné Dr. Antal Erzsébet
adjunktus



Szeged, 2022

Tartalom

BEVEZETÉS	5
1. A KUTATÁSI KÉSZSÉGEK ÉS A KAPCSOLÓDÓ FOGALMAK	7
1.1. Természettudományos gondolkodás (<i>scientific thinking/scientific reasoning</i>)	7
1.2. Természettudományos kutatás (<i>scientific inquiry</i>)	10
1.3. Kutatási készségek (<i>inquiry skills</i>).....	14
1.4. Kutatási készségek a biológiatanítás hazai szabályozó dokumentumaiban.....	16
2. A KUTATÁSI KÉSZSÉGEK FEJLESZTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI	19
2.1. A kutatásalapú tanulás (<i>inquiry-based learning, IBL</i>)	19
2.2. Az IBL megújulása	23
2.2.1. Projektalapú kutatás (<i>project-based inquiry learning, PjBIL</i>).....	24
2.2.2. Webalapú kollaboratív kutatás (<i>web-based collaborative inquiry learning, WCIL</i>)	27
2.2.3. Szimulációalapú kutatás (<i>simulation-based inquiry learning, SBIL</i>)	29
2.2.4. A projektalapú, a webalapú kollaboratív és a szimulációalapú kutatás összehasonlítása	30
3. AZ OKTATÁSI CÉLLAL ALKALMAZOTT JÁTÉKOK	31
3.1. Az oktatási játékokkal kapcsolatos fogalmak	32
3.2. Digitálisjáték-alapú tanulás (<i>digital game-based learning, DGBL</i>)	37
3.3. Játékos kutatásalapú tanulás (<i>game-transformed inquiry-based learning</i>).....	38
3.4. Digitális játékok tervezésének elméleti háttere.....	39
4. PEDAGÓGUSOK TECHNOLÓGIÁVAL KAPCSOLATOS NÉZETE ÉS JÁTÉK PEDAGÓGIAI TARTALMI TUDÁSA	42
4.1. Pedagógusok technológiával kapcsolatos nézete	42
4.2. Játék pedagógiai tartalmi tudás	44
5. AZ EMPIRIKUS VIZSGÁLATOK JELLEMZŐI	47
5.1. A kutatás céljai és szerkezete.....	47
5.2. Kutatási kérdések	48
5.3. Hipotézisek.....	50
6. HAZAI PEDAGÓGUSOK DIGITÁLISJÁTÉK-ALAPÚ TANULÁSRÓL ALKOTOTT NÉZETEINEK VIZSGÁLATA	52
6.1. Célok	52
6.2. Módszerek	52
6.2.1. Minta	52
6.2.2. Méréseszközök	52
6.2.3. Eljárások.....	53
6.3. Eredmények és megbeszélésük.....	53
6.4. Összegzés, következtetések	61
7. BIOTUDÓS DIGITÁLIS FEJLESZTŐPROGRAM OKTATÁSI JELLEMZŐI	62
7.1. A fejlesztőprogram célja	62

7.2. Oktatási célok.....	62
7.3. Tanulási eredmények	63
7.4. A fejlesztés folyamata	63
7.5. Indikátorok.....	70
8. BIOTUDÓS PROGRAM TESZTELÉSE ÉS FEJLESZTÉSE.....	70
8.1. Minta	70
8.2. Mérőeszközök	71
8.3. Eljárások.....	75
8.4. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program – Tanulói demo kipróbálása	75
8.4.1. Célok	75
8.4.2. Minta	75
8.4.3. Eredmények és megbeszélésük	76
8.4.4. Összegzés, következtetések.....	77
8.5. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program – Adatbázis és weboldal tesztelése	77
8.5.1. Célok	77
8.5.2. Minta	78
8.5.3. A fejlesztés menete	78
8.5.4. Eredmények és megbeszélésük	79
8.5.5. Összegzés, következtetések.....	80
9. BIOTUDÓS PROGRAM HATÁSVIZSGÁLATA.....	81
9.1. Minta	81
9.2. Mérőeszközök	83
9.3. A fejlesztés menete	84
9.4. Eljárások.....	84
9.5. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program hatásvizsgálata – Kísérleti kipróbálás	85
9.5.1. Célok	85
9.5.2. Minta	85
9.5.3. Eredmények és megbeszélésük	85
9.5.4. Összegzés, következtetések.....	101
9.6. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program hatásvizsgálata – Kiterjesztett hatásvizsgálat.....	102
9.6.1. Célok	102
9.6.2. Minta	103
9.6.3. Eredmények és megbeszélésük	103
9.6.4. Összegzés, következtetések.....	119
10. ÖSSZEGZÉS.....	121

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	124
IRODALOM.....	125
RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	144
ÁBRÁK JEGYZÉKE	146
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	147
MELLÉKLETEK JEGYZÉKE	149
NYILATKOZAT	200

BEVEZETÉS

A 21. századi tudásalapú társadalomban a fő érték a tudás, ezért a közoktatásban a tanulókat értékes tudással, 21. századi készségekkel kell felvértezni, hogy boldoguljanak a mindennapi életben. Napjainkban az oktatáskutatás fókuszában három terület kombinációja foglal helyet: 21. századi készségek fejlesztése technológiagazdag, kutatásközpontú tanulási környezetben (Chu et al., 2017). A 21. századi készségek közé tartozik a kritikai gondolkodás (*critical thinking*), problémamegoldás, kommunikáció, együttműködés, információs és kommunikációs technológiai (IKT) műveltség és kreativitás (Binkley et al., 2012). A kutatási készségek (*inquiry skills*) szorosan kapcsolódnak a kritikai gondolkodáshoz és a problémamegoldáshoz (Bao et al., 2009; Zimmerman, 2007). Ebből adódóan a természettudományos gondolkodás és a kutatási készségek fejlesztése elengedhetetlen, és a tudományos kutatás folyamatával kapcsolatos ismeretek és a tudományos tartalmak oktatása kulcsfontosságú. Tehát a kutatási készségek olyan 21. századi készségeknek tekinthetők, amelyeket érdemes és kell is fejleszteni a közoktatásban. Ezt az igényt alátámasztják a hazai (Korom, Pásztor et al., 2016; Z. Orosz et al., 2018) és a nemzetközi mérések (Rocard et al., 2010; PISA, 2019), amelyek egyaránt rámutatnak arra, hogy a kutatási készségek mérésére és azok eredményeire alapozott fejlesztésekre van szükség.

A biológiatanítás fontos célja az alapvető biológiai ismeretek átadása, a természettudományos gondolkodás (*scientific thinking/scientific reasoning*) fejlesztése, illetve azoknak a kutatási készségeknek a fejlesztése, amelyekkel a természettudósok dolgoznak (Nagy et al., 2021). A tudomány magában foglalja a létrehozott tudományos tudást és az új tudás létrehozásának folyamatát (Özlegen, 2012). Ezzel összhangban a tanulóknak el kell sajátítaniuk a legfontosabb fogalmakat, tényeket, elméleteket, törvényeket, modelleket, de a tudományos kutatás módszereit és gyakorlatait is, például a probléma felismerése/azonosítása, kutatási kérdések, hipotézisek megfogalmazása, kísérlet tervezése a hipotézisek tesztelésére, a kísérlet kivitelezése, az adatok rögzítése, elemzése, az eredmények értelmezése, bemutatása, következtetések levonása. Lehetőséget kell biztosítani számukra, hogy megtapasztalhassák a tudományos felfedezések élményét és gyakorolhassák azokat a tevékenységeket, amelyeket a tudósok végeznek (Sjoberg, 2019). A kutatás során a tanulók kutatási készségeiket alkalmazzák, amelyek a természettudományos gondolkodás specifikus elemeinek tekinthetők (Nagy et al., 2015).

Felmerül a kérdés, hogy hogyan fejlesszük a kutatási készségeket a közoktatásban. Ha a tanulásra úgy tekintünk, mint egy konstruktív folyamatra, tehát a tanulók a tananyagot műveletvégzéseken keresztül tanulják meg, akkor szükségszerűen nemcsak a műveletrendszer fejlődik, hanem a tanulók tudása is (Nagy, 2004; 2006). Tehát a tananyag egy eszköz, a képességfejlesztés eszköze. Például a természettudomány jó eszköz arra, hogy a gondolkodás egyes folyamatait megtanítsuk, például a hipotézisalkotást és hipotézistesztelést (Csapó, 2003).

A 21. században a korábban alkalmazott hagyományos módszerek már nem képesek fenntartani a tanulók érdeklődését és motivációját. Nyitni kell a tanulók aktivitásán alapuló tanítási módszerek felé, és törekedni kell a technológiai fejlődés eredményeinek hasznosítására. A kutatási készségek fejlesztésére a National Research Council (NRC, 1996) ajánlására elterjedt a kutatásalapú tanulás (*inquiry-based learning, IBL*). A nemzetközi standardok trendje (NRC, 1996, 2000) – amely a kutatáson keresztül megvalósuló tanulást hangsúlyozza – bekerült a hazai oktatást szabályozó dokumentumokba is (NAT 1995, 2003, 2007, 2012, 2020). Azonban az NRC ajánlása óta eltelt 26 év, ezért az IBL ma már nem számít újdonságnak. Korábbi

vizsgálatokból jól ismerjük az IBL alkalmazásának területeit, lehetőségeit és korlátait, valamint tudjuk, hogy a kutatásalapú tanulás érdekes és hasznos lehetőségeket kínál a tudományok tanulásához és a kutatási készségek fejlesztéséhez (Firman et al., 2019). Érdekes azonban szem előtt tartani azt is, hogy milyen kihívásokat jelent az IBL (Edelson et al., 1999): (1) többlet motiváció, (2) kutatási technikákhoz való hozzáférés, (3) háttértudás, (4) összetett tevékenységek kezelése, (5) a tanulási kontextus gyakorlati korlátai. A kutatás kihívásokkal bíró és kiterjedt jellege miatt magasabb szintű motivációt igényel a tanulók részéről, mint a legtöbb hagyományos oktatási tevékenység. A kutatásalapú tanulás feltételezi, hogy a tanulók érdeklődnek az eredmények és azok következményei iránt, azonban a valóság az, hogy a természettudományos tantárgyak népszerűsége folyamatosan csökken (Rocard et al., 2010).

Habár számos publikáció szorgalmazta az IBL hazai tanítási gyakorlatba való bevezetését és elterjesztését, nem tudjuk, hogy a pályán lévő tanárok ismerik-e, illetve alkalmazzák-e az IBL-t. Ugyanakkor ma már olyan innovatív hibrid kutatásalapú tanulási megközelítések is ismertek, amelyek túlmutatnak a hagyományos IBL alkalmazásán, és még vonzóbb, még izgalmasabb tanulási környezeteket jelenthetnek a tanulók számára (Bónus & Antal, 2021a). A digitális eszközök megjelenése és alkalmazása nem áll távol a biológia tanításától (Kriska, 2004, 2005), azonban egy új szempontként jelenik meg a játékelemek beemelése igénye a kutatásközpontú tanulási környezetbe azzal a céllal, hogy javítsák a tanulási eredményeket (Chu et al., 2017). Az oktatásban alkalmazott játékok egyre népszerűbbek, mivel alkalmasak lehetnek a tanulók tartalmi tudásának növelésére, a tantárgyi attitűd pozitív irányú megváltoztatására, a motiváció növelésére, továbbá képességfejlesztésre is alkalmazhatók (Chuang & Chen, 2009; Srisawasdi & Panjaburee, 2018). A digitálisjáték-alapú tanulás (*digital game-based learning, DGBL*) ígéretes lehetőségként kínálkozik a kutatási készségek fejlesztésére, hiszen olyan felfedező tanulási környezetet biztosít, amelyben a tanulók motiváltak a tanulásra, a jó teljesítmény elérésére (Sabourin & Lester, 2014; Tsai et al., 2019). Habár nagy érdeklődés mutatkozik a tanulásra alkalmas játékok iránt, további empirikus bizonyítékokra van szükség ahhoz, hogy kiértékelhetővé váljon a játékalapú és digitálisjáték-alapú tanulás potenciálja a 21. századi készségek fejlesztésében.

Ugyanakkor azt sem szabad elfelejteni, hogy az oktatási célú játékok végső célja a közoktatásban való felhasználás, így érdemes megvizsgálni, hogy a pályán lévő pedagógusok mutatnak-e hajlandóságot ezek alkalmazására, alkalmazzák-e jelenleg oktatási célú játékokat. Fontos kérdés lehet az is, hogy milyen céllal és hogyan alkalmazzák ezeket a játékokat, illetve, hogy milyen segítségre lenne szükségük ahhoz, hogy a digitális oktató játékokat tanítási gyakorlatukba beilleszték.

Ezért kutatásom célja kettős. Egyrészt célokom egy olyan játékos kutatásalapú fejlesztőprogram kidolgozása, amellyel biológia tantárgyi tartalommal fejleszthetők a kutatási készségek. Másrészt célokom a hazai pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásról alkotott nézeteinek feltárása, melynek eredményei a fejlesztőprogram kidolgozásában és a tanári segédanyag elkészítésében nyújthatnak segítséget. A fejlesztésbe 8. évfolyamos tanulókat vonunk be, hiszen ők már Piaget kognitív fejlődés elmélete alapján a formális műveleti szakaszban vannak (Piaget, 1970), amely feltételezi, hogy birtokában vannak a tudományos kutatáshoz szükséges képességeknek, mint például a változók azonosítása és kontrollja, az adatok összegyűjtése és átalakítása, grafikonok és táblázatok készítése, az adatok értelmezése, a hipotézisek megfogalmazása, a vizsgálatok tervezése, valamint a következtetések levonása és általánosítás (Germann & Aram, 1996).

A disszertáció a hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintésével kezdődik, amelynek első részében bemutatásra kerülnek a kutatás központi fogalmai. Kitérünk a kutatási készségek ismertetésére és a fogalomhoz kapcsolódó kifejezések, mint a természettudományos gondolkodás és a természettudományos kutatás (*scientific inquiry*) bemutatására is. A szakirodalmi áttekintés második nagyobb egységében az IBL mellett azokat az innovatív kutatásalapú módszereket mutatjuk be, amelyek hibrid módon, a technológiát is felhasználva fejlesztik a tanulók 21. századi készségeit a természettudományok tanítása során. Ezt követi az oktatási céllal alkalmazott játékok szakirodalmának összegzése, amelyben az általános jellemzés mellett kitérünk a digitálisjáték-alapú tanulásra, a játékos kutatásalapú tanulásra (*game-transformed inquiry-based learning*), a digitális játéktervezés néhány aspektusára. A szakirodalmi áttekintés a pedagógusok technológiával kapcsolatos nézeteivel és a játék pedagógiai tartalmi tudásának bemutatásával zárul. A szakirodalmi áttekintést az empirikus vizsgálatok jellemzése követi, amely részben megfogalmazódnak a kutatás céljai, a kutatási kérdések és a hipotézisek. Ezt követően az egyes vizsgálatok bemutatása, összegzése és a következtetések levonása történik.

A dolgozat elméleti áttekintését korábban megjelent publikációim alapján készítettem el (Bónus & Antal, 2021a, 2021b; Bónus & Nagy, 2020a, 2020b, 2020c), ugyanakkor a korábban megjelent tartalmakat kiegészítettem és a disszertáció kontextusába ágyazva helyeztem el.

1. A KUTATÁSI KÉSZSÉGEK ÉS A KAPCSOLÓDÓ FOGALMAK

A fejezetben a kutatási készségek értelmezéséhez szükséges fogalmak, mint a természettudományos gondolkodás, természettudományos műveltség (*scientific literacy*), természettudományos kutatás, kutatási készségek és ezen készségek fejlesztéséhez szükséges elmélet szakirodalmi áttekintésére kerül sor. A fejezetben hangsúlyos a fogalmak pontos értelmezése és annak bemutatása, hogy a felsorolt fogalmak között milyen kapcsolat feltételezhető a nemzetközi szakirodalom alapján. A fejezet végén a kutatási készségek nemzeti alaptantervekben történő megjelenése olvasható.

1.1. Természettudományos gondolkodás (*scientific thinking/scientific reasoning*)

A természettudományos gondolkodás értelmezéséhez és megértéséhez érdemes megvizsgálni a kifejezés angol megfelelőjét. A „*scientific*” jelző magyarul természettudományost és tudományost is jelent, ez általában kontextusfüggő, és emiatt nem korlátozódik a természettudományos tartalmakra. Fontos megjegyezni továbbá, hogy amit magyarul gondolkodásnak nevezünk, az a nemzetközi szakirodalomban „*thinking*” és „*reasoning*” kifejezés formájában is megtalálható. Ebből következik egy további terminológiai probléma, hogy mit értünk természettudományos gondolkodás alatt, amely angolul „*scientific thinking*” vagy „*scientific reasoning*”. A két terminus használata Overton (1990) szerint azzal magyarázható, hogy a „*thinking*” jelentésében általános megismerési formára utal, míg a „*reasoning*” következtetési gondolkodást jelent. A természettudományos gondolkodás esetében általában a következtetési gondolkodást értjük alatta (Csapó et al., 2016).

A természettudományos gondolkodás meghatározásához a természettudományos műveltség perspektívájából érdemes kiindulni. A természettudományos műveltség több értelmezése is ismert, általában a mindenki által megértett tudomány (*public*

understanding of science) szinonimájaként használják. A „*scientific literacy*” kifejezést az Egyesült Államokban, a „*public understanding of science*” kifejezést Nagy-Britanniában, a „*la culture scientifique*” kifejezést Franciaországban használják. Mindegyik esetben arra a tudásra/műveltségre utal, amit az embereknek tudnia kellene a tudományról, továbbá magában foglalja a tudomány természetének (*nature of science, NOS*), céljainak és általános korlátainak ismeretét (Durant, 1993). Az OECD (2000) alapján a természettudományos műveltség képesség a természettudományos ismeretek (*scientific knowledge*) felhasználására, kérdések azonosítására és bizonyítékokon alapuló következtetések levonására annak érdekében, hogy megértsük a természetet és döntéseket hozzunk a természeti világról és az emberi tevékenység révén abban bekövetkezett változásokról. A természettudományos műveltséget három kompetencia határozza meg: (1) jelenségek magyarázata tudományos alapon, (2) természettudományos kutatás tervezése és értékelése, valamint (3) az adatok és bizonyítékok tudományos értelmezése (OECD, 2019).

Érdeemes kitérni a „*science literacy*” kifejezésre is, amelyre az angol nyelvben a természettudományos műveltség „*scientific literacy*” szinonimájaként tekintenek. Ez az oka annak, hogy a magyar szakirodalomban szintén természettudományos műveltségként találjuk meg ezt a kifejezést (B. Németh, 2010). A két fogalom, habár nagyon hasonló, nem egyezik meg teljesen (Lederman, 2019). Általánosságban elmondható, hogy a „*science literacy*” inkább a tudományos ismeretek és a tudományos folyamatok elsajátítására utal, míg a „*scientific literacy*” kibővíti az előző jelentést azáltal, hogy hangsúlyozza a tudományos ismeretek felhasználását a személyes, társadalmi és globális kérdésekkel kapcsolatos megalapozott döntések meghozatalában (Lederman, 2019; Roberts, 2007; Roberts & Bybee, 2014).

A természettudományos műveltség feltételezi a természettudományos gondolkodást. Ezzel összhangban a természettudományos gondolkodás azokat a kognitív készségeket jelenti, amelyek a természettudományos információ megértéséhez és értékeléséhez szükségesek. Magában foglalja továbbá azokat a gondolkodási készségeket is, amelyek a kutatáshoz (*inquiry*), a kísérletezéshez, a bizonyítékok értékeléséhez, a következtetéshez és az érveléshez szükségesek. Ezek a készségek elősegítik a természeti és társadalmi környezetről alkotott tudás kialakulását és fejlődését (Zimmerman, 2007). A gondolkodás egy speciális típusára vonatkozik, amelyet akkor használunk, ha valamilyen természettudományos témáról, jelenségről gondolkodunk, vagy természettudományos vizsgálódásokat végzünk (NRC, 1996; Nagy, 2010). Ez a definíció egyszerre utal a tudomány tartalmára, valamint a tudományterületet átívelő gondolkodási folyamatokra, mint például az indukció, dedukció, kísérlettervezés, ok-okozati érvelés, fogalomképzés és hipotézisek tesztelése (Dunbar & Klahr, 2012). A természettudományos gondolkodás úgy is értelmezhető, mint egy adott problémakörben való kutatás, a problémamegoldás egyik formája (Simon, 1977).

Kuhn (2002) alapján a természettudományos gondolkodásnak négy fázisa van: (1) kutatás (*inquiry*), (2) elemzés (*analysis*), (3) következtetés (*inference*) és (4) érvelés (*argumentation*). Az egymást követő fázisokban fontos a tevékenység céljának és a megválaszolendő kérdéseknek a megfogalmazása, valamint az, hogy a tanuló felismerje a releváns adatokat, és össze tudja kapcsolni azokat az elmélettel. Továbbá hangsúlyos a helyes következtetések levonása és a cáfolt hipotézisek elvetése (1. ábra).



1. ábra. A természettudományos gondolkodás négy fázisa (Kuhn, 2002)

A természettudományos műveltséget meghatározó kompetenciákhoz és a természettudományos gondolkodáshoz szükség van képesség és ismeret jellegű tudásra. Ismeret jellegű tudás a (1) tartalmi tudás (*content knowledge*), (2) a procedurális tudás (*procedural knowledge*) és (3) az episztemikus tudás (*epistemic knowledge*) (OECD, 2017). A jelenségek tudományos alapon történő megmagyarázásához tartalmi tudás szükséges, vagyis a tudomány tartalmának ismerete. Tehát a tartalmi tudás a természettel kapcsolatos tények, fogalmak, elképzelések és elméletek ismerete, amelyek tudományosan megalapozottak. Ezért nemcsak tartalmi tudásnak, hanem a tudományos tartalom tudásának (*knowledge of the content of science*) is nevezik. A procedurális tudás azon eljárások ismerete, amelyeket a tudósok a tudományos ismeretek létrehozására használnak. Ide tartozik az empirikus vizsgálat alapjául szolgáló gyakorlatok (*practices*) és fogalmak (*concepts*) ismerete, mint például a párhuzamos mérések elvégzése, hogy minimalizálják a hibák és a véletlen szerepét, a változók ellenőrzése, valamint az adatok ábrázolására és közlésére vonatkozó eljárások. Az episztemikus tudás a tudományos tudás származására vonatkozó tudás. A kérdések, megfigyelések, elméletek, hipotézisek, modellek és az érvek tudományban betöltött szerepének, továbbá a tudományos kutatás különböző formáinak ismeretére; valamint a szakértői értékelés szerepének megértésére utal a tudományosan érvényes ismeretek létrehozásában (OECD, 2019).

A tanulóknak episztemikus ismereteik segítségével meg kell tudniuk magyarázni a különbséget egy tudományos elmélet és egy hipotézis, illetve egy tudományos tény és egy megfigyelés között. A tény tudományos kutatással alátámasztott eredmény, amelyet többször megerősítettek egymástól független tudósok vizsgálatai és a szakmai közösség is elfogadott. Minden tudományos ismeret tényekre épül, viszont tévhit, hogy a tények folyamatosan beépülnek az elméletekbe, majd az elméletek a törvényekbe. Ez a hamis hierarchia azt feltételezi, hogy a törvények értékesebbek és hitelesebbek, mint az elméletek (McComas, 2003). A törvények leíró megállapítások a megfigyelhető jelenségek közötti kapcsolatokról (Lederman et al., 2002). A tudományos törvény (*scientific law*) jellemzői McComas (2003) szerint a következők: (1) hipotetiko-deduktív teszteléssel validált, (2) tényekkel, kísérletekkel és megfigyelésekkel alátámasztott, (3) ok-okozati összefüggéseket széleskörűen kapcsol össze, (4) megmagyarázza bizonyos/különös esetek előfordulását, (5) előre jelezheti egy összefüggés jövőbeli előfordulását és bekövetkezését és (6) általában felfedezettnek, nem pedig feltaláltnak tekintik.

A tudományos elméletek (*scientific theories*) ellentmondásmentes, jól megalapozott magyarázatok rendszere (Suppe, 1977). A megfigyelhető jelenségekből és a jelenségek szabályszerűségeiből levont következtetések (Lederman et al., 2002). A beágyazott elméleteket (*embedded theoris*) sok meggyőző bizonyíték támasztja alá, ezért központi szerepet játszanak abban, ahogyan a tudósok megértik a világot (Eastwell, 2014). A tudományos elmélet jellemzői (1) hipotetiko-deduktív teszteléssel validált, (2) tényekkel, kísérletekkel és megfigyelésekkel alátámasztott, (3) átfogó, széleskörű és egységesítő/egyesítő állítások, (4) magyarázza a természeti jelenségeket (események, megfigyelések, összefüggések) vagy törvényeket, (5) előre jelzi a jövőbeli

tapasztalatokat és (6) általában feltalálnak, nem pedig felfedezettnek tekintik (McComas, 2003).

Összefoglalva a tudományos törvények és elméletek egyaránt a tudomány termékei és eszközei, ugyanakkor megkülönböztetett eredetük és szerepük van. McComas (2003) törvény meghatározása ismeretelméleti alapokon nyugszik, amelynek kiindulópontja, hogy létezik egy külső világ, amely a kutatás által többé-kevésbé megismerhető. Ezért McComas alapján a törvényeket inkább felfedezik, felkutatják, mintsem feltalálják vagy kitalálják. Ugyanakkor az elméletek nemcsak a jelenségek leírását jelentik, hanem tényekből, törvényekből és következtetésekből építkező érvek a jelenségek magyarázatára. Ezért az elméletek inkább az alkotáshoz, feltaláláshoz, nem pedig a felfedezéshez kötődnek. A tudományos törvények és az elméletek is változhatnak (Nagy et al., 2021).

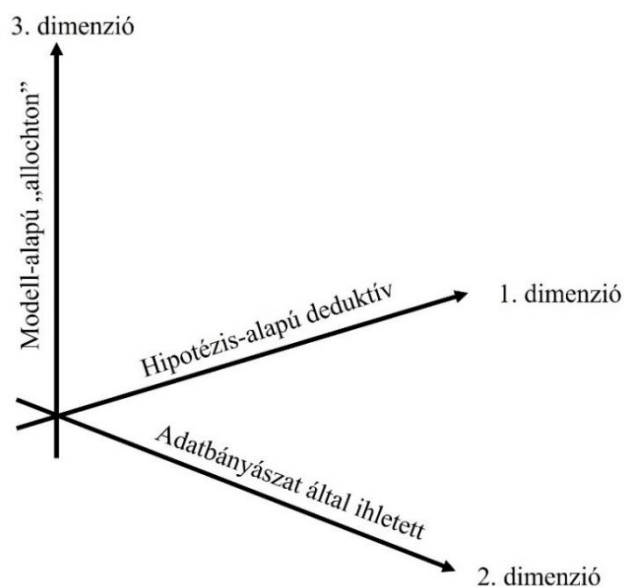
Az ismeret jellegű tudás mellett fontos szerepe van a képesség jellegű tudáselemeknek is a természettudományos gondolkodásban. A képesség jellegű tudás különböző gondolkodási képességekre – mint például az általános, analógiás vagy kritikai gondolkodás – és a kutatási készségekre utal (Nagy et al., 2015). A kutatási készségek bemutatásához nélkülözhetetlen a természettudományos kutatás ismertetése, így a következő alfejezetben erre kerül sor.

1.2. Természettudományos kutatás (*scientific inquiry*)

Általánosságban a természettudományos kutatás arra a szisztematikus megközelítésre utal, amelyet a tudósok alkalmaznak az érdeklődésre számot tartó kérdések megválaszolására. Magában foglalja a tudományos kutatás folyamatait (*science processes*), de utal arra is, hogy ezeket a folyamatokat tudományos ismeretekkel, természettudományos gondolkodással és kritikai gondolkodással kombinálják a tudományos ismeretek létrehozása érdekében (Lederman, 2006).

Oktatási kontextusban a természettudományos kutatás két jelentést hordoz magában. Egyrészt utal a tudósok kutató munkájára, ahogy tanulmányozzák a természetet és annak megismerésére bizonyítékokon alapuló magyarázatokat javasolnak. Ez azt jelenti, hogy a tanulóknak képesnek kell lenniük arra, hogy megértsék, hogyan végzik a tudósok munkájukat, és hogyan fejlesztik, bírálják, és végül hogyan fogadja el a tudományos ismereteket a tudományos közösség. Továbbá utal a diákok kutató tevékenységeire is, amelyekben a tudományos ismereteiket és a tudományos tartalmak megértését fejlesztik (Lederman et al., 2019; Nagy, 2010; NRC, 1996).

Fontos megjegyezni, hogy a tudományos kutatáshoz tudományos módszerekre (*scientific methods*) van szükség. A hagyományos értelemben vett tudományos módszer egy hipotézis-alapú dedukció, amelynek kiindulópontja valamely érdeklődésre számot tartó jelenségre vonatkozó tesztelhető hipotézis. Ezt a hipotézist kísérletek vagy számítások során ellenőrizni, azaz tesztelni kell. A kapott eredmények alátámasztják vagy megcáfolják a hipotézist, és a hipotézis megfogalmazásának és tesztelésének új körét indíthatják el. A hagyományos hipotézis-alapú deduktív tudományos módszer egy háromdimenziós térré bővült mára (2. ábra), amely lehetővé teszi az adatbányászat által ihletett, induktív tudásszerzést és a matematikai modellen alapuló, „allochton” érvelést tartalmazó módszerek szinergikus keverékeit is (Voit, 2019). Ez azt is jelenti, hogy habár a tudományos módszer egy rögzített lépéssornak tekinthető, nincs egyetlen sikeres receptje (Bybee, 2006; Lederman, 2006). A természettudományos tantárgyak oktatásában a hagyományos, azaz hipotézis-alapú deduktív tudományos módszerekkel ismerkednek meg a tanulók.



2. ábra. A tudományos módszerek terei (Voit, 2019. p. 10)

A természettudományos kutatás Wenning (2007) alapján a vizsgálandó probléma azonosításával kezdődik, majd ezt követi a bizonyítékon és logikán alapuló hipotézis vagy modell megfogalmazása indukcióval. Ezután a predikció vagy előrejelzés megalkotása történik hipotézisből vagy modelltől dedukcióval. Ezt követi a kísérleti eljárások tervezése az előrejelzés tesztelésére. A tudományos kísérlet, megfigyelés vagy szimuláció a hipotézis vagy modell tesztelésére magában foglalja a kísérleti rendszer és a változók azonosítását és értelmezését, valamint hangsúlyos a kontrollált kísérlet vagy megfigyelés elvégzése is. A kutatás következő szakasza a releváns adatok összegyűjtése, precíz és alapos rendszerezése és elemzése, majd numerikus és statisztikai módszerek alkalmazása indokolt a következtetések levonásához és alátámasztásához. Fontos kitérni a váratlan eredmények megmagyarázása is (alternatív hipotézis, az elkerülhetetlen kísérleti hiba forrásainak azonosítása és közzétevése, az ellentmondó eredmények lehetséges okainak azonosítása). A kutatás utolsó szakasza egy beszámoló készítése a kutatás eredményeinek megjelenítésével a rendelkezésre álló technológia felhasználásával, majd ennek megvédése egy szakértői közönség előtt.

Pedagógiai szempontból a természettudományos kutatás három módon értelmezhető: készségek készletként, kognitív kimenetként és kutatásorientált tanítási megközelítésként (Özlegen, 2012). Az NRC (1996) és Bybee (2006) alapján 5–8. évfolyamon fejleszteni kell a tanulók tudományos vizsgálatok elvégzéséhez szükséges képességeit és a tudományos kutatás megértését egyaránt (1. táblázat).

A Next Generation Science Standards (NGSS Lead States, 2013) a természettudományok oktatásához három dimenzió integrálását javasolja: (1) gyakorlatok (*practices*), (2) több területen átívelő fogalmak (*crosscutting concepts*) és (3) a tudományterület alapvető elképzelései (*core ideas*). Az első dimenzió azokat a főbb gyakorlatokat írja le, amelyeket a tudósok alkalmaznak a világról alkotott modellek és elméletek vizsgálata és felépítése során. Továbbá olyan kulcsfontosságú mérnöki gyakorlatokat tartalmaz, amelyeket a mérnökök a rendszerek tervezése és építése során használnak. A gyakorlatok kifejezést alkalmazzák a készségek helyett, hogy hangsúlyozzák, a tudományos kutatásban való részvételhez nemcsak készségekre, hanem az egyes gyakorlatokra jellemző ismeretekre is szükség van. A második dimenzió a több tudományban és/vagy egy tudományon belül több területen megjelenő fogalmakra utal. A harmadik dimenzió ahhoz kötődik, hogy a tudományos ismeretek

folyamatos bővülése miatt lehetetlen minden, az adott tudományághoz kapcsolódó gondolat kimerítő részletességű megtanítása. Ugyanakkor erre nincs is szükség, hiszen olyan információs korban élünk, amelyben a természettudományos oktatás szerepe megváltozott. Nem az összes tény megtanítása a fontos, hanem az, hogy a tanulók olyan alapismeretekkel gazdagodjanak, amelyek megalapozzák a további információk szerzését, az önálló tanulást. Ezért meg kell tanítani a tanulóknak, hogy hogyan értékeljék és válasszák ki a tudományos információk megbízható forrásait (NGSS Lead States, 2013).

1. táblázat. A természettudományos kutatáshoz szükséges képességek és a tudományos kutatás megértésének aspektusai 5–8. évfolyamon (Bybee, 2006; NRC, 1996)

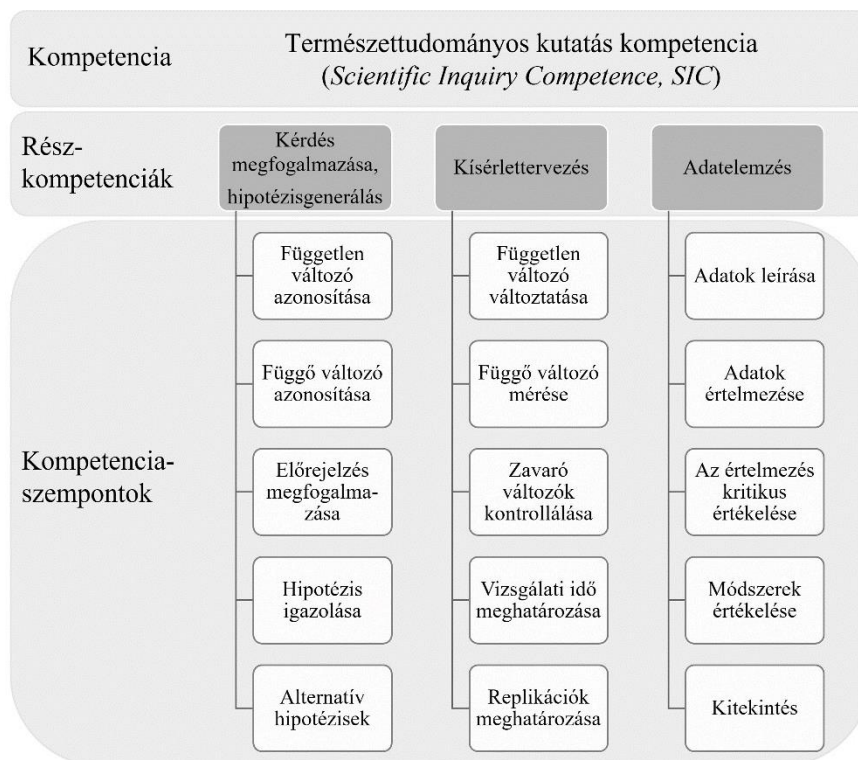
<i>Természettudományos kutatás végzéséhez szükséges képességek</i>	<i>Természettudományos kutatás megértése</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Azoknak kérdéseknek a meghatározása, amelyek tudományos kutatás útján megválaszolhatók. 	<ul style="list-style-type: none"> • Különböző kérdések különféle tudományos kutatásokat javasolnak.
<ul style="list-style-type: none"> • Tudományos kutatás megtervezése és végrehajtása. 	<ul style="list-style-type: none"> • Az aktuális tudományos ismeretek és azok megértése határozza meg a tudományos kutatásokat.
<ul style="list-style-type: none"> • Megfelelő eszközök és technikák használata az adatok gyűjtésére, elemzésére és értelmezésére. 	<ul style="list-style-type: none"> • A matematika fontos a tudományos kutatásban.
<ul style="list-style-type: none"> • Leírások, magyarázatok, előrejelzések és modellek kidolgozása bizonyítékok felhasználásával. 	<ul style="list-style-type: none"> • Az adatgyűjtéshez használt technológia javítja a pontosságot, és lehetővé teszi a tudósok számára a vizsgálati eredmények elemzését és számszerűsítését.
<ul style="list-style-type: none"> • Kritikai és logikus gondolkodás a bizonyíték és a magyarázat közötti összefüggés megteremtésére. 	<ul style="list-style-type: none"> • A tudományos magyarázatok hangsúlyozzák a bizonyítékokat, logikailag következetes érvekkel rendelkeznek, és tudományos elveket, modelleket és elméleteket használnak.
<ul style="list-style-type: none"> • Alternatív magyarázatok és előrejelzések felismerése és elemzése. 	<ul style="list-style-type: none"> • A tudomány kételkedés révén halad előre.
<ul style="list-style-type: none"> • Tudományos eljárások és magyarázatok kommunikálása. 	<ul style="list-style-type: none"> • A tudományos kutatások néha új ötleteket és jelenségeket eredményeznek további tanulmányozáshoz, új vizsgálati módszereket vagy eljárásokat generálnak, vagy új módszereket dolgoznak ki az adatgyűjtés javítására.
<ul style="list-style-type: none"> • A matematika használata a tudományos kutatás minden vonatkozásában. 	

A természettudományos kutatáshoz és a természettudományos műveltséghez kapcsolódik a tudomány természete kifejezés (Lederman, 2007). A tudomány természete tipikusan a tudományos tudás azon jellemzőire utal, amelyek eredendően az előállítás módjából, azaz a tudományos kutatásból származnak. A kifejezés általános jellemzésén túl a mai napig nincs egyetértés a tudományfilozófusok, a tudománytörténészek, a tudósok és a tudományt oktatók között, tehát a NOS specifikus meghatározását illetően nincsenek konkrét válaszok. A konszenzus hiányát Lederman (2012) a tudományos törekvések sokrétű természetére és összetettségére vezeti vissza, és javasolja a „*nature of scientific knowledge*” (NOSK) kifejezés alkalmazását. A NOS értelmezése szempontjából alapvető, hogy a tudomány tartalmának megértéséhez előbb meg kell érteni a tudomány természetét (Driver et al., 1996). Azonban a rengeteg definíció, amelyek egymástól eltérnek, problémákkal terhelték a NOS szakirodalmát.

Az egyik gyakori tévhit, hogy a NOS egyenlő a tudományos folyamatokkal vagy a természettudományos kutatással. A kérdést Lederman (2002) tisztázta, miszerint tudományos folyamatoknak tekintjük az adatok gyűjtésével, értelmezésével, következtetések levonásával kapcsolatos tevékenységeket, míg a NOS az e tevékenységek alapjául szolgáló értékekkel és ismeretelméleti feltevésekkel foglalkozik. Fontos továbbá, hogy a NOS és a természettudományos kutatás nem ugyanazt jelenti, ugyanakkor átfedés van köztük (Lederman, 2019).

További érdekesség, hogy megjelent egy újabb fogalom, a természettudományos kutatás kompetencia (*Scientific Inquiry Competence, SIC*), amely a természettudományos kutatásra, kutatási készségekre és a természettudományos gyakorlatokra egyaránt utal (Arnold et al., 2018). Gyakorlatilag azokat a készségeket, kompetenciákat sorakoztatják fel ide, amelyek a természettudományos kutatás végzéséhez szükségesek (Kuo et al., 2015; OECD, 2013; Yang et al., 2016). Arnold, Boom, Kremes és Mayer (2018) azt kutatják, hogy mit kell tennie a tanulóknak ahhoz, hogy „kompetensek” legyenek a tudományos kutatásban. Hangsúlyozzák, hogy a tudományos kutatás egyfajta problémamegoldó folyamat, amely a természeti világ problémáival és jelenségeivel foglalkozik. Ezért a SIC az élő természeti világgal kapcsolatos problémák tudományos módszerekkel történő megoldásának képessége, amely a tudományos kutatás számos témáját érinti, és amely számos különböző tudományos módszert foglal magában (pl. megfigyelés, összehasonlítás vagy kísérletezés). A kompetencia kifejezéssel a problémamegoldó eljárások kognitív vonatkozásait hangsúlyozzák, vagyis a középpontban az ok-okozati összefüggések feltárása áll, mivel a kísérletet a tudomány központi módszereként tartják számon. Összefoglalva a SIC az ok-okozati összefüggésekre vonatkozó tudományos kísérletek megértésének, lebonyolításának és kritikus értékelésének képessége. A SIC összetevőit a 3. ábra mutatja be (Arnold et al., 2018). Ezen az ábrán a SIC elemei kompetencia-szemponthozként jelennek meg, mivel a kutatók mérőeszközt készítettek a konstruktum mérésére. Egy másik fontos megállapítás, hogy a hipotézis igazolása a „Kérdés megfogalmazása, hipotézisgenerálás” részkompetencia alatt szerepel. Ennek az lehet az oka, hogy a kutatás végén vissza kell térni a kezdeti hipotézishez, hogy megtörténjen annak megállapítása, hogy a hipotézis igazolást nyert-e.

A természettudományos kompetencia a hazai szakirodalomban természet-megismerési kompetenciaként jelent meg, és azon ismeretek, készségek, képességek, motívumok és attitűdök rendszerét jelenti, amelyek képessé teszik az egyént arra, hogy a természetet megismerje. A készség-képességösszetevői közé tartoznak a matematikai, a problémamegoldó, a laboratóriumi készségek és technikák (Nagy, 2008). A hazai értelmezés alapvetően tágabb, mint a nemzetközi irodalomban megtalálható értelmezés, ugyanakkor ennél fogva a tágabb kontextusban való elhelyezést segítheti.



3. ábra. A Természettudományos kutatás kompetencia alkompetenciái és kompetencia-szempon-
tjai (Arnold et al., 2018 alapján)

1.3. Kutatási készségek (*inquiry skills*)

A természettudományos kutatáshoz szükség van a kutatási készségek alkalmazására. A kutatási készségek a 2. táblázatban olvashatók a kutatás általános lépéseit követve.

2. táblázat. Kutatási készségek és leírásuk (Wenning, 2007; Elmas et al., 2018 alapján; Bónus & Nagy, 2020a. p. 84)

Kutatási készségek	Bővebb leírás
A vizsgálendő probléma azonosítása	
Hipotézis megalkotása	Előrejelzések és általánosítások megfogalmazása egy eseményről vagy helyzetről a tapasztalatok alapján, figyelembe véve, hogy mi miért történik. Egy ideiglenes állítás arra vonatkozóan, hogy mivel magyarázhatók az eredmények.
Kísérlet tervezése a hipotézis ellenőrzésére	Megfigyelések, észrevételek felhasználása egy hipotézis tesztelésére. Része a változók azonosítása és kontrollja.
Tudományos kísérlet végzése	A kísérlet kivitelezése.
Adatgyűjtés, adatok rendszerezése és precíz elemzése	Adatok rögzítése, összerendezése és értelmezése a kísérletek során.
Következtetés és érvelés	Számolás és statisztikai módszerek alkalmazása, hogy következtetésre jussunk, és azt alátámasszuk. Az eredmények alapján következtetések és magyarázatok megfogalmazása.

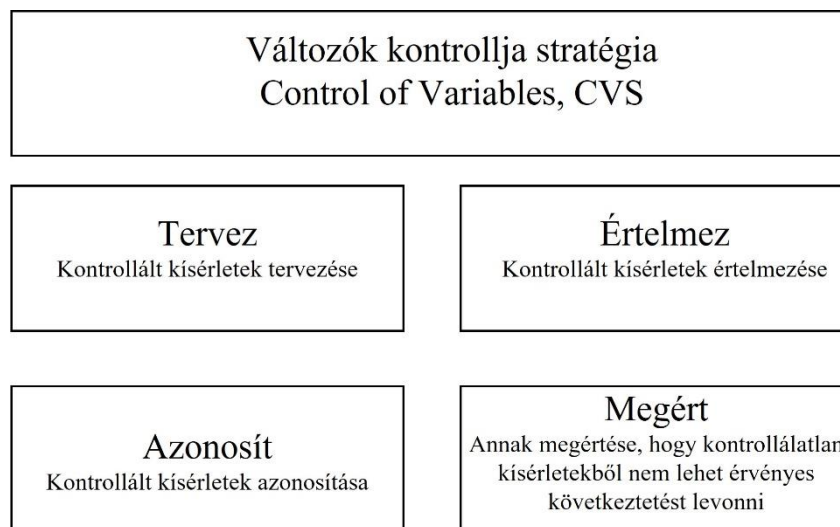
Az egyes készségek bemutatása abból az aspektusból történik, hogy mi okozhat nehézséget a tanulók számára, és először azok a készségek szerepelnek, amelyek kifejezetten nehézséget jelentenek a tanulóknak.

Pedagógiai szempontból releváns, hogy a bemutatott készségek kapcsán a tanulók sok esetben a jelenségek tudományos alapon történő magyarázata helyett, személyes ötleteik alapján, összefüggés nélküli magyarázatokat javasolnak. Hiányzik a logikai kapcsolat a bizonyítékok és a magyarázatok között (Driver et al., 1985; Driver et al., 1996; Kuhn et al., 1988). Ezért fontos megjegyezni, hogy a jelenségek tudományos alapon történő megmagyarázásához négy folyamat megértésére és alkalmazására van szükség: (1) az ok-okozati összefüggések azonosítása, (2) az érvelési folyamat leírása, (3) az adatok bizonyítékként történő felhasználása és (4) a magyarázatok értékelése (Wu & Hsieh, 2006).

A nemzetközi szakirodalom alapján a közoktatásban tanuló diákok számára a legtöbb kutatási készség megértése és alkalmazása nehézséget jelent. Ez a Wu és Hsieh (2006) által felsorolt folyamatok megértésének és/vagy alkalmazásának hiányával állhat kapcsolatban. A kutatási készségek közül a kutatási kérdés megfogalmazása, a kísérletek megtervezése, az adatok gyűjtése és a következtetések levonása komoly kihívást jelent a tanulóknak (Hofstein et al., 2005; Kanari & Millar, 2004; Sandoval & Reiser, 2004). A nemzetközi mérések eredményeit hazai vizsgálatok is alátámasztják. A magyar méréseket az eDia kutatási készség teszttel végezték, amely a következő kutatási készségek mérésére alkalmas: adatértelmezés, változók azonosítása, kutatási kérdés vizsgálata, hipotézis azonosítása, kísérlet tervezése és a változók kontrollja, következtetések levonása. A vizsgálatok megerősítették, hogy 8–12. évfolyamos tanulóknak és tanár szakos egyetemi hallgatóknak egyaránt a legnagyobb kihívást a kísérlettervezés és a változók kontrollja jelentette (Korom, Pásztor et al., 2016; Z. Orosz et al., 2018).

A változók kontrollja alacsony szintű teljesítmény mögött több ok is meghúzódhat. Egyrésztől számos tartalmi tudás ismerete szükséges ahhoz, hogy a legalapvetőbb manipulációkat elvégezze a tanuló. A tudományban az ellenőrzött, azaz a kontrollált kísérletek kulcsfontosságúak az ok-okozati hipotézisekre (*casual hypotheses*) vonatkozó érvényes következtetések levonásához. Érvényes következtetések csak akkor lehetségesek, ha a kísérletet úgy tervezték meg, hogy az alternatív ok-okozati hatások vagy kölcsönhatások kizárhatók legyenek. Ezért ideális esetben a vizsgált változó kivételével minden változót állandó értéken kell tartani a kísérlet során (Schwchow et al., 2016). Ennek pedagógiai vonatkozása, hogy a tanulónak tudnia kell, hogy a változó valamilyen meghatározható, mérhető tulajdonság vagy mennyiség; a kísérlet során változtatott, manipulált tényezők a független változók, amelyek a függő változókra hatnak; a függő változó változását vizsgáljuk a megfigyelés/kísérlet során; az állandó vagy rögzített változó értékét nem változtatjuk meg a kísérlet során (Nagy et al., 2021). Ezért a változók ismerete alapvető a természettudományok tanulása során. A változók kontrollja stratégia (*Control of Variables Strategy, CVS*) egy alapelv, amely kimondja, hogy a kísérletben kapott adatokból csak akkor vonhatók le oksági következtetések, ha a kísérlet során egyszerre csak egy változót változtatunk meg (Zimmerman, 2007). Maga a stratégia nem jelent újdonságot, Ross (1988) négy alkészséget határozott meg működéséhez: (1) kontrollált és nem kontrollált kísérletek megkülönböztetése, (2) kontrollálatlan kísérletek javítása, (3) kontrollált kísérletek tervezése és (4) a kísérleti tervek igazolása egy általános szabályra hivatkozva. Ross definícióját meghaladta Chen és Klahr (1999) meghatározása, amely sokkal tágabb és több részkészséget is számba vesz. Chen és Klahr (1999) meghatározásában helyet kap a kontrollált kísérletek tervezése, azonosítása, értelmezése és megértése (4. ábra). A CVS az iskolai

természettudományok és a természettudományos műveltség alapja, azonban ez a készség nem alakul ki spontán, tanításra és gyakorlásra van szükség (Schwichow et al., 2016).



4. ábra. Változók kontrollja stratégia alkézségei (Chen & Klahr, 1999; Scwichow et al., 2016. p. 3)

A kutatási készségek egy további nehézséget jelentő területe a hipotézisek megfogalmazása, kezelése (Kuang, 2020). Hasonlóan a változók kontrolljához, ebben az esetben is jelentős elméleti megalapozottság szükséges. A hipotézis egy javasolt magyarázat, ezt a tudományokban ok-okozati hipotézisnek (*casual hypotheses*) nevezik. Az előrejelzés egy teszt várható eredménye, amely következtetéssel egy hipotézisből vagy elméletből származik. A törvény (*law*) olyan kijelentés, amely összefoglalja a természetben megfigyelt szabályszerűségeket vagy mintázatot. A tudományos elmélet (*scientific theory*) állítások összessége, amelyek együttesen megkísérlik megmagyarázni a kapcsolódó jelenségek széles osztályát. A beágyazott elmélet (*embedded theoris*) olyan elmélet, amelyet sok meggyőző bizonyíték támaszt alá, és amelyek központi szerepet játszanak abban, ahogyan a tudósok megértik a világot (Eastwell, 2014).

A kísérlettervezés a hipotézisgenerálás, a kutatási kérdés megfogalmazása és a változók kontrollja készségekkel szoros összefüggésben áll, hiszen a kísérlet tervezése egy tesztelhető hipotézis ellenőrzésére irányul. Így ennek problematikáját az előző két bekezdés tartalmazza.

A kutatási készségek közül a hazai mérések alapján (Korom, Pásztor et al., 2016; Z. Orosz et al., 2018) egyszerűbbnek tekinthető az adatértelmezés, amelynek során a tanulóknak tudniuk kell adatokat leolvasni és értelmezni táblázatból, grafikonból, valamint képesnek kell lenniük adatsorok összehasonlítására. Egy másik kevésbé megterhelő terület a következtetés. A következtetés szó általánosságban egy megfigyelés magyarázatát vagy értelmezését jelenti. A tudományban azonban ennél korlátozottabb jelentése van: következtetés során a kísérletből tanultakat összegezzük, és erre vonatkozó állításokat teszünk (Prentice Hall, 2001).

1.4. Kutatási készségek a biológiatanítás hazai szabályozó dokumentumaiban

Mivel a biológia kísérletes tudomány, ezért a biológiatanítás gyakran gyakorlati tevékenységeken (pl. megfigyelés, kísérletezés, mikroszkópozás) keresztül történik, miközben a tanulók a tudományos kutatás különböző készségeit, módszereit és

eszközeit ismerik meg és gyakorolják (Abraham & Miller, 2008). Ezzel összhangban a nemzeti alaptantervekben mindig jelen volt és van a tervezett/tervszerű megfigyelés, a kísérletezés (NAT 1995, 2003, 2007, 2012, 2020). A természettudományos eljárások, a tudományos kutatás, a természettudományokban begyakorolható megismerési, tanulási, értelmezési technikák és módszerek azonosítása, fejlesztése (pl. megfigyelés, kísérletezés, mérés, következtetés, összehasonlítás); a tudomány természete és a hipotézisalkotás ismerete és fejlesztése a 2003-as és a 2007-es NAT-ban egyaránt megjelennek. A természettudományos kompetencia a 2007-es NAT újdonsága, ismereteket, képességeket és attitűdöt foglal magában (3. táblázat).

3. táblázat. A természettudományos kompetencia összetevői (NAT, 2007)

<i>Természettudományos kompetencia</i>		
<i>Ismeretek</i>	<i>Készségek, képességek</i>	<i>Attitűdök</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Természeti világ alapelvei • Tudományos fogalmak, módszerek, technológiai folyamatok • Mindezek emberi alkalmazása során kifejtett tevékenységek természetre gyakorolt hatása • Tudományos elméletek szerepe • Alkalmazások és technológiák előnyei, hátrányai és kockázatai 	<ul style="list-style-type: none"> • Természettudományos és műszaki műveltség alkalmazása • problémamegoldásra 	<ul style="list-style-type: none"> • Kritikus • Kíváncsi • Etikai kérdések iránti érdeklődés • Fenntarthatóság tiszteletben tartása

A 2012-es NAT bevezeti a természettudományos nevelés fogalmát, amely a biológiatanítás során közvetített tudás társadalmi érvényesülését hangsúlyozza. Felhívja a figyelmet arra, hogy a biológiatanítás keretei között azokkal a természettudományos módszerekkel vizsgálható társadalmi és gazdasági kérdésekkel is foglalkozni kell, amelyek befolyásolják az egyén és a közösség életét a jelenben és a jövőben. Kiemeli a tanulók aktív, cselekvőképes állampolgárokká nevelését a fenntarthatóság és az egészségmegőrzés vonatkozásában, valamint a természettudományos és műszaki pályára való felkészítés fontosságát. Továbbá megjelenik benne a természettudományos és technikai kompetencia, amely megőrzi a 2007-es NAT-ban már említett természettudományos kompetencia felépítését és jellemzőit, kiegészítve azt azzal, hogy a technika hogyan támogatja a korábban bemutatott célok elérését. A 2020-as NAT-ban újra megerősítik a természettudományok tudományos és technológiai műveltség kialakításában játszott szerepét. Továbbá hangsúlyos, hogy olyan gyakorlatorientált feladatokon (pl. terepi vagy városi megfigyelések, akár otthon is elvégezhető kísérletek) keresztül történjen a tanulás, amely problémafeladatok relevánsak a tanulók számára és kapcsolódnak a hétköznapi élethez. Megjelenik a hipotézisalkotás, mint a várható eredmény becslése, a természettudományos gondolkodás és vizsgálati módszerek elsajátításának, valamint a tudomány természete megismerésének és megértésének fontossága.

Tehát a nemzeti alaptantervek mindegyike (NAT, 1995, 2003, 2007, 2012, 2020) megnevez olyan gyakorlati tevékenységet, amely során a tanulóknak kutatási készségeiket kell alkalmazniuk. A nemzeti alaptantervek mellett érdemes megvizsgálni a kapcsolódó kerettanterveket is. A disszertáció szempontjából a 2020-as NAT-hoz igazított kerettantervek relevánsak, illetve a kerettantervek NAT-hoz való illeszkedésének vizsgálata. A tanulók 5–6. évfolyamban a biológiát a természetismeret tantárgy részeként tanulják. A vonatkozó kerettantervben a természettudomány tanításának céljai között megjelenik a manuális készségek és a fogalmi megértés fejlesztése kísérletek, terepi foglalkozások és megfigyelések végzésén keresztül.

Továbbá a 5–6. természettudomány kerettanterv hangsúlyozza a kísérleti problémamegoldás lépéseit, különös tekintettel a hipotézisalkotásra. A tanulási eredmények között az önállóan végzett becslések, mérések és egyszerű kísérletek kaptak helyet (Kerettanterv Természettudomány 5–6. évfolyam, 2020).

A 2020-as NAT 7–8. évfolyamára készített kerettanterv expliciten is felsorol számos kutatási készséget mint fejlesztési célt: kutatási kérdés megfogalmazása, hipotézisalkotás, kísérlettervezés és kivitelezés, eredmények rögzítése és értelmezése. A fejlesztési célok között szerepel továbbá a problémamegoldó és a kritikai gondolkodás fejlesztése is. Ezzel összhangban tanulási eredményként jelenik meg, hogy a tanuló útmutató alapján, másokkal együttműködve kísérleteket hajt végre, azonosítja és beállítja a kísérleti változókat, majd következtetéseket von le a kapott adatok alapján. Továbbá, hogy a biológiai jelenségekkel kapcsolatban kérdéseket, előfeltevéseket fogalmaz meg és tudja, hogy ezek csak akkor vizsgálhatók tudományosan, ha a kérdés vagy előfeltevés tudományos módszerekkel bizonyítható, vagy cáfolható. Ehhez a tanuló tisztában van a mérhetőség jelentőségével és törekszik a pontosságra, de tisztában van ennek korlátaival is (Kerettanterv Biológia 7–8. évfolyam, 2020; Kerettanterv Biológia 7–10. évfolyam, 2020).

A gimnáziumi 9–10. évfolyamra tervezett kerettantervben megjelenik a tudomány működése, különböző vizsgálati módszerek és a természettudományos gondolkodás módszereinek megismertetése. A tanulási eredmények között helyet kapott a természettudományos problémák azonosítása, az előfeltevések megfogalmazása és ezek bizonyítása vagy cáfolása kísérletek tervezésével és végrehajtásával, továbbá a kísérleti változók azonosítása és beállítása. Tanulási eredmény szintén a biológia vizsgálati módszerek célszerű és biztonságos alkalmazása egyénileg és társakkal együttműködve, valamint biológiai vonatkozású adatok elemzése, rendszerezése, ábrázolása, és ezek alapján előrejelzések, következtetések megfogalmazása (Kerettanterv Biológia 9–10. évfolyam, 2020; Kerettanterv Biológia 7–10. évfolyam, 2020).

Érdeemes röviden azt is felvázolni, hogy a biológiatanítás végére hova kell eljutnia a tanulóknak a kutatási készségek vonatkozásában. Ennek indikátora az érettségi vizsgakövetelmény. Ez utóbbi abból a szempontból is érdekes, hogy jelenleg két változata ismert, a 2012-es NAT-ra és a 2020-as NAT-ra épülő követelmények. Alapvetően nincs különbség az elvárt kompetenciákat illetően. Mindkét esetben méri a tudományos gondolkodás műveleteinek tudatos alkalmazását, például a függő és független változók felismerését és elkülönítését és a változók kontrollja kutatási készséget. Továbbá kiemelik, hogy a tanuló legyen képes egyszerű kísérletek, mérések tervezésére, végrehajtására és az eredmények értelmezésére. További vizsgakövetelmény az adatok ábrázolása, értelmezése és azokból következtetések levonása, valamint hipotézisek, elméletek, modellek, törvények megfogalmazása, vizsgálata; téves információk azonosítása, végül a természettudományos érvelés alapelveinek ismerete (Biológia részletes érettségi követelmény, 2012; 2020).

Tehát a nemzeti alaptantervekben, a vonatkozó kerettantervekben és a kimeneti érettségi vizsgakövetelményekben egyaránt megjelennek a természettudományos gondolkodáshoz köthető kutatási készségek. Ez jól példázza azt, hogy a nemzetközi trendek (NRC, 1996; 2000; 2012; NGSS Lead States, 2013) megmutatkoznak a hazai biológiatanítást szabályozó dokumentumokban. Habár a hazai közoktatási dokumentumokban és a mindennapos oktatási gyakorlatban is jelen vannak az IBL jegyei, korábbi kérdőíves vizsgálat alapján az a tapasztalat fogalmazódott meg, hogy az IBL önálló módszerként még nem terjedt el hazánkban (Kontai & Nagy, 2011a).

2. A KUTATÁSI KÉSZSÉGEK FEJLESZTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

A természettudományok – mint a biológia – kísérletes tantárgyak, ezért tanításukban a kutatás és a kutatás általi tanulás mindig hangsúlyos volt (NAT, 1995, 2020; NRC, 1996, 2000; NSG Lead States, 2013). Továbbá a biológia gyakorlatorientált tantárgy, számos gyakorlati tevékenység, például laboratóriumi munka, természettudományos megfigyelések, vizsgálatok és kísérletek jellemzik (Nagy et al., 2021). Ezek a gyakorlatok jó lehetőséget teremtenek arra, hogy a tanulók kutatási kérdéseket és hipotéziseket fogalmazzanak meg, kísérleti beállításokat tervezzenek a hipotézis tesztelésére, kísérleteket végezzenek, adatokat gyűjtsenek és következtetéseket vonjanak le. Tehát a biológiatanításban számos lehetőségünk van arra, hogy a tanulók kutatási készségeit fejlesszük a tananyaghoz kapcsolódva.

A fejezetben a kutatási készségek fejlesztésének lehetőségei, elsősorban a kutatásalapú tanulás és az innovatív hibrid kutatásalapú tanulási megközelítések kerülnek bemutatásra. Ez utóbbiak három szempont alapján kerültek kiválasztásra. Egyrészt azok a megközelítések tartoznak ide, amelyek reagálnak az oktatás 21. századi kihívásaira és elvárásaira, tehát 21. századi készségek fejlesztését célozzák meg. A második szempont szerint azok a megközelítések preferáltak, amelyekben a technológia támogatja a tanulási/tanítási folyamatot. A harmadik szempont lényege, hogy a kutatásalapú-tanulást valamely más tanulási megközelítéssel kombinálják, azzal a céllal, hogy növeljék a tanulási/tanítási folyamat hatékonyságát (Bónus & Antal, 2021a).

Ezzel összhangban a fejezetben bemutatásra kerül, hogy mely igény hívta életre az innovatív kutatásalapú módszereket, majd a fent leírt szempontokat kielégítő tanítási/tanulási megközelítések ismertetése következik: projektalapú kutatás (*project-based inquiry learning, PjIBL*), webalapú kollaboratív kutatás (*web-based collaborative inquiry learning, WCIL*) és szimulációalapú kutatás (*simulation-based inquiry learning, SBIL*). Továbbá sor kerül néhány empirikus munka bemutatására, a felsorolt tanulási megközelítések összehasonlítására, kiemelve a köztük lévő hasonlóságokat és különbségeket. Habár ide tartozik a játékos kutatásalapú tanulás megközelítés is, ennek bemutatására a következő fejezetben, az oktatási céllal alkalmazott játékok alfejezeteként kerül sor.

2.1. A kutatásalapú tanulás (*inquiry-based learning, IBL*)

A természettudományos kutatáshoz szükséges képességek és a tudományos kutatás megértésének aspektusait a NRC (1996) és Bybee (2006) már 5–8. évfolyamos tanulókra pontokba szedte (1. táblázat), ami azt jelenti, hogy a kutatási készségek fejlesztése az 5. évfolyamon már biztosan lehetséges, sőt már jóval korábban is. Ez azt is jelenti, hogy szükségessé vált ezeknek a készségeknek a mérése már az általános iskolában is, hiszen a fejlesztőhatást csak megbízható és valid mérőeszközzel lehet kimutatni.

A NRC már 1996-ban ötleteket fogalmazott meg a pedagógusok számára a természettudomány tanításához, amelyek egyértelműen tanulóközpontú, aktív tanulási módszerekre és tevékenységekre utalnak. Ugyanis hangsúlyozzák, hogy a pedagógus tervezzen kutatásalapú programokat, irányítsa és facilitálja a tanulási folyamatot, legyen folyamatos a tanításuk és a gyerekek tanulásának értékelése, tervezzenek és kezeljenek olyan tanulási környezeteket, amelyek időt, helyet és erőforrásokat biztosítanak a természettudományok tanításához. Továbbá alakítsanak ki olyan tudományos tanulói közösségeket, amelyek tükrözik a tudományos kutatás intellektuális szigorúságát,

valamint a természettudományos tanulást elősegítő hozzáállást és a társadalmi értékeket. Végül aktívan vegyenek részt az iskolai tudományos programok folyamatos tervezésében és fejlesztésében egyaránt.

Azt is fontos megemlíteni, hogy nem azt javasolja az NRC (1996), hogy a kutatási készségeket a közoktatás egy meghatározott időpontjában tanítsák meg, hanem azt írják elő, hogy a tanulók ismételten, az alapfokú és középfokú természettudományos oktatás minden évében vegyenek részt kutatásalapú tevékenységekben, azzal a céllal, hogy gazdagítsák, bővítsék és megszilárdítsák a tanulók kutatási készségeit (Kuhn & Pease, 2008).

A tanulók által végzett tudományos tevékenység a tudósok által végzett tudományos kutatás folyamatát követi. Az osztálytermi kutatás öt fő sajátosságát emelik ki (NRC, 2000, p. 25): A tanulók (1) tudományos kérdésekkel foglalkoznak, (2) előnyben részesítik a bizonyítékokat, amelyek lehetővé teszik számukra, hogy kifejlesszenek és értékeljenek olyan magyarázatokat, amelyek a tudományosan orientált kérdésekre irányulnak, (3) a tudományosan orientált kérdések megválaszolásához magyarázatokat fogalmazznak meg a bizonyítékokból, (4) értékelik magyarázatukat az alternatív magyarázatok fényében, különösen azokat, amelyek tudományos megértést tükröznek, (5) közlik és indokolják javasolt magyarázataikat.

Történelmileg két pedagógiai megközelítés állítható szembe a természettudományok tanításában: (1) a deduktív és (2) az induktív megközelítés. A deduktív megközelítés során a tanárok feladata a tudományos fogalmak, azok logikai – deduktív – következményeinek és az alkalmazás példáinak bemutatása, míg a tanulók a tudás passzív befogadói. Ez nem kedvez a természettudományokra jellemző absztrakt fogalmak elsajátításában. Ezzel szemben az induktív megközelítés teret enged a megfigyelésnek, a kísérletezésnek és a tanárok által irányított tanulásnak, amely során a tanulók aktívan részt vesznek saját tudásuk megkonstruálásban (Rocard et al., 2007). Ennek egyik példája, a kutatásalapú természettudományos oktatás (*inquiry based science education, IBSE*), amely többnyire a természettudományok és a technológia tanításában alkalmazott induktív megközelítés (Constantinou et al., 2018).

A kutatásalapú tanulás meghatározásai gyakran összecsengenek a kutatás fogalmának meghatározásával (Cavas, 2012; Nagy et al., 2021), hiszen az IBL a kutatás folyamata köré szerveződő tanulási megközelítés. A kutatásalapú tanulás a kutatás által stimulált, kérdésekkel vagy problémákkal vezetett tanulás, amelynek során a tudás keresésén van a hangsúly (Spronken-Smith et al., 2007). A tanulók kísérleteket és kutatásokat végeznek, modelleznek, gyakran egymással együttműködve (Khan & O'Rourke, 2005). A tanulók aktívan részt vesznek a tanulási folyamatban, amely egy önszabályozott folyamat és a tanulók fokozott felelősséget vállalnak saját tanulásukért. A tanárok szerepe megváltozik, facilitátor/proaktivátor szerepben segítik a tanulási folyamatot (Nagy, 2010; Nagy & Nagy, 2016; Nagy et al., 2021).

Habár nem létezik egyetlen szigorú sorrendje a kutatásnak (Bybee, 2006; Lederman, 2006), vannak közös elemei a kutatási ciklusnak (5. ábra).



5. ábra. Kutatási ciklus (Nagy et al., 2021. p. 115)

A kutatási ciklus mellett fontos kitérni a kutatás típusára is (4. táblázat). Attól függően, hogy a pedagógus mekkora szerepet vállal a kutatás folyamatának irányításában, megkülönböztetjük (1) az igazoló kutatást (*confirmation inquiry*), (2) a strukturált kutatást (*structured inquiry*), (3) az irányított kutatást (*guided inquiry*) és (4) a nyitott kutatást (*open inquiry*). Az igazoló kutatásban a pedagógus fogalmazza meg a kutatási problémát, az eljárást és az eredményeket egyaránt. Ezért az ilyen típusú kutatás célja általában egy korábban bevezetett elv megerősítése, igazolása. A tanulóknak eközben lehetőségük van kutatási készségeik alkalmazására. A strukturált kutatás során a tanulók már önállóan fogalmazzák meg az eredményeket, ugyanakkor a kutatási problémát és az eljárást továbbra is a pedagógus definiálja (Banchi & Bell, 2008; Kontai & Nagy, 2011b; Kontai & Nagy, 2011c). Az irányított kutatásban a diákok megvizsgálják a tanár által bemutatott kérdéseket és eljárásokat, de a diákok – gyakran egymással együttműködve – döntenek el, hogy mely eljárással folytassák le a kutatást. A tanárok szerepe átalakulóban van, hiszen csökken a tanári dominancia, azonban szükség van rájuk, mivel útmutatást nyújtanak a tanulóknak, hogy megfelelő eredményhez vezető kutatást végezzenek (Anderson, 2002; Zion & Mendelovici, 2012). A nyitott kutatásban a pedagógusok a kutatás kereteit szabják meg a diákok számára, így a tanulók feladata, hogy kiválasszák a kutatási problémát, ahhoz eljárásokat tervezzenek, majd az eredményeket értelmezzék és összevegyik a vizsgált problémával. A kutatásnak legösszetettebb szintjén a tanulóknak folyamatosan döntéseket kell hozniuk és felül kell vizsgálniuk a kapott eredményeket, így ez a szint tükrözi leginkább a valódi kutatói munkát (Kontai & Nagy, 2011b; Reid & Yang, 2002).

4. táblázat. A kutatás szintjei a tanár által nyújtott információ mennyisége alapján (Banchi & Bell, 2008 alapján; Bónus & Nagy, 2020a. p. 87)

Kutatás szintje	Tanár által nyújtott információ		
	Kutatási probléma	Eljárás	Eredmény
Igazoló kutatás (<i>confirmation inquiry</i>)	+	+	+
Strukturált kutatás (<i>structured inquiry</i>)	+	+	-
Irányított kutatás (<i>guided inquiry</i>)	+	-	-
Nyitott kutatás (<i>open inquiry</i>)	-	-	-

Megjegyzés: A + jel a tanár által nyújtott információ jelenlétére, a - jel tanulói feladatra utal

A kutatásalapú tanulást szokás kutatásalapú tanításnak is nevezni. Ez azért lehet fontos, mert az IBL és kutatás fogalmak esetében a tanulói tevékenységen keresztül értelmezések az elterjedtek. Ugyanakkor a pedagógus megváltozott szerepe sem elhanyagolható. A hatékony, kutatásalapú természettudomány tanításhoz jól felkészült tanárookra van szükség, akik tisztában vannak az IBL alapvető jellemzőivel és alapelveivel, akik elősegíthetik a tanulók tanulását, és készek alkalmazkodni és fejlődni a mindennapi tanítás során (Constantinou et al., 2018). Az IBL tanórai integrációja négy dolgot kíván meg a pedagógustól: (1) a tananyag ilyen módon történő feldolgozására alkalmas feladatok kiválasztását vagy elkészítését, (2) a különböző oktatási módszerek tudatos, szakértő alkalmazását, (3) a kutatást támogató környezet, osztályléggör kialakítását és (4) az IBL hatékony alkalmazásához szükséges kompetenciák meglétét (Nagy & Nagy, 2016; Nagy et al., 2021) (6. ábra).



6. ábra. Az IBL hatékony alkalmazásához szükséges tanári kompetencia elemei (Nagy et al., 2021. p. 118)

A kutatásalapú tanulás közoktatásban történő sikeres alkalmazását és elterjedését elősegítheti a kutatásalapú tanárképzés, amelynek egyik célja a kutatásalapú

tanulási/tanítási megközelítés közvetítése (Nagy & Nagy, 2016), valamint a leendő tanárok felkészítése a saját tantárgyuk tanításával kapcsolatos pedagógiai kutatásokra (Csapó, 2015).

A kutatásalapú tanulás természettudományok területén történő hazai megismertetésére és elterjesztésére volt számos kezdeményezés. Például biológia (Kontai & Nagy, 2011a, 2011b, 2011c; Nagy, 2010; Nagy & Nagy, 2016; Dobróné Tóth & Rekákné Markóczi, 2015), fizika (Radnóti & Adorjánné Farkas, 2015; Szélpál & Kopasz, 2016) és kémia (Tóth, 2016; Szalay, 2016) tantárgyak vonatkozásában születtek publikációk. A felsorolt publikációk a kutatásalapú tanulás különböző tantárgyi lehetőségeit mutatták be. Ezt a munkát támogatta a PRIMAS (*Promoting inquiry-based learning in mathematics and science education across Europe*) és a SAILS (*Strategies for Inquiry Learning in Science*) pályázat is, amelynek keretein belül számos publikáció született a kutatásalapú tanulásról (B. Németh, 2010; Csapó et al., 2016; Csíkós, 2010; Korom, 2010; Nagy, 2010; Nagy & Nagy, 2016; Somogyi, 2016; Veres, 2016). Az IBL mellett a természettudományos problémamegoldás szakirodalmának hazai feltárása és bemutatása (Adorjánné Farkas et al., 2014; Revákné Markóczi, 2015) is támogatta a természettudományos gondolkodás és a kapcsolódó készségek, gondolkodási folyamatok megismertetését a hazai pedagógus és tudományos közösséggel.

A kutatásalapú tanulás nemcsak a természettudományokban, hanem a humán- és társadalomtudományok területén is megjelent. Például a Zsolnai József által vezetett kutatócsoport vizsgálta az általános iskolás korú gyerekek önálló kutatásra nevelését (Vámos & Gazdag, 2015). Történelem tantárgy esetében Kojanitz Lászlót érdemes megemlíteni, aki a kutatásalapú tanulást, mint kérdésorientált módszert mutatja be és felhívja a figyelmet arra, hogy az IBL-t angolszász országokban széleskörűen adaptálták a történelemtanítás megújításához is (Kojanitz, 2010).

A kutatásalapú tanulás mellett a kutatási készségek fejlesztésére több tanulási megközelítést is javasolnak, mint például a problémaalapú tanulás (*problem-based learning, PBL*) (Nagy et al., 2021), a digitálisjáték-alapú tanulás (*digital game-based learning, DGBL*) (Bónus & Nagy, 2020a; Nagy et al., 2021), valamint megjelentek olyan hibrid kutatásalapú tanulási megközelítések is, amelyek túlmutatnak egyetlen tanulási megközelítés alkalmazásán (Bónus & Antal, 2021a). Azt, hogy miért van szükség hibrid kutatásalapú tanulási megközelítésekre, a következő alfejezetben mutatjuk be.

2.2. Az IBL megújulása

A különböző tudományterületek különböző úton hozzák létre az új tudást, ezért különböző tanulási stílussal tanulhatók. A tanulóknak olyan tudományterület kelti fel az érdeklődését, amelynek megismerési módszerei, a tudás létrehozásának útja összhangban van a tanulási stílusukkal. A sikeres tanuláshoz a tanulók egyéni tanulási stílusának összhangban kell lennie a diszciplináris tudás típusával (Kolb, 1984). Ezért olyan tanulási megközelítéseket érdemes alkalmazni, amelyek támogatják a tanulókat saját tudásuk megkonstruálásában, és kellően motiválják őket a feladat iránti elköteleződésre.

Az NRC (1996, 2000) ajánlásai alapján terjedt el a kutatásalapú tanulás, amely az oktatás minden szintjén alkalmazható a természettudományos tanulás és a kutatási készségek fejlesztésére (Firman et al., 2019). Az osztálytermi gyakorlat valósága azonban az, hogy az európai országok többségében ezeket a módszereket csak viszonylag kevés tanár alkalmazza (Rocard et al., 2007).

Az NRC első ajánlása óta azonban eltelt 26 év. Ez idő alatt a társadalom tudásalapúvá vált. Egy olyan társadalomban, ahol a fő érték a tudás, a tanulóknak olyan készségeket, képességeket és kompetenciákat kell elsajátítaniuk, amelyek lehetővé teszik, hogy aktívan hozzájáruljanak a gazdasági fejlődéshez. Ezt támogatja a technológia hatalmas fejlődése is (Ananiadou & Claro, 2009). Természetesen ezek a változások magukkal hozták az IBL folyamatos fejlesztését, és napjainkban azt tapasztaljuk, hogy egyre inkább elterjednek olyan hibrid műfajok, amelyek egyéb tanulási megközelítésekkel, például játék- vagy projektalapú tanulással ötvözik a kutatásalapú tanulást (Spires et al., 2012; Srisawasdi & Panjaburee, 2018; Ulus & Oner, 2020).

Habár a nyitott kutatás tükrözi leginkább a valódi kutatók munkáját (Reid & Yang, 2002), vannak olyan mérések, amelyek szerint a tanulók az irányított kutatást jobban kedvelik a nyitott kutatásnál (Chatterjee et al., 2009). Ennek az lehet az oka, hogy ha a tanuló teljesen magára van hagyva a feladattal, akkor nem biztos, hogy el tudja kezdeni azt. Szoronghat amiatt, hogy nem tudja, mit kell tennie (Trautmann et al., 2004). Ezért fontos mindig szem előtt tartani a tanulók legközelebbi fejlődési zónáját (Vygotsky, 1978), hogy egyáltalán elérhető-e számára az a tanulási cél, amelyet egy nyitott kutatásban kijelölnek. Ha a tanulók nem ismerik a vizsgálgóds középpontjában lévő kulcsfogalmakat, azok jelentését, akkor próba-szerencse alapon keresik a megoldást. A kezdő tanulóknak ez hosszabb ideig is eltarthat, és ez idő alatt szinte semmit sem tanulnak (Clark et al., 2013). Az irányítás nélküli tanulás tévképzetek kialakulásához is hozzájárulhat, valamint ahhoz, hogy a tanulók hiányos vagy rendezetlen ismereteket szerezzenek (Kirschner et al., 2006). Ha a tanárok új ismereteket és készségeket tanítanak a tanulóknak, akkor sokkal hatékonyabbnak bizonyulnak, ha explicit útmutatást nyújtanak gyakorlatok és visszajelzések formájában, azzal összehasonlítva, amikor azt követelik a tanulóktól, hogy a tudást ők maguk fedezzék fel, saját maguk által kreált szempontok alapján. Ha a tanulók maguk döntenek arról, hogy mit és hogyan tanuljanak, akkor hajlamosak azt az utat választani, amit már ismernek, ami nem jelent számukra kihívást. Ezt a biztos sikerélmény vezérli, és szerényebb tanulási eredményeket indukál (Kirschner & Merriënboer, 2013).

A megjelenő hibrid megközelítésekre úgy is gondolhatunk, hogy a kutatás irányítását teszik hozzá a tanulási/tanítási folyamathoz, kijelölve a feladat jellegét, természetét. Például egyes hibridek játékelemekkel vezetik a tanulókat (Srisawasdi & Panjaburee, 2018), míg más megközelítésekben az együttműködésen van a hangsúly (Chu, 2009; Chu et al., 2011). Életszerűvé, megfoghatóvá teszik az egyébként meglehetősen elvont és olykor absztrakt kutatási folyamatot. Fontos megjegyezni, hogy a módszerek kombinálásával létrejövő hibrid tanulási megközelítések számos esetben valamilyen újszerű technológiát is hordoznak magukban, amelyek szintén támogatják a tanulás hatékonyságát (Srisawasdi, 2018).

2.2.1. Projektalapú kutatás (*project-based inquiry learning, PjBIL*)

Az oktatáskutatás nemzetközi trendjében és a nemzeti oktatási szabályozó dokumentumokban egyre nagyobb hangsúllyal jelenik meg a projektalapú tanulás (Project-based Learning, PjBL) és a kutatás-orientált tanulás (Chu et al., 2017; NRC, 2012; NGSS Lead States, 2013). A projektalapú kutatás újabb megközelítésnek tekinthető, mint az IBL, ugyanakkor a PjBIL is már legalább két évtizede jelen van a nemzetközi szakirodalomban (I. Krajcik et al., 1998), és megjelenése óta újra népszerűvé vált (Bopegedera & Coughenour, 2020; Chu, 2009; Chu et al., 2011). Ennek oka valószínűleg az, hogy a kutatás során a tanulók változatos technológiai eszközöket, a

multimédiát és különböző erőforrásokat (pl. internet) használnak, amelyek lehetővé teszik a felfedezést és új ismeretek szerzését (Spires et al., 2012).

A PjBIL a szituatív tanulás (*situated learning/situated cognition*) egy formája. A szituatív tanulás elmélete szerint a tanulók iskolai tanítása, felkészítése során át kell hidalni egyfajta szakadékot, amely a formális oktatásban megszerzett elméleti tudás és az ismeretek valós életben, a munkahelyen való alkalmazása között van (Resnick, 1987). Feltételezi, hogy az egyén a közösség tagjaként, a közösséggel szoros kölcsönhatásban tanul meg olyan készségeket, képességeket, kompetenciákat, amelyek nélkülözhetetlenek az életben, a munka világában. Egy olyan folyamatként is leírható, amely a szakmai közösségekben legitim perifériás részvétellel valósul meg (Lave & Wenger, 1991).

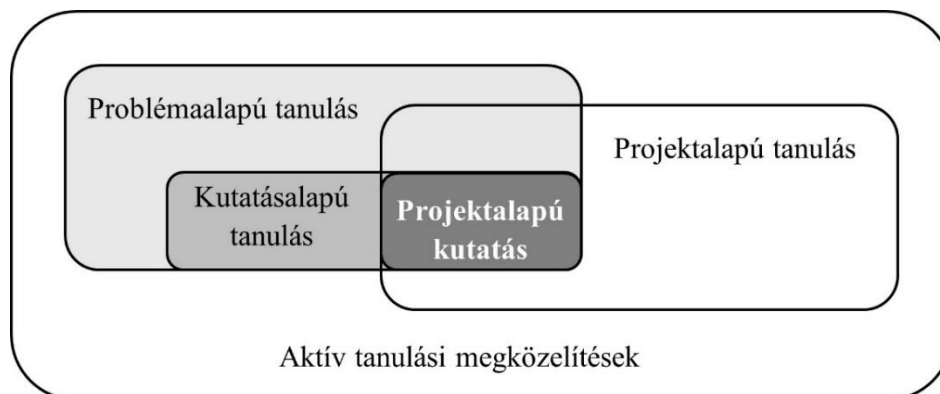
Ezt a tanulási megközelítést több névvel is illetik a nemzetközi szakirodalomban: „*Project-based Inquiry Learning*”, „*Inquiry Project-based Learning*”. Mindkét esetben arról van szó, hogy a kutatásalapú tanulást (IBL) a projektalapú tanulással (PjBL) ötvözik. A PjBIL célja, hogy a tanulók elköteleződjenek egy komoly, összetett szellemi munkában, amely motiválja őket azért, hogy kihívást jelent az új ismeretek létrehozása (Spires et al., 2012). A projektalapú feladatokon a tanulók csapatként együtt dolgoznak egy közös cél elérése érdekében, amely általában egy végső produktum elkészítése. Ez lehet egy beszámoló, egy prezentáció vagy egy elemzés (Chu et al., 2011; Krajcik et al., 1998; Spires et al., 2012). A kollaboratív problémamegoldás, amely a projektalapú tanulás jellemzője, nem önálló készségként, hanem a feladatok részeként jelenik meg a formális oktatásban (OECD, 2017). A PjBL az IBL-lel összhangban azon a konstruktivista alapon nyugszik, hogy a tanuló mélyebb megértésre tesz szert azért, hogy aktívan részt vesz saját tudásának megkonstruálásában, és a tanár facilitátorként segíti a tanulást. A diákoknak tudományosan érvényes kérdéseket kell feltenniük, melyekre nekik kell válaszokat találniuk a megfelelő információk gyűjtésével (Spires et al., 2012). Ez önmagában igaz bármely konstruktivista, aktív tanulási megközelítésre, ezért érdemes figyelembe venni a következő PjBL-re jellemző tulajdonságokat (Krajcik & Blumenfeld, 2006): (1) kérdés által vezérelt, amely kérdés egy probléma megoldására irányul, (2) a tanulók tárják fel ezt a kérdést azért, hogy egy autentikus szituatív kutatásban (*authentic situated inquiry*) vesznek részt, (3) kollaboráció, (4) technológiai eszközök használata a tanulás támogatására.

A PjBIL közös tulajdonsága a problémaalapú tanulással (Problem-based Learning, PBL), hogy középpontjában egy releváns, valós probléma megoldása áll. Egyes kutatók úgy is fogalmazzák, hogy a PjBIL a problémaalapú tanulásból gyökerezik (Boss & Krauss, 2007). Ez érthető, ha figyelembe vesszük, hogy a PBL-ből számos tanulási megközelítés nőtte ki magát, mint például maga a Project-based Learning. A PjBL és a PBL közös jellemzője, hogy tanulóközpontúak, autentikus rosszul strukturált feladatokat tartalmaznak, és olyan kollaboratív tanulás megy végbe, amelyet a tanár vagy a tutor segít. Ugyanakkor a PjBL tanulóközpontúsága hangsúlyosabb a PBL-hez képest, mivel jobban támaszkodik a tanulói hozzájárulásra a projektek során (Loyens et al., 2012). Továbbá a PjBL esetében a pedagógus inkább instruktorként és „coach” szerepben jelenik meg, míg a PBL-ben a pedagógus leginkább tutorként írható le (Savery, 2006).

Fontos tisztázni, hogy a PBL és az IBL hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, de alapvető különbségek vannak köztük. Az IBL és PBL közötti különbséget három aspektusból érdemes vizsgálni: (1) a központi kérdés, amely köré a tanulás szerveződik, (2) az idő és (3) a munkaforma (Spronken-Smith et al., 2007). A PBL során a tanulók olyan kérdéseket vizsgálnak, amelyekre a válaszok már léteznek, így nincs olyan típusú felfedezés a tanulásban, mint az IBL esetében. Ez utóbbinál ugyanis a lehetséges

válaszok meghatározásához gyakran vizsgálatokat szükséges végezniük a tanulóknak, tehát nem feltétlenül vannak előre definiált válaszok (Khan & O'Rourke, 2005). Így teljesen más megismerési utakat alakít ki a két megközelítés. Ez az oka annak, hogy a PBL-lel összehasonlítva az IBL időigényesebb. Nagy hangsúly van az együttműködés mikéntjén is, hiszen az IBL esetében a kollaboratív csoportban való tanulói együttműködés/munka opcionális, azonban a PBL-nek ez kifejezetten jellemzője (Khan & O'Rourke, 2005; Spronken-Smith et al., 2007). Továbbá az IBL esetében a pedagógus megjelenik egyfajta szakértői szerepben is, amely szintén nem jellemzi a PBL-t. Az IBL-ben a pedagógus tutorként facilitálja a tanulási folyamatot és információt szolgáltat. A PBL-ben a tutor csak facilitál, nem ad információt a vizsgálandó problémáról (Savery, 2006).

Tehát a PjBIL olyan aktív tanulási megközelítés, amelynek középpontjában valamilyen releváns, a tanulók érdeklődésére számot tartó, életszerű/valós probléma áll. Ezt támogatja az, hogy a kutatási kérdést a tanulók fogalmazzák meg, majd egymással együttműködve, csoportokban dolgozva olyan produktumokat hoznak létre, amelyek a kutatási kérdésre választ adnak vagy azzal kapcsolatosak. A PjBIL-ben a hangsúly a kutatás mellett az együttműködésen van. Ez azért fontos, mert az együttműködés, csakúgy, mint a kutatáshoz szorosan kapcsolódó kutatási készségek, 21. századi készségnek tekinthető (Binkley et al., 2012). A kollaboratív iskolai kultúra pedig egyértelműen javítja a tanulók megértését a STEM-mel (*science, technology, engineering, mathematics*) kapcsolatban (Hesse et al., 2015; Lomos et al., 2011; OECD, 2017). A PBL, az IBL és az PjBIL kapcsolata a 7. ábrán látható.



7. ábra. A problémaalapú, a projektalapú, a kutatásalapú és a projekt- és kutatásalapú tanulási megközelítések közötti kapcsolat (Boss & Krauss, 2007; Krajcik & Blumenfeld, 2006; Spronken-Smith et al., 2007 alapján)

A továbbiakban bemutatunk néhány, a PjBIL-lel kapcsolatos empirikus mérést és annak tanulságait. Krajcik és munkatársai (1998) 7. évfolyamos tanulók kutatási készségeit vizsgálták. A fejlesztés során a tanulók csoportokban dolgoztak, és különböző kutatással kapcsolatos projekteket kaptak. Egy-egy projekt után a csoportok összetételét megváltoztatták, így mindig újabb összetételű csoportok alakultak a projektek teljesítésére. A kutatók azt tapasztalták, hogy a tanulók figyelmesen tervezték meg a kísérleteket, eljárásokat, gondoltak a kontrollra és a mintára, valamint arra, hogy hogyan szervezzék meg az adatgyűjtést. Ugyanakkor nehézséget jelentett a tanulóknak a tudományosan érvényes kutatási kérdés megfogalmazása, a szisztematikus adatgyűjtés és elemzés, valamint a következtetések levonása.

Egy másik kísérletben szintén általános iskolás tanulókat vizsgáltak. A tanulók két PjBIL foglalkozáson vettek részt, melynek pozitív hatása volt a tanulók információs

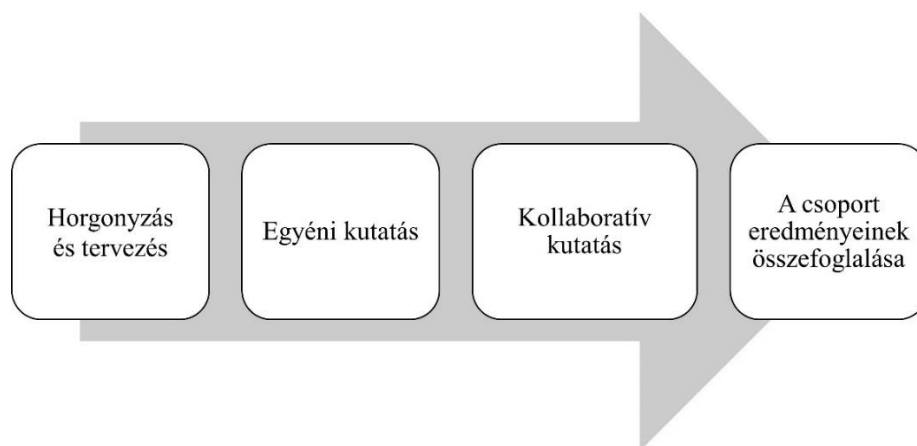
műveltségére (*information literacy*) és információs technológia készségeire (*informational technology skills*) (Chu et al., 2011). Spires és munkatársai (2012) egy olyan kísérletről számoltak be, amelyben középiskolás tanulók videókat készítettek azzal a céllal, hogy új diszciplináris ismereteket szerezzenek. Kutatásukban hangsúlyozzák, hogy a PjBIL-ből származó tartalmakat tovább lehet fejleszteni multimédiás internetes erőforrásokkal. Az internethozzáférés során a tanulók meg tudják osztani eredményeiket egy szélesebb és távolabbi közönséggel, miközben visszajelzéseket és potenciális inspirációt gyűjtenek mások munkájából. A kutatók ajánlásokat is megfogalmaznak a gyakorlati megvalósítással kapcsolatban.

2.2.2. Webalapú kollaboratív kutatás (*web-based collaborative inquiry learning, WCIL*)

A webalapú kollaboratív kutatás kifejezést Chang és munkatársai (2003) vezették be a nemzetközi szakirodalomba. A tanulók olyan kutatásközpontú tevékenységére utal, amelyben az internetet információforrásként használják, és a tanulók a kutatás egyes fázisaiban együttműködnek egymással. A kifejezés előfordul „*computer-supported collaborative inquiry learning*” néven is (Kollar et al., 2007; Mäkitalo-Siegl et al., 2010).

A megközelítés célja, hogy növelje a tanulók motivációját, felkeltse érdeklődésüket a természettudományok iránt, valamint, hogy a tanulók ismereteket szerezzenek a tudomány működéséről, mint például, hogy hogyan kell a tudományos kutatás lépéseit végrehajtani (Bell et al., 2010.). Ezért a megközelítés létjogosultságát a kutatásközpontú gyakorlatok iránti növekvő igény (NRC, 2012; NGSS Lead States, 2013) és a számítógéppel támogatott kollaboratív tanulás térnyerése is indokolja (Bell et al., 2010).

Chang és munkatársai (2003) a WCIL-nek 4 fázisát javasolták. Ezek a következők: (1) horgonyzás és tervezés (*anchoring and planning*), (2) egyéni kutatás (*individual inquiry*), (3) kollaboratív kutatás (*collaborative inquiry*) és (4) a csoport eredményeinek összefoglalása (*concluding group's results*) (8. ábra).



8. ábra. A webalapú kollaboratív kutatás fázisai (Chang et al., 2003 alapján)

Az egyes fázisokon belül további tanulási tevékenységek és tanulási célok jelennek meg, amelyek valamely kutatási vagy kollaboratív készségek gyakorlására irányulnak. A tanulók az első két fázist önállóan végzik el, amelynek során megtörténik a vizsgálendő probléma azonosítása, a hipotézis megfogalmazása, valamint releváns információk gyűjtése az interneten, amelyek alátámasztják a hipotézist vagy az információk alapján a hipotézis újrafogalmazását. A harmadik, azaz a kollaboratív fázist

az online információmegosztás, a hipotézisek bemutatása, megvitatása és a társak közötti interakció, együttműködés jellemzi. Ekkor történik meg a WCIL legfontosabb eleme, az együttműködő érvelés, amely során lehetősége van a tanulóknak arra, hogy a megvitassák, hogy a szerzett információk, bizonyítékok közül melyek azok, amelyek alátámasztják a hipotézist. Ugyanakkor a vita során területspecifikus ismeretekkel is gazdagodnak (Kollar et al., 2007). Az utolsó fázisban a csoporttermék elkészítése, véglegesítése valósul meg (Chang et al., 2003).

Ez a megközelítés arra a felvetésre is reagál, hogy a 21. században már nem a tanár a tudás egyetlen forrása, és a tanuló képes arra, hogy számítógépes rendszereket, programokat kezeljen és adatokat gyűjtsön. Ezért a WCIL fontos eszköze a technológia, hiszen ezáltal válik lehetővé, hogy a tanulók helyett programok végezzék el az egyszerű feladatokat (pl. adatok megjelenítése, rendszerezése és kiszámítása) (Bell et al., 2010). Az IBL-hez hasonlóan a pedagógus tevékenysége ezért itt is megváltozik és öt alapelvben foglalható össze: (1) megtervezni az órát, (2) lehetővé tenni az együttműködést, (3) ösztönözni a tanulókat, (4) biztosítani a tanulást és (5) értékelni az eredményeket (Urhahne et al., 2010).

Az IBL során forrásként alkalmazott internet támogatja a magasabb rendű gondolkodási képességek (pl. kritikai gondolkodás, problémamegoldás) fejlesztését (Linn et al., 2003). Ugyanakkor egyes kutatók felhívják a figyelmet arra, hogy a tanulóknak nehézséget jelent az önszabályozott tanulás és az internet ilyen típusú, célirányos használata, mivel lehetőséget teremt arra, hogy a tanuló mással foglalkozzon. Ezért rendkívül fontos a megfelelő „állványozás”, amely segíti a tanulót a tanulási folyamatban. Raes és munkatársai (2012) kétféle állványozás, a technológiával erősített állványozás (*technology-enhanced scaffolding*) és a tanár által erősített állványozás (*teacher-enhanced scaffolding*) hatását hasonlították össze, az ismeretszerzésre és az információs problémamegoldás támogatására. A technológiával erősített állványozás lényege, hogy a tanulási folyamat egy része képernyőn szerepel, és a tanulók bizonyos procedurális tudással rendelkeznek arra vonatkozóan, hogy hogyan hajtsák végre a feladatot, amit a képernyőn látnak, de ez nem fog spontán módon megtörténni. Ezért a feladatban el kell helyezni kérdéseket, utasításokat, amelyek ösztönzik a tanulót a kognitív folyamatok aktiválására. A tanár által erősített állványozás során a tanár adja az utasításokat, amelyeket a tanulók aktuálisan felmerülő igényei határoznak meg, míg a technológiával erősített állványozás statikus (Bannert, 2009; Raes, Schellens et al., 2012). Mindkét állványozás hatékonynak bizonyult az ismeretszerzésben és az információs problémamegoldással kapcsolatos metakognitív tudatosságban (Raes et al., 2012).

Szintén egyfajta állványozást biztosít a webalapú természettudományos kutatási környezet (*web-based inquiry science environment, WISE*), amely olyan sajátosságokkal rendelkezik, amelyek támogatják a tanulást és hangsúlyozzák a tudás integrációjának folyamatát. A tudásintegráció (*knowledge integration, KI*) az ötleteket építőelemekként kezeli, és azokat a folyamatokat mozgósítja, amelyekkel az építőelemek előállíthatók. Célja, hogy az oktatásban elősegítse a kutatás és a tudomány koherens megértését azáltal, hogy hangsúlyozza az ötletek összekapcsolásának, az ötletek közötti különbségtételnek és az irányadó ötleteken alapuló érvek megalkotásának képességét. A WISE képes arra, hogy középiskolás tanulók tudásintegrációját növelje (Ulus & Oner, 2020). Úgy vonja be a tanulókat a kutatási tevékenységekbe, hogy a tanulók számára releváns kérdések vizsgálatát célozza meg. Több funkcióval is rendelkezik, mint például az ötletkosár (*Idea Basket*), vagy a magyarázatépítő (*Explanation Builder*), amelyek támogatják a tanulókat abban, hogy

különböző ötleteket hozzanak létre, ezeket nyomon kövessék, és az ötletek alapján magyarázatokat javasoljanak (Clark & Linn, 2013).

2.2.3. Szimulációalapú kutatás (*simulation-based inquiry learning, SBIL*)

A szimulációalapú kutatás egy olyan tanítási/tanulási megközelítés, amely számítógépes szimulációk használatával vonja be a tanulókat a tudományos vizsgálat folyamatába (Lazonder et al., 2010; Mulder et al., 2015). Tehát a kifejezés a szimulációk beemelését jelenti a kutatásalapú tanulásba, egyfajta irányított kutatásalapú tanulás. A szimulációalapú tanulás (*Simulation-based Learning, SBL*) formális kutatása az 1960-as években kezdődött meg, és az 1980-as évektől kezdve az új technológiák megjelenése során továbbfejlődött a megközelítés. Megjelentek a számítógépalapú szimulációk és játékok, amelyek a 2000-es évekre online webalapú szimulációkká fejlődtek. Jelenleg leginkább kutatott területei a multimédiás és a játékalapú tanulás használata az SBL-ben, valamint a fenntarthatóság tanítása az SBL-lel (Hallinger & Wang, 2019).

A számítógépes szimulációk számítógépes programok. A programok alapja egy modell, amely általában egy valós természeti jelenség leegyszerűsítése. A szimulációk alkalmazását az indokolja, hogy előfordulhat, hogy nehéz, vagy lehetetlen teljesen modellezni a valós világot. Olykor a célunk eléréséhez a szimuláció is elég, és arra is gondolni kell, hogy a nagyobb realizmus mindig több költséget jelent (de Jong, 2011). Tehát a szimulációk a valós világnak és folyamatainak számítógéppel generált, dinamikus modelljei (Smetana & Bell, 2012). Az ilyen tanulási környezet legfontosabb előnyei, hogy a szimuláció kíváncsiságot kelt a tanulóknál a nyitott kutatás révén; alapvető elméleti háttérrel biztosít tesztelhető hipotézisek kialakításához; lehetőséget nyújt arra, hogy a tanuló kísérleti beállításokat hozzon létre és megfigyelje azokat; valamint segít a tanulóknak abban, hogy bizonyítékon alapuló következtetéseket vonjanak le (Srisawasdi, 2018). Előnye továbbá, hogy a tanuló természettudományos gondolkodása és tartalmi tudása is fejleszthető azáltal, hogy interakcióba lép a szimulációval (Lazonder et al., 2010). Továbbá az irányított kutatásalapú tanulás (*guided inquiry learning*) támogathatja a természettudományos teljesítmény különböző szintjein lévő tanulókat abban, hogy nagy mértékben vegyenek részt a tudományos kutatásban (Wen et al., 2020).

A tanuló – szimuláció interakcióból számos hasznos információ nyerhető. Egyrészt vizsgálható direkt módon, hogy a tanuló képes-e elvégezni egy-egy beállítást a szimulációban, tud-e beállítást tervezni egy hipotézis tesztelésére, vagy le tudja-e vonni a megfelelő következtetéseket a szimuláció segítségével. Másrészt érdemes a tanulói tevékenységet naplózni. A naplózás során a program eltárolja az eseményeket, amelyek a tanulók cselekvéseit jelentik. Ez lehetőséget ad a későbbi logfile analízisre, amely egy új trend az oktatáskutatásban. A naplózott események alapján megvizsgálható, hogy egy elméleti sémára illik-e a tanulók által generált eseménysorozat, elemezhető a feladattal töltött idő és általánosságban a tanulók viselkedése a programban (Alrababah & Molnár, 2021).

Több tanulmány is foglalkozik azzal, hogy az SBIL esetében, csakúgy, mint a webalapú kollaboratív kutatásban, rendkívül hangsúlyos az állványozás és a megfelelő háttérismeretek megléte (Gijlers & de Jong, 2013; Huang et al., 2016; Kukkonen et al., 2013). Kukkonen és munkatársai (2013) azt vizsgálták 5. évfolyamos tanulókkal, hogy hogyan változtak a szimulációban használt fogalmak a tanulók reprezentációjában. A kísérlet során azt tapasztalták a kutatók, hogy az SBIL hatására gazdagodott a tanulók üvegházhatással kapcsolatos fogalomtára azokhoz a tanulókéhoz képest, akik nem vettek részt a foglalkozásokon.

Smetana és Bell (2012) szerint a számítógépes szimulációk akkor a leghatékonyabbak az oktatásban, ha (1) kiegészítőként használják őket; (2) magas színvonalú támogató struktúrákat tartalmaznak; (3) gondolkodásra ösztönzik a tanulókat; (4) kognitív disszonanciát idéznek elő. Ha ezeket a szempontokat betartjuk, akkor a szimulációk segítségével fejleszthető a tanulók természettudományos tartalmi tudása és a kutatási készségeik, valamint a fogalmi váltás is megkönnyíthető. Srisawasdi és Panjaburee (2015) tanulmányukban számos szerző munkáját összefoglalva bemutatják, hogy az SBIL előidézi a tanulók alternatív elképzeléseinek megváltozását, fejleszti az intuitív területspecifikus tudás megszerzését; ugyanakkor megvilágítják, hogy a formálissá tett elméleti fókuszú tudásnál minőségibb tudást eredményez, segíti a fogalmak koherens megértését, valamint elősegíti a tudomány pozitív megítélését. A felsoroltak mind fontos feladatai a természettudományos tantárgyak tanításának (NGSS Lead States, 2013).

2.2.4. A projektalapú, a webalapú kollaboratív és a szimulációalapú kutatás összehasonlítása

A 2.2-es fejezetben bemutatott innovatív kutatásalapú tanulási megközelítések összehasonlítását az 5. táblázat tartalmazza. Az összehasonlításhoz az alábbi szempontok szolgáltak: (1) fő hangsúly, (2) a tanulók szerepe, (3) a tanárok szerepe, (4) további fókusz az IBL-hez képest, (5) tanulási eredmények, (6) oktatási szint (Bónus & Antal, 2021a).

Összefoglalva a bemutatott innovatív kutatásalapú tanulási megközelítéseket, azt állíthatjuk, hogy mindegyik esetben a tanulás természettudományos kutatáson keresztül valósul meg. Tehát a hangsúly azon van, hogy a tanuló azáltal, hogy részt vesz egy kutatásban, számos készséget, képességet megtanulhat (Kuang et al., 2020) valamint tantárgyi ismeretekkel is gazdagodhat (Srisawasdi & Panjaburee, 2018). Továbbá olyan aktív tanulási módszerek köré szerveződnek, amelyek konstruktivista alapokon nyugszanak, ezért hangsúlyos bennük, hogy a tanulók aktívan részt vegyenek tudásuk megkonstruálásában. Ennek következtében a tanárok szerepe is megváltozik, facilitátorként segítik a folyamatot. Emellett gazdag technológiai eszköztárat alkalmaznak, így jól reagálnak a 21. századi kihívásokra és elvárásokra. A megközelítésekkel kapcsolatos kutatásokban közös, hogy az elmúlt 2-3 évtized munkái tartoznak ide leginkább, illetve kevés az empirikus adat.

A bemutatott innovatív kutatásalapú tanulási megközelítések abban különböznek egymástól, hogy a kutatáson keresztüli tanulást milyen fázisokban, milyen munkaformákban, milyen technológiákkal valósítják meg, illetve, hogy a kutatás mellett mire helyeződik a további fókusz. Az egyes megközelítések esetében nagyon változatosak a tanulási célok és a tanulási kimenetek, valamint eltérő mértékben jelenik meg bennük a kutatási készségek fejlesztése, amely egyébként az eredeti elgondolás – a kutatásalapú tanulás – egyik fontos célja. A projekt- és szimulációalapú kutatás alkalmazása az általános és középiskolákban (Chu et al., 2011, Kuang et al., 2020; Lester et al., 2014; Spires et al., 2012; Srisawasdi & Panjaburee, 2018; Wen et al., 2020), valamint a felsőoktatásban (Bopegedera & Coughenour, 2020; Bell & Trundle, 2008; Kennedy-Clarke et al., 2011) jellemző, a webalapú kollaboratív kutatás a középiskolákban (Raes et al., 2012) és a felsőoktatásban (Xu & Xu, 2011) fordul elő.

5. táblázat. A projektalapú, a webalapú kollaboratív és a szimulációalapú tanulás összehasonlítása

<i>Összehasonlítási szempont</i>	<i>Projektalapú kutatás</i>	<i>Webalapú kollaboratív kutatás</i>	<i>Szimulációalapú kutatás</i>
Fő hangsúly	Kutatáson keresztüli tanulás		
Tanulók szerepe	Aktívan részt vesznek saját tudásuk megkonstruálásában		
Tanárok szerepe	Facilitátor		
További fókusz az IBL-hez képest	Kollaboratív csapatmunka	Webalapú kollaboratív csapatmunka	Valós jelenségek
Tanulási eredmények	Információs műveltség (<i>information literacy</i>) és információs készségek (<i>information skills</i>) (Chu et al., 2011) Tartalmi tudás (Bopegedera & Coughenour, 2020; Spires et al., 2012)	Digitális műveltség (<i>digital literacy</i>) (Raes et al., 2012) Információs műveltség (Xu & Xu, 2011)	Természettudományos műveltség (<i>scientific literacy</i>) (Wen et al., 2020) Hipotézisgenerálás, adatgyűjtés, tartalmi tudás (Kuang et al., 2020) Természettudományos megértés (Bell & Trundle, 2008) Természettudományos episztemikus vélekedések (Huang et al., 2016)
Oktatási szint	Általános iskola (Chu et al., 2011) Középiskola (Spires et al., 2012) Felsőoktatás (Bopegedera & Coughenour, 2020)	Középiskola (Raes et al., 2012) Felsőoktatás (Xu & Xu, 2011)	Általános iskola (Huang et al., 2016; Wen et al., 2020) Középiskola (Kuang et al., 2020) Felsőoktatás (Bell & Trundle, 2008)

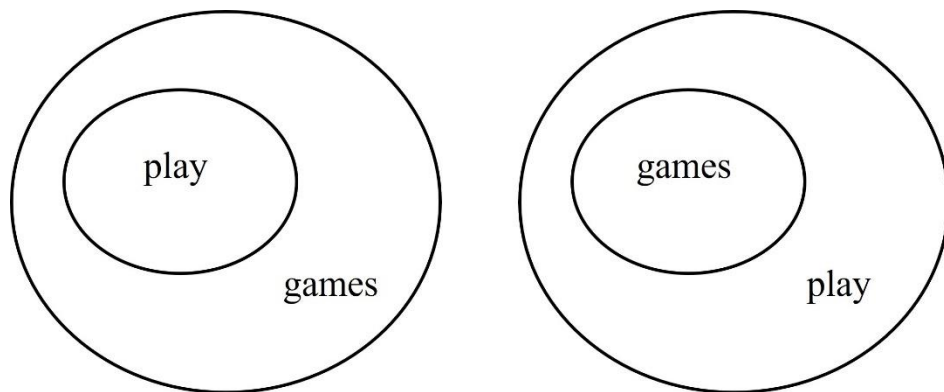
3. AZ OKTATÁSI CÉLLAL ALKALMAZOTT JÁTÉKOK

A fejezetben az oktatási céllal alkalmazott játékok bemutatása és csoportosítása történik, miközben áttekintjük a területhez tartozó főbb fogalmak, mint az edutainment, a komoly játékok (*serious games*), a gamifikáció (*gamification*), játékalapú tanulás (*game-based learning*, *GBL*) és a digitálisjáték-alapú tanulás. Ezt követően egy hibrid műfaj, a játékos kutatásalapú tanulás ismertetése következik, majd az oktatási céllal alkalmazott digitális játékok tervezésének szakirodalmi háttére kerül bemutatásra.

3.1. Az oktatási játékokkal kapcsolatos fogalmak

Az oktatási céllal alkalmazott játékokkal kapcsolatban számos fogalom megjelent a nemzetközi és a hazai szakirodalomban: az edutainment, a komoly játékok, a gamifikáció, a játékalapú tanulás és a digitálisjáték-alapú tanulás. Azonban a fogalmak rendszerezése nem könnyű feladat. Nehézséget jelent, hogy (1) miként értelmezzük a játékot, (2) a fogalmak nagy része átfed, (3) a technológia rohamos fejlődésével a játékokkal kapcsolatos fogalmak szűkítése és digitális tartalomra vonatkoztatása történik, továbbá (4) vannak olyan fogalmak, amelyekre több angol és magyar kifejezés is ismert (Bónus & Nagy, 2020b, 2020c).

Az első nehézség feloldására érdemes megvizsgálni a játék kifejezést. Az egyik fontos szempont a játékok angol nyelvű terminológiájából fakad. Angolul megkülönböztetjük a „play” és a „game” fogalmakat, amelyek magyar fordítása egyaránt a játék szó. A „play” és a „game” kifejezések közötti kapcsolat értelmezésére kétféle meghatározás ismert (9. ábra): (1) a „play” részhalmaza a „game” vagy (2) a „game” részhalmaza a „play”. Az első esetben a „play” sokféle játékos tevékenységre utal, amely tevékenységek egy részét jelenti a „game” kifejezés. A második értelmezés szerint a „games” részhalmaza a „play”, ahol a „games” mint játékok összetett jelenségek, amelyeknek három aspektusát a szabályok, a „play” és a kultúra jelentik (Salen & Zimmerman, 2003).



9. ábra. A „play” és „games” fogalmak kapcsolatának lehetséges értelmezései (Salen & Zimmerman, 2003. p. 2–3)

Caillois (1961) szerint a „play” szabad játékot, a „game” kötött játékot jelent. A játékot eszközként és tevékenységként is kezeli. Ezzel összhangban definíciójában a játék nemcsak a konkrét tevékenységet, hanem az összes tevékenységhez kapcsolódó eszközt, elemet is jelenti. Azokat az alkotóelemeket, amelyek egy eszközt játékosá tesznek, „ludogenic” komponenseknek nevezi a szakirodalom. Ilyen például a tábla, a kártyák, a dobókocka stb. (Chauvier, 2007, idézi Alvarez et al., 2019). Egy további fontos gondolatot vet fel, ha a játékokra eszközként tekintve példának vesszünk egy babát. A baba egy kisgyermeknek játék, ugyanakkor egy szimulációs eszköz is lehet a nővérképzésben. Ebből két fontos megállapítás is következik. Egyrészt, hogy a játékok és a szimulációk között vékony határvonal húzható meg. Másrészt, hogy nem az eszköz határozza meg a játékot, hanem a játékosból kiváltott viselkedés (Alvarez et al., 2019).

A játékokat rendszerként tekintve úgy definiálhatjuk, hogy minden játék egy rendszer, amellyel a játékosok interakcióba lépnek. Továbbá a játékok jellemzője a mesterségesen kialakított konfliktus, a szabályok, amelyek korlátozzák a játékos

viselkedését és meghatározzák a játékot, valamint a számszerűsíthető eredmény vagy cél (Salen & Zimmerman, 2003). Az oktatási céllal alkalmazott játékok több játékelemből tevődnek össze, ugyanakkor önmagában semelyik játékra jellemző elem nem jelent játékot. A legtöbb játék az elemek összerendezésével válik játékká (Juul, 2003). Ez egy fontos meghatározás, mivel az, hogy mely elemek jelennek meg a játékban, befolyásolják azt, hogy játékról, milyen játékról, esetleg játékosításról beszélünk-e.

A fogalmak rendszerezését megnehezítő második és harmadik probléma összefüggésben állnak egymással. Segítséget jelent Egenfeldt-Nielsen (2007) munkája, amelyben az oktatási céllal alkalmazott játékok három generációját különbözteti meg. Ennek alapja a játékban tükröződő pedagógiai irányzat. Az I. generációs oktatási játékokat meghatározó pedagógiai irányzat a behaviorizmus. Ebben az esetben a tanulás alapja a megerősítés és kondicionálás, miközben a tanuló gyakorlás során megtanulja a helyes választ egy ingerre. Ezek az oktatási játékok megfelelnek az edutainment kifejezésnek, amely feltételezi, hogy a tanulás akkor következik be, amikor a tanuló visszajelzés nélkül begyakorol egy készséget. A II. generációs oktatási játékok az I. generációs oktatási játékok kritikájaként is értelmezhetők. Hiszen szemben a viselkedésközpontú I. generációs játékokkal, a II. generációs játékoknál a figyelem középpontjában a viselkedés mögött meghúzódó kognitív struktúra, az intrinzik motiváció és a tanuló áll. A II. generációs oktatási játékok figyelembe veszik, hogy a tanulók nem egyforma kognitív sémákkal rendelkeznek, így rendkívül hangsúlyos bennük az állványozás, a tanulók saját tudásának megkonstruálása, a metakészségek fejlesztése, a problémamegoldás, elemzés, észlelés és térbeli képesség. A II. és III. generációs oktatási játékokban közös a konstruktivista pedagógiai irányzat hatása. A III. generációs oktatási játékokat erősen befolyásolják a szociokulturális és konstruktivista szempontok, amelyek hangsúlyozzák a társadalmi interakciók és a kulturális elemek figyelembevételét a játéktervezés és a játék során. Nem kizárólag az adott számítógépes játékokra összpontosítanak, hanem a számítógépes játékok oktatási felhasználásának szélesebb körű folyamatára irányulnak, a tanulók számítógépes játékok iránti elkötelezettségére helyezik a hangsúlyt. Az oktatási céllal alkalmazott játékok három generációját a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat. Az oktatási céllal alkalmazott játékok generációi (Egenfeldt-Nielsen, 2007 alapján)

<i>Paraméterek</i>	<i>I. generációs oktatási játékok</i>	<i>II. generációs oktatási játékok</i>	<i>III. generációs oktatási játékok</i>
Jellemzői	Edutainment (direkt tanulás)	Oktatási számítógépes játékok („állványozás”, észlelés, facilitálás)	Oktatási számítógépes játékok használata (szociális, interakciók, hozzáillesztés, kultúra)
Pedagógiai irányzat	Behaviorizmus	Kognitív pedagógia Konstruktivizmus	Szociokulturális tanulás Szituatív tanulás Konstruktivizmus
Fő fókusz	Viselkedés	Tanuló	Környezet/Keret

Az oktatási célú játékok kategorizálásához és alaposabb megismeréséhez azonban nem elegendő Egenfeldt-Nielsen (2007) három generációját figyelembe venni. Érdeemes megvizsgálni a fogalmak között felállítható időbeli sorrendet. Legkorábban az edutainment jelent meg az 1980-as években. Hibrid műfaj, az „education” és az

„entertainment” szavak összevonásából alkották meg, szórakoztatva tanítást jelent (Pásztor, 2013). Egy meglehetősen tág fogalom, az oktatási és szórakoztatási célú elemek kombinációját jelenti. Nagymértékben támaszkodik a vizuális anyagokra, a narratív vagy a játékszerű formátumokra. Célja, hogy fenntartsa a tanulók figyelmét azáltal, hogy érzelmeiket egy izgalmas animációval gazdagított számítógépes interfészen keresztül érinti (Buckingham, 2007; Michael & Chen, 2005). Az edutainmentre leginkább a behaviorizmus hatása jellemző, ide tartoznak az ún. „drill-and-practice” és a „brain training” játékok (Egenfeldt-Nielsen, 2007). Egyik kifejezésnek sem ismert magyar nyelvű fordítása. Ha mégis értelmezni szeretnénk ezeket a játékokat, akkor azt mondhatjuk, hogy a „drill-and-practice”, azaz „gyakorol és alkalmaz” típusú játékok a meglévő tudást gyakoroltatják, és azonnali visszajelzést adnak. A „drill-and-practice” tanulás a „mit” és a „mikor” kérdésekre fókuszál, és csak mellékes a „miért” és a „hogyan” típusú kérdések megválaszolása a tanulásban. Ezért ez a fajta tanulás nem segíti elő a kreatív gondolkodást, és nem segíti a problémamegoldó készségek fejlődését. A „drill-and-practice” játékokat azért fejlesztették ki, hogy ösztönözzék a tanulókat az ismétlődő tanulási gyakorlatokban való részvételre (Deen et al., 2015).

A „brain training” játékok általában a memória, a figyelem és a térbeli megismerés teljesítményének javítására irányulnak. Azonban nincs meggyőző bizonyíték arra vonatkozóan, hogy az ilyen típusú játékok sikeresek. Ennek az lehet az oka, hogy ezek a játékok különböző játékok gyűjteményét foglalják magukban, amelyek különböző kognitív készségekre irányulnak, nem pedig egyetlen, összpontosított készség ismételt gyakorlását segítik elő (Mayer, 2018).

Fontos kitérni a komoly játékok megjelenésére is, amelyet először úgy határoztak meg, mint olyan játékok, amelyeknek alaposan átgondolt, oktatási céljuk van. Elsődleges céljuk tehát nem a szórakoztatás. Ez mégsem jelenti azt, hogy ezek a játékok ne lennének szórakoztatóak (Abt, 1970). Ezt követően a komoly játékokat szellemi versenyként definiálták, amelyeket meghatározott szabályok szerint számítógéppel játsszanak, továbbá oktatási, egészségügyi, stratégiai kommunikációs célokat rendeltek hozzájuk (Zyda, 2005). A legnépszerűbb komoly játékok a videojátékok (Alvarez et al., 2019), ugyanakkor társasjátékok, szerepjátékok és szabadtéri játékok is lehetnek (Abt, 1970). A terminológia érdekessége, hogy néhány kutató szerint a komoly játék kifejezés egy oximoron, hiszen látszólag egymást kizáró, egymásnak ellentmondó fogalmakat foglal szoros gondolati egységbe (Breuer & Bente, 2010).

A komoly játékoknak hat alapvető tulajdonsága van: (1) alapul szolgáló szabályrendszer és játékcél, amelyhez a játékos érzelmileg kötődik; (2) jó tanulási lehetőségek; (3) egyensúly a megfizethetőség és a hatékonyság között; (4) modellezés, hogy a tapasztalatokból való tanulást általánosabbá és elvonttá tegye; (5) ösztönözni a játékosokat arra, hogy a saját játékokon keresztül egyedi megoldási utakat alakítsanak ki; (6) egyszerű és felhasználóbarát felület (Shute & Ke, 2012). Az egyik legjelentősebb osztályozás szerint (Djaouti et al., 2011) a komoly játékok hat csoportra oszthatók céljaik alapján: (1) oktatási játékok (*edugames*), (2) promóciós játékok (*adver games*), (3) hírijátékok (*newsgames*), (4) társadalmi célú játékok (*activism games*), (5) képzési és szimulációs játékok (*training-simulation games*), (6) oktatási marketing játékok (*edumarket games*).

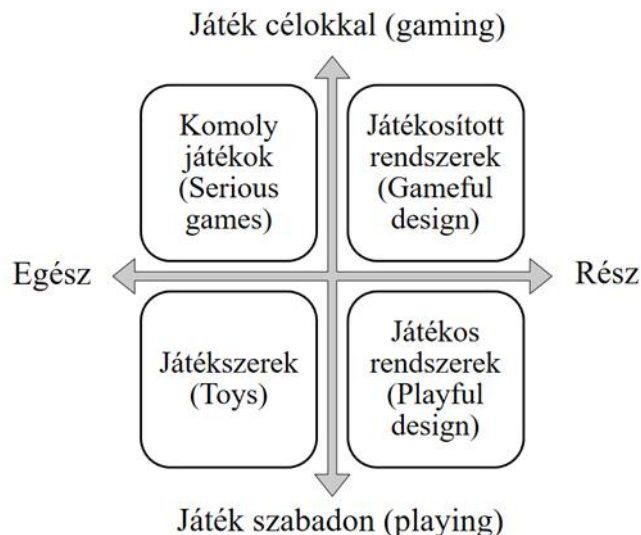
Összefoglalva, a komoly játékokat úgy definiálhatjuk, hogy olyan játékok, amelyeket több mint pusztán szórakoztatásra használnak és elsődlegesen oktatási célú játékok. Michael és Chen (2005) úgy gondolja, hogy a komoly játékok a digitálisjáték-alapú tanulás egyik típusát képviselik. Fontos különbség a komoly játékok és az edutainment fogalma között, hogy az edutainment főleg iskolás és óvodás korú

gyerekeket céloz meg játékaival, és az ismeretek memorizálására helyezi a hangsúlyt, míg a komoly játékok a felnőttek számára is elérhetőek, és több lehetőség rejlik bennük (Breuer & Bente, 2010).

Az edutainment és komoly játékok után megjelentek a játék- és digitálisjáték-alapú tanulás, valamint a gamifikáció fogalmak. A játékalapú tanulás a tanulási folyamat köré szerveződő fogalom, számos területen alkalmazható pedagógiai módszer (Sousa & Rocha, 2019). A játékot, mint pedagógiai eszközt használja. Tágra értelmezve magában foglalja az oktatási játékokat, az edutainment fogalmát és a szórakoztató játékokat egyaránt. Egy játékon keresztül megvalósított tanítási folyamat, amelynek célja ismeretek és készségek elsajátítása (Quian & Clark, 2016). Corti (2006) a játékalapú tanulást a komoly játékok szinonimájának tekinti, ahol a GBL a komoly játékok használata a tanulási folyamatokban. Ezek szerint a GBL egy koncepció, értelmezési keret. A legtöbb esetben azonban a GBL-re tanulási megközelítésként utalnak (Tang et al., 2009). A digitálisjáték-alapú tanulás a GBL-hez hasonlóan tanulási megközelítésnek tekinthető. A tanulás ebben az esetben olyan digitális környezetet ír le, amelyben a játék tartalma és a játék folyamata javítja az ismeretek és készségek elsajátítását. A játéktevékenységek problémamegoldó lehetőségeket és kihívásokat jelentenek, amelyek ezáltal sikerélményt biztosítanak a tanulóknak (Prensky, 2001). A megközelítés részletesebb bemutatása a következő fejezetben történik meg.

Az oktatási játékok gyorsan népszerűvé váltak, és hamarosan az a kritika fogalmazódott meg velük szemben, hogy tanulásra kényszerítik a tanulót, ami csökkenti a játékban való elköteleződés mértékét és a motivációt (Kirriemuir & McFarlane, 2004). Ez a kritika hívta életre a gamifikációt. A gamifikáció a játéktervezés elemeinek játékon kívüli kontextusban való alkalmazása (Deterding et al., 2011). Tehát a felhasználók nem feltétlenül érzik, hogy egy játékban vesznek részt (Werbach & Hunter, 2012). A gamifikációt játékelemek jellemzik, például jelvények, pontok és szintek. Ezek a jellemzők azokat a játékmechanizmusokat kívánják reprezentálni, amelyek biztosítják a motivációt és a játékban való elköteleződést (So & Seo, 2018). Tehát a gamifikáció célja a motiváció felkeltése és fenntartása, valamint az elkötelezettség biztosítása (Fromann, 2017).

Az időbeliség mellett egyéb szempontok is segítik az oktatási céllal alkalmazott játékok közötti különbségtételt. Például, hogy a komoly játékok egy teljes játékot (*full-fledged game*) használnak nem szórakoztatás céljára, a gamifikált alkalmazások olyan játékelemeket használnak, amelyek nem vezetnek teljes játékhoz. A komoly játékok abban hasonlítanak a gamifikációra, hogy játékelemeket használnak nem játékos környezetben, és elsődleges céljuk nem a szórakozás. Ugyanakkor abban különböznek, hogy a komoly játékok célja képzés, tanulás, készségfejlesztés, míg a gamifikáció célja a motiváció és elkötelezettség növelése (Fromann, 2017) (10. ábra).



10. ábra. A komoly játékok, gamifikáció, játékszerek és játékos rendszerek kifejezések kapcsolata (Fromann, 2017. p. 114)

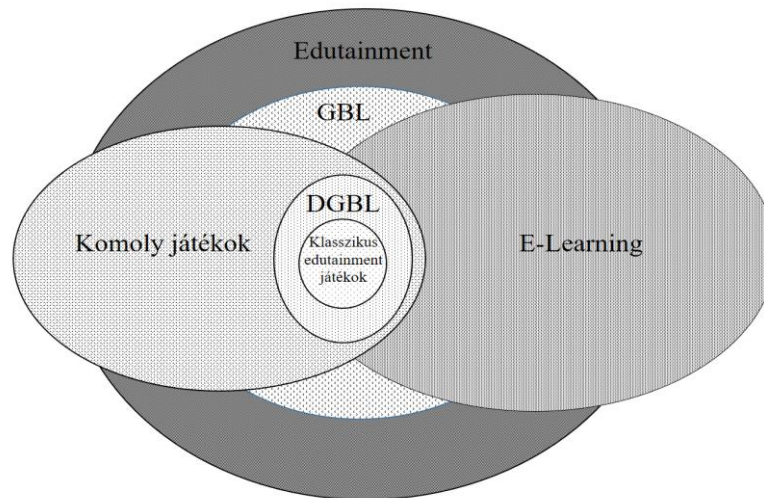
Az oktatási játékokkal kapcsolatos fogalmak rendszerezésére Breuer és Bente (2010) megkísérelt egy modellt felállítani (11. ábra). Ehhez számos szerző (Koubek & Macleod, 2004; Michael & Chen, 2005; Prensky, 2001) játékokkal kapcsolatos fogalmait vették alapul. Ugyanakkor ez a csoportosítás sem oldja fel azt a problémát, hogy az oktatási céllal alkalmazott játékok fogalmi gyakran átfednek egymással.

Breuer és Bente (2010) modelljének alapján az edutainment kifejezésnek része a játékalapú tanulás, a digitálisjáték-alapú tanulás és a klasszikus értelemben vett edutainment játékok. A klasszikus edutainment játékok, amelyeket időben elkülönítünk a korai edutainment mozgalomtól, a komoly játékok részhalmazának tekinthetők. Az edutainment, a GBL, a DGBL és a klasszikus edutainment fogalmakkal pedig részben átfednek az e-tanulás és a komoly játék fogalmak.

Érdeemes megvizsgálni azt is, hogy a tanulás milyen platformhoz kötődik. A digitálisjáték-alapú tanulás és az e-tanulás valamilyen technológiához, például számítógéphez, tablethez vagy okostelefonhoz kötött. Azonban az edutainment, a GBL, a komoly játékok és klasszikus edutainment játékok szigorú értelemben nem kötődnek a technológiához. Ez utóbbi fogalmak digitális tartalomra való leszűkítése azzal magyarázható, hogy napjainkban azok a játékok, amelyekkel a felhasználók játszanak, illetve amelyeket oktatási céllal alkalmaznak, ide tartoznak (Bónus & Nagy, 2020b).

Az oktatási céllal alkalmazott játékok átfedésére hívja fel a figyelmet az a gondolat, hogy ha az e-tanulás fogalmat tágan értelmezzük, akkor bármilyen számítógépes tanulást magába foglal. Ebben az értelemben a komoly digitális játékok minden típusa ide tartozik. Továbbá a napjainkban elterjedt, digitális platformhoz kötött komoly játékok definíciója nem tér el a DGBL játékoktól vagy az oktatási céllal alkalmazott videojátékoktól (Breuer & Bente, 2010). Hiszen mindegyik esetben oktatási céllal alkalmazott játékokról van szó, amelyeket valamilyen digitális platformon jelenítenek meg. Ezért, ha különbséget szeretnénk tenni a kifejezések között, mindenképpen vizsgáljuk meg a játék célját. A 7. táblázatban bemutatott játékkategóriák jól szemléltetik, hogy az egyes játékkategóriákhoz tartozó célok és módok között meghatározó különbségek lehetnek. Ez azért is fontos, mert az alkalmazott digitális platform nem mindig segít eldönteni, hogy milyen játékkategóriáról lehet szó. Mivel nem a platform a meghatározó a legtöbb esetben,

hiszen egy játék fejlesztéstől és beállítástól függően futtatható asztali számítógépen, laptopon, tableten, de okostelefonon is.



11. ábra. Az oktatási céllal alkalmazott játékokkal kapcsolatos fogalmak egymáshoz való viszonya (Beuer & Bente, 2010. p. 11; Bónus & Nagy, 2020b p. 12)

A 7. táblázatban bemutatott játékkategóriákhoz a fejezetben tárgyalt oktatási céllal alkalmazott játékok a komoly játékokon keresztül kapcsolódnak.

7. táblázat. A komoly játékokhoz szorosan kapcsolódó fogalmak rendszere (Fromann, 2017 alapján)

Paraméterek	Játékkategóriák			
	Játékszerek (Toys)	Játékok (Games)	Komoly játékok (Serious games)	Játékosítás (Gamification)
Cél, funkció	Szórakozás, játék	Szórakozás játék	Képzés, tanulás, képességfejlesztés	Motiváció, elkötelezettség
Mód	Szabad játék	Kötött játék	Játszva tanulás / dolgozás	Játékos tanulás, munka

3.2. Digitálisjáték-alapú tanulás (*digital game-based learning, DGBL*)

A digitálisjáték-alapú tanulás külön fejezetben történő bemutatása azért indokolt, mert a kutatásban alkalmazott játékos kutatásalapú tanulás a DGBL és a kutatásalapú tanulás metszeteként értelmezhető (Srisawasdi & Panjaburee, 2018).

A DGBL a digitális játékok köré szerveződő tanulási megközelítés, egy olyan tanulóközpontú tanulási forma, amelyben a digitális játékokhoz oktatási célokat rendelnek (Tan et al., 2008). A digitális játékok megértéséhez érdemes visszanyúlni Salen és Zimmerman (2003) játék definíciójához, akik a játékot egy rendszerként értelmezik. A digitális játék is egy rendszer, amelynek fontos eleme a digitális platform. Ugyanakkor a digitális játékok különböző digitális technológiákra vonatkozhatnak, mivel a digitalitás a rendszer egyik elemének tekinthető. Ez alapján a digitális játékok jellemzői: (1) azonnali, de korlátolt interaktivitás, (2) az információk manipulálása, (3) automatizált komplex rendszerek és (4) hálózati kommunikáció (Salen & Zimmerman, 2003). Juul (2003) alapján a digitális játékok szabályokon alapuló formális rendszerek,

amelyeknek változó és számszerűsíthető eredményei vannak, a különböző tanulási kimenetek különböző értékűek, és a játékos erőfeszítéseket teszt azért, hogy befolyásolja a tanulási kimeneteket.

Prensky (2001) alapján a DGBL-ben megjelenő játék egyfajta szórakozás, amely intenzív és szenvedélyes részvételt kíván, valamint interaktív és adaptív. A játéknak szabályai vannak, továbbá a célja és eredménye, amely motiválja a tanulót. A játékban megjelenik a konfliktus, a verseny, a kihívás, a problémamegoldás. Továbbá a játékoknak reprezentációja és története van, amelyek az érzelmekre hatnak. Ezért a digitális játékok előnyei, hogy aktív és vonzó környezetet teremtenek a problémamegoldás, a kommunikáció és a csoportos tevékenységek támogatásához és a tanuláshoz. Továbbá olyan biztonságos tereket hoznak létre, ahol a tanulók játszhatnak, kísérletezhetnek, felfedezhetnek és szórakozhatnak (Whitton, 2012).

A digitális játékok Stewart és munkatársai (2013) alapján az alábbi csoportokba sorolhatók: (1) speciális célú digitális játékok (*special-purpose digital games*), (2) kereskedelmi játékok (*commercial off-the shelf-games, COTS*) és (3) a digitális játékfejlesztés (*digital game co-creation*). A felsoroltak közül a kereskedelmi játékok kevésbé alkalmasak tanulási célok megvalósítására, hiszen ezek elsődleges célja a szórakoztatás. A digitális játékfejlesztés esetén a tanulás és részvétel digitális játékok készítésével, tervezésével valósul meg.

Az oktatás során leginkább a speciális célú digitális játékok alkalmazása preferált. A tervezett elsődleges tanulási eredmény alapján háromféle speciális célú digitális játékot különböztetünk meg: (1) tudástranszfer, (2) készségfejlesztés és (3) attitűdváltozás. A DGBL elsősorban egy bizonyos típusú tanulási eredmény elérésére irányul, ugyanakkor ezek a célok nem kizárólagosak. Tehát egy olyan digitális játék, amelynek elsődleges célja a tanulók kognitív tanulási eredményeinek növelése, másodlagos tanulási eredményként attitűdváltozáshoz is vezethetnek (Stewart et al., 2013).

3.3. Játékos kutatásalapú tanulás (*game-transformed inquiry-based learning*)

Ma már nem számít újdonságnak az az elképzelés, hogy a technológiát (számítógép, interaktív tábla stb.) és annak újításait (okostelefon, iPad stb.) vonjuk be az oktatásba, hogy a tanulók tanulási hatékonyságát növeljük (Kriská, 2004; Prensky, 2001). Azonban az, hogy mit és hogyan vonunk be, izgalmas kérdéseket, kutatási területeket vet fel. A játékos kutatásalapú tanulás egy új kutatási területe az oktatásnak. A kifejezés ebben a formában 2018-ban jelent meg (Srisawasdi & Panjaburee, 2018), ugyanakkor hasonló fogalmak korábban is megjelentek a nemzetközi szakirodalomban: „*game-based inquiry playing*” (Dorji et al., 2015), „*inquiry in open-ended game-based learning*” (Sabourin & Lester, 2014), „*game-based open inquiry*” (Meesuk & Srisawasdi, 2014), „*game-based inquiry learning*” (Kennedy-Clark et al., 2011).

A kifejezés alatt a digitálisjáték-alapú tanulás és a kutatásalapú tanulás metszetét értjük, amikor a kutatásalapú tanulás egy digitális játékkörnyezetben valósul meg. Emiatt ez az új elképzelés mindkét koncepció előnyeit magában hordozza. Az oktatási játékokban általában a fantáziavilágot, a szórakozást, a kihívást, jutalmat hangsúlyozzák. Azonban számos kutató javasolja, hogy az oktatási célú digitális játékokban egyensúlyt kell teremteni a tantárgyi tartalom és a játékelemek között (Hwang & Wu, 2012). Ez az igény teremtette meg a játékos kutatásalapú tanulás koncepciót, amely egy folyamatorientált, kutatásalapú aktív tanulási megközelítés (Srisawasdi & Panjaburee, 2018).

Bressler és Bodzin (2016) szerint az oktatási célú digitális játékok elősegítik a flow élményt és támogatják a természettudományos gyakorlatok (*science practices*) fejlesztését egyaránt. Továbbá a motivációra és a tantárgyi attitűdre is kedvezően hatnak (Kennedy-Clark et al., 2011; Srisawasdi & Panjaburee, 2018).

A nemzetközi szakirodalomban komoly érdeklődés övezi azokat a digitális oktatási játékokat, amelyek tartalomba ágyazva érnek el sikereket a diákok tanulási kimeneteleit tekintve. Ilyen például a Crystal Island (Lester et al., 2014; Sabourin et al., 2014), a River city (Ketelhut et al., 2010) és a Factory game (Srisawasdi & Panjaburee, 2018).

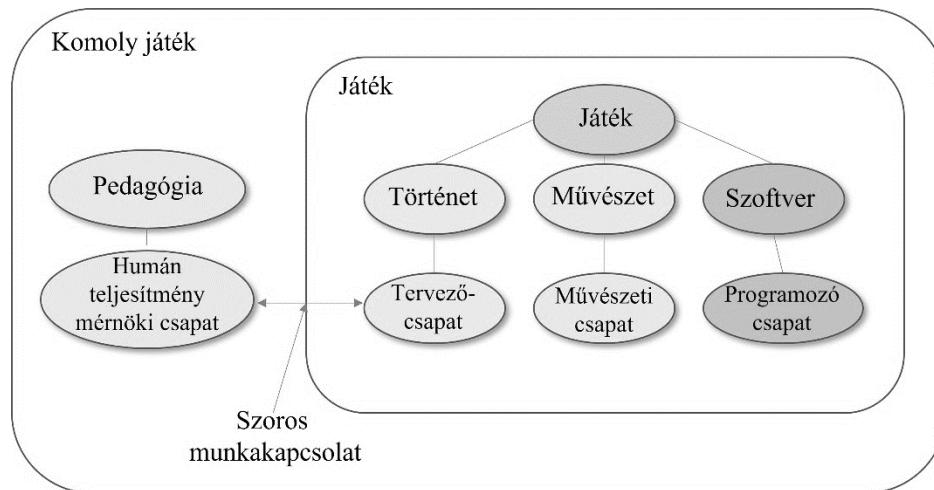
A Crystal Island egy narratíva- és tanulóközpontú, biológia tartalmú virtuális kalandjáték, amely egy elképzelt szigetre invitálja a 8. évfolyamos tanulókat. A virtuális környezetben a megfelelő kutatási készségek alkalmazásával kell megoldani a központi rejtélyt, vagyis azt, hogy vajon mitől betegedtek meg a sziget lakói. A tanulók feladat iránti elkötelezettsége, a témával kapcsolatos tartalmi tudása nőtt, valamint pozitív összefüggést mutattak ki az elkötelezettség, a tanulói hangulatok és azon stratégiák között, amelyek kulcsfontosságúak a problémamegoldásban és a kutatásban (Lester et al., 2014; Sabourin et al., 2014).

A River city egy középiskolás diákok számára készített, biológia témájú, virtuális tanulási környezet. A diákok kis csoportokban dolgoznak, adatokat gyűjtenek, hipotéziseket fogalmaznak meg, majd tesztelik azokat. A hipotézis megvizsgálása után grafikusán és táblázatosan elemzik adataikat, majd egy hiteles laboratóriumi jelentést írnak. Végül összehasonlítják a kutatásukat más osztályok munkájával, hogy bemutassák a virtuális környezetbe ágyazott számos lehetséges hipotézist és ok-okozati kapcsolatot. A River city háromhetes alkalmazásának hatására a tanulók természettudományos karrier iránti érdeklődése és tartalmi tudása is nőtt (Ketelhut et al., 2010).

Kémia tananyagot dolgoz fel a Factory game, amely különböző kémiai fogalmak (tartalmi tudás) megértését segíti elő, ugyanakkor hozzájárul a tanulók motivációjának növeléséhez középiskolás tanulók körében (Srisawasdi & Panjaburee, 2018).

3.4. Digitális játékok tervezésének elméleti háttere

Az oktatási célú játékok tervezése megköveteli a játéktervezés és a megfelelő tanuláselméleti alapok, valamint a tantárgyi ismeretek mélyreható megértését és ismeretét. Ezért az oktatási játékok tervezése egyfajta interdiszciplináris kihívást jelent (Boyle et al., 2011). Ez az oka annak, hogy az oktatási célú játékok tervezéséhez több szakemberre is szükség van, hiszen meg kell tervezni a programozói és grafikai munkát, a játéknak kell egy kerettörténetet tervezni, valamint mindezt pedagógiai célokkal kell kiegészíteni. Ezeket a feladatokat általában több csapat látja el (12. ábra). A tervezőcsapat elkészíti a történetet, amely a játék szórakoztató alkotóeleme. A művészeti csapat biztosítja a játék megjelenését és hangulatát. A programozó csapat kidolgozza a kódot, az interfész funkcióit, a pontozási rendszereket, a játékmotor változását stb. A komoly játékok pedagógiai vonatkozással rendelkeznek, amelyek ebben az értelemben olyan tevékenységeket jelölnek, amelyek oktatnak, ezáltal tudást vagy készséget adnak át. A humán teljesítmény mérnök csapata szorosan együttműködik a tervezőcsappal a megtanítani kívánt tudás beillesztése során. A humán teljesítmény mérnök csapat vezetője ezért részben tudós, részben annak a területnek a szakértője, amely köré a játék épül (Zyda, 2005).



12. ábra. A játéktól a komoly játékgig (Zyda, 2005 alapján)

A hatékony oktatási célú digitális játékokat szilárd pedagógiai alap jellemzi, valamint a játék forgatókönyve biztosítja a tanulói tevékenységeket (Dorji et al., 2015). Ez azt jelenti a természettudományos tartalmú oktatási játékok esetében, hogy a hangsúly a tudományos tartalom játékstratégiává átalakításán van, azzal a céllal, hogy a diákok tanulási teljesítménye javuljon a játékkal való interakció hatására (Srisawasdi & Panjaburee, 2018).

A tanulási folyamat segítésére jött létre a Játékcél Modell (*Game Object Model, GOM*), amely konstruktivista alapon nyugszik és egyesíti a tanuláseméletet és a játéktervezés elemeit (Amory & Seagram, 2003). Kifejezetten a tanulást segítik a pedagógiai elemek, míg a szórakozást és élményt az ún. játékelemek biztosítják. Ez utóbbiak motiválják a tanulókat, és növelik az interaktivitást a tanuló és a játék között. Ezzel összhangban a pedagógiai elemeket absztrakt elemek képviselik, mint például a móka, dráma, játék, felfedezés, kihívások, elköteleződés, kritikai gondolkodás, felderítés, célképzés, célteljesítés, verseny és gyakorlás. A játékelemeket konkrét elemek reprezentálják, mint például a grafika, a hang, a technológia, az interakciók, gesztusok stb. (Amory, 2001).

Tan, Ling és Ting (2007) javasolják a háromkomponensű játékterv alkalmazását, amely (1) a multimodalitás (2) a feladat és (3) a visszajelzés összetevőkre utal. A játék sikere szempontjából lényeges a megfelelő narratíva, azaz kerettörténet elkészítése, hiszen a jó narratíva segít a tanulóknak, hogy elmélyedjenek a játékban. Ezért a narratívának elég részletesnek kell lennie ahhoz, hogy motiválja a feladatok elvégzését, megőrizze a hiteles és következetes történetvilágot. Ugyanakkor elég egyszerűnek kell lennie ahhoz, hogy ne terelje el a diákok figyelmét a tanulási célokról. A narratíva a játék világába, tehát térben és időben egy új helyre kalauzolja a játékost, ezáltal érzelmileg elköteleződést jelent a játék világa felé (Barab et al., 2010). Egy interaktív és gazdag virtuális környezet önmagában, kerettörténet nélkül csak rövid ideig tartja fent a diákok kíváncsiságát, míg egy rejtélyes forgatókönyv a kereskedelmi játékokra jellemző környezet nélkül csökkent elkötelezettséget és motivációt vált ki. Ebből kifolyólag az oktatási célú játékot úgy kell megtervezni, hogy a játékmenet és a narratív elemek együttes működését lehetővé tegye azzal a céllal, hogy ösztönözze a problémamegoldást és a tanulást (Rowe et al., 2011).

Egy további fontos szempont a digitális oktató játék tervezésénél az intuitív felület jellemzése. Az egyik legfőbb aspektus, hogy két- vagy háromdimenziós legyen. Hwang, Chiu és Chen (2015) alapján a kétdimenziós felület elégséges lehet, hiszen így is jól bemutatható a játék, valamint a háromdimenziós játékfelület több lehetőséget

kínál a tanulóknak arra, hogy ne a feladattal foglalkozzanak (*off-task behavior*), ami megnehezíti a kitűzött cél elérését (Sabourin & Lester, 2014).

A digitális oktatási célú játékok tervezésénél kulcsfontosságú a játékfejlesztő program, motor és programozási nyelv kiválasztása is. Ennek eldöntése alapvetően attól függ, hogy mit szeretnénk a játékban megvalósítani, például milyen feladatokat szeretnénk, ha a játékos teljesítene, milyen multimédiás elemeket szeretnénk beépíteni, valamint figyelembe kell venni, hogy a játék két- vagy háromdimenziós stb. A nemzetközi szakirodalom alapján a Unity játékmotor terjedt el (pl. Comber et al., 2019; El-Habr et al., 2019; González et al., 2017). Ez azzal magyarázható, hogy a Unity játékmotornak számos előnye van: (1) alapvetően költséghatékony megoldás, hiszen ingyenes változata szabadon felhasználható számos célra; (2) multiplatform tulajdonságú, ami azt jelenti, hogy számos platformon (Windows, Linux, MacOS, iOS, Android, Flash, böngésző és konzolok) működik; (3) időt spórolhatunk vele, mivel kész „eszközök” (*assets*) segítik a programozói munkát; (4) nagyméretű adatbázisok kezelésére alkalmas.

Azt, hogy az oktatási célú játék mennyire játszható/alkalmas a játékra (*playability*) kilenc attribútummal lehet jellemezni (Ibrahim et al., 2012): elégedettség, tanulhatóság, eredményesség, elmerülés, motiváció, érzelem, szocializáció, támogathatóság és oktathatóság. Az elégedettség a teljes játékból vagy annak valamilyen aspektusából fakadó öröm, meglehetősen szubjektív tulajdonság. A tanulhatóság a játékos képessége a játékrendszer és a mechanika (pl. célok, szabályok, a videojátékkal való interakció stb.) megértésére és elsajátítására. Az eredményességet azok az erőforrások jelentik, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a játékosoknak új élményt nyújtsanak (szórakozás és tanulás), miközben elérik a játék különböző céljait és a végső célt. Az elmerülés arra vonatkozik, hogy a játékvilág hihető, ezáltal a játékos közvetlenül bekapcsolódik a virtuális játék világába. Oktatási szinten ezt a tulajdonságot arra használják, hogy felmérjék a játék képességét az oktatási szempontok implicit bemutatására. A motiváció a játék azon jellemzőinek összessége, amelyek arra készítetik a játékosot, hogy bizonyos műveleteket végrehajtsa, és folytassa azokat a játék befejezéséig (Ibrahim et al., 2012). Oktatási szinten a játék motivációja közvetetten pozitív motivációt jelent a tanulásra (Kuo, 2007). Az érzelem a játékos önkéntelen impulzusaira utal. Ez nagyon fontos attribútum, mivel a játékok oktatási tartalma elutasítást válthat ki a játékosok részéről, ami csökkenti a játékosok motivációját a játék felfedezésére és ezáltal az oktatási célok elérésére (Ibrahim et al., 2012). Ezért rendkívül fontos a játékelemek, eredmények és oktatási tartalmak közötti megfelelő egyensúly. Azok a játékok, amelyek nem felelnek meg ezeknek a kritériumoknak, vagy rossz játékok, vagy pusztán szemináriumi tevékenységek, amelyeket játéknak álcáznak: amit Moseley és Whitton (2014) „csokoládéval borított brokkolinak” (*„chocolate-covered broccoli”*) ír le. A szocializáció azon játékattribútumok, elemek és erőforrások összessége, amelyek elősegítik a játékélmény társadalmi dimenzióját. Oktatási szempontból a szocializáció az a képesség, hogy a játék támogassa, hogy a diákok egymástól tanuljanak. A támogathatóság a játék azon képessége, hogy elkötelezzék, ösztönözzék és megtanítsák a játékosokat a tanulás folytatására és a tanulási célok elérésére. Végül az oktathatóság a játékok oktatási jellemzői, amelyek támogatják a tanulókat a tanulási célok tudatosításában, megértésében és elsajátításában (Ibrahim et al., 2012).

4. PEDAGÓGUSOK TECHNOLÓGIÁVAL KAPCSOLATOS NÉZETE ÉS JÁTÉK PEDAGÓGIAI TARTALMI TUDÁSA

A pedagógusok technológiával kapcsolatos nézete és játékokkal kapcsolatos tudása nagyban befolyásolja, hogy alkalmaznak-e digitális oktató játékokat tanítási gyakorlatukban (Hsu et al., 2017), ezért a szakirodalmi áttekintés ennek a két területnek a bemutatásával zárul.

4.1. Pedagógusok technológiával kapcsolatos nézete

Habár számos irodalom foglalkozik az oktatási célú játékok bemutatásával (pl. Alvarez et al., 2019; Prensky, 2001; Sousa & Rocha, 2019; Wu, 2018), keveset tudunk a pályán lévő pedagógusok véleményéről a digitálisjáték-alapú tanulást illetően. Az, hogy a pedagógus használja-e és hogyan használja a technológiát a tanításában, többnyire a személyes preferencia, döntés kérdése. Ezért, ha változásokat szeretnénk elérni a pedagógusok tanítási gyakorlatában, akkor fel kell tárnunk a tanárok nézeteit a technológiával kapcsolatban (Gilakjani, 2012). Az oktatási céllal kidolgozott játékok, fejlesztőprogramok végső célja a gyakorlatban való felhasználás. Ezért a sikeres fejlesztéshez össze kell kapcsolni az elméletet a gyakorlattal, vagyis meg kell ismernünk a tanárok vélekedéseit a digitálisjáték-alapú tanulással kapcsolatban (Hsu et al., 2013; Hsu et al., 2017).

A technológia tanórai integrációját akadályozó tényezőket a szakirodalom két csoportba rendezi. Az elsőrendű korlátok olyan, a tanárok számára külső tényezők, amelyek az erőforrások típusaival (pl. felszerelés, idő, képzések) kapcsolatosak, és amelyek vagy hiányosak, vagy nem megfelelően biztosítottak (Ertmer, 1999; Means & Olson, 1995). Az alapvető változásokat leginkább a másodrendű korlátok akadályozzák, hiszen ezeket a problémákat nem lehet erőforrások biztosításával megoldani. A másodrendű korlátok a pedagógusok tanítással és tanulással kapcsolatos nézeteivel kapcsolatosak (tanárok pedagógiai nézetei) (Ertmer, 1999; Kerr, 1996). Ezek a korlátok együtt is jelen lehetnek, de akár egyik, akár másik korlát jelenik meg, az akadályozza a technológia hatékony integrálását a tanításba.

A digitálisjáték-alapú tanulásra vonatkoztatva kijelenthetjük, hogy azt, hogy a pedagógus alkalmaz-e digitális oktató játékot, befolyásolhatja a pedagógus vélekedése, magabiztossága és elkötelezettsége a digitálisjáték-alapú tanulással kapcsolatban (Beavis, et al., 2014; Hsu et al., 2017). A felsorolt tényezők mellett fontos megemlíteni, hogy előfordulhat, hogy a pedagógus megfelelő technológiai ismeretekkel rendelkezik, de nem hisz abban, hogy a digitális oktató játék hozzáadott értéként jelenhet meg a tanítási/tanulási folyamatban (Blackwell et al., 2013). Az is elképzelhető, hogy a pedagógus pozitívan vélekedik a digitális oktató játékról, de az iskolai infrastruktúra nem teszi lehetővé az alkalmazást, vagy a pedagógus nem elég magabiztos a technológia alkalmazásában (Inan & Lowter, 2010).

Tsai és Chai (2012) szerint egy további, harmadrendű korlát is jelen van a technológia tanórai integrációjában. Ennek a korlátnak a feloldására a tervezői gondolkodás (*design thinking*) kifejezést javasolják, amely a tudás és gyakorlat olyan szintű összekapcsolása, amelyben az IKT fejlődését pedagógiai előnyökkel társítják. Az első- és másodrendű korlátokat olyan problémaként értelmezi és kezeli, amelyek kreatív gondolkodás segítségével megoldhatók.

A tanárok nézeteinek vizsgálatában sokáig nehézséget jelentett, hogy mit is jelent a kifejezés, hogyan definiálható a tanárok nézete, valamint annak meghatározása, hogy

mi a különbség a tudás és a nézet között (Calderhead, 1996; Dudás, 2007; Nespor, 1987).

Nespor (1987) négy jellemzőt ajánl a tudás és a nézet közötti különbségtételhez: (1) egzisztenciális feltételezés (*existential presumption*), (2) alternativitás (*alternativity*), (3) affektív és értékelési töltés (*affective and evaluative loading*) és (4) epizodikus struktúra (*episodic structure*). Továbbá megfogalmaz két másik szempontot, amelyek annak megértésében segítenek, hogy a nézetek hogyan rendeződnek rendszerbe. Nespor hangsúlyozza, hogy a nézetrendszer sokkal nagyobb mértékben támaszkodik az affektív és értékelő elemekre, mint a tudásrendszer.

Calderhead (1996) szintén felvetette, hogy a tanárok tudása és nézete nem ugyanazt jelenti. A nézetre feltételezésként, elkötelezettségként és ideológiként tekint, míg a tudásra, mint tényszerű megállapításokra és megértésekre utal. Ezt a gondolatot Ertmer (2005) is átvette. Ugyanakkor vannak olyan kutatók, akik hozzáteszik, a tudás és a nézet átfedésben van (Murphy & Mason, 2006).

Meghatározó Pajares (1992) munkája, aki 16 pontban foglalta össze a tanári nézet jellemzőit. Ezek közül hangsúlyos, hogy a nézetek korán kialakulnak és hosszan fennmaradnak, ellenállva az ellentmondásoknak is. A nézetek rendszert alkotnak, és minél korábbi egy nézet a nézetrendszerben, annál tartósabb és ellenállóbb. A kialakult nézetrendszer adaptív, és az egyes nézetek között prioritás áll fenn. Felnőttkorban ritkán változik, és mire a hallgatók az egyetemre bekerülnek, addigra a tanítással kapcsolatos nézeteik már megalapozottak. Mindez azért jelentős, mert az egyének nézete erősen befolyásolja viselkedésüket. Ezzel összhangban Falus (2001, p. 23) szerint „a tanárok rendelkeznek egy többé vagy kevésbé koherens nézetrendszerrel, amely segíti őket a bonyolult jelenségek strukturálásában, megértésében, és befolyásolja gyakorlati tevékenységüket”.

A nézetekkel kapcsolatos meghatározásokban közös, hogy a nézetek tapasztalatokból származó pszichikus konstrukciók (Dudás, 2007). A nézet abban különbözik a tudástól, hogy a tudás valamilyen ismeretelméleti igazoláson alapszik, míg a nézetek olyan állítások, amelyeket a nézet vallója igaznak vél (Falus, 2001).

A pedagógusok technológiával kapcsolatos nézetére szintén nincs egy elfogadott definíció. Park és Ertmer (2008) úgy véli, hogy a technológiával kapcsolatos tanári nézeteket az önhatékonyság, a technológia értékével, valamint a technológiával való tanítással és tanulással kapcsolatos nézetek kombinációja adja. Ezért azt, hogy a pedagógus használja-e, illetve, hogy hogyan használja a technológiát befolyásolja a pedagógusok technológiával kapcsolatos nézete (Chen, 2010; Ertmer, 2005; Kim et al., 2013). Ha a pedagógusok úgy észlelik, hogy a technológiai eszközök relevánsak oktatási céljaik szempontjából, nagyobb valószínűséggel integrálják azokat az osztálytermi gyakorlatukba (Vongkulluksn et al., 2018).

A pedagógusok technológiával kapcsolatos nézetének vizsgálata során fontos szempont, hogy a technológia integrációja mennyire tanulóközpontú. Palak és Walls (2009) a pedagógusok nézete és az oktatási technológiai gyakorlat közötti kapcsolatot vizsgálták olyan tanárok körében, akik használják a technológiát. Azt tapasztalták, hogy a tanárok a technológiát leggyakrabban előkészítési, irányítási és adminisztrációs célokra, továbbá a már meglévő tanárközpontú oktatási gyakorlatuk támogatására használják. A technológia tanulóközpontú tanítás támogatása céljából történő alkalmazása ritkának bizonyult. Egy másik vizsgálatban Ertmer és munkatársai (2012) kifejezetten olyan tanárokat vizsgáltak, akik kiemelkedő technológiai gyakorlattal rendelkeztek. Vizsgálatuk során megerősítést nyert, hogy a pedagógusok tantermi gyakorlata és pedagógiai nézete szoros összhangban van, ezért a tanulóközpontú nézetek alátámasztják a tanulóközpontú gyakorlatokat. Továbbá a vizsgálatba bevont

tanárok úgy vélték, hogy a tanulók tanulása szempontjából releváns technológiával kapcsolatos nézet és attitűd van a legnagyobb hatással sikerükre. Ez azt is jelenti, hogy a legnagyobb korlátot a technológia használatában a már meglévő, technológiával kapcsolatos nézet jelentheti.

A technológia integrációját számos kutató (pl. Hermans et al., 2008; Overbay et al., 2010) összefüggésbe hozta a konstruktivista pedagógia alkalmazásával. Overbay és munkatársai (2010) alapján a konstruktivista oktatási gyakorlattal rendelkező tanárok, illetve azok a tanárok, akiknek nézete, hogy a technológia hasznos eszköz lehet a tanításban, nagyobb valószínűséggel használják a technológiát. Azonban önmagában a technológia jelenléte nem vonja maga után annak tantermi használatát. Jól példázza ezt Windschitl és Sahl (2002) kutatása, amelynek során két éven át nyomon követték azt, hogy a pedagógusok miként integrálják a technológiát az osztálytermi oktatásba. A kutatók azt tapasztalták, hogy ez a folyamat erőteljesen összefügg a pedagógus nézetrendszerével. Ennek része a pedagógus tanulókkal kapcsolatos nézete, továbbá az, hogy a pedagógus mit gondol arról, hogy mi minősül „jó tanításnak”, valamint a nézet a technológia szerepéről a tanulók életében.

Habár a pedagógus nézete erőteljesen összefügg azzal, hogy miként integrálja a technológiát a tanítási gyakorlatába (Chen, 2010; Ertmer, 2005; Kim, et al., 2013; Palak & Walls, 2009) előfordulhat, hogy mégis ellentmondás alakul ki nézet és gyakorlat között. Ennek három fő oka lehet: (1) a külső tényezők hatása, (2) a tanárok korlátozott vagy helytelen elméleti megértése és (3) a tanárok egyéb ellentmondásos nézete (Chen, 2008). A Chen (2008) által külső tényezőknek nevezett pont megfeleltethető az elsőrendű korlátoknak (Ertmer, 1999; Means & Olson, 1995). Nagyon fontos jelenségre hívja fel a figyelmet a második pont, miszerint előfordulhat, hogy a pedagógus érti az elméletet és egyetért azzal, viszont nem tudja azt a gyakorlatban alkalmazni. Ha a pedagógus nem kap segítséget (pl. útmutatók), akkor saját értelmezése, elképzelése szerint fogja alakítani tanítási gyakorlatát (Chen, 2008).

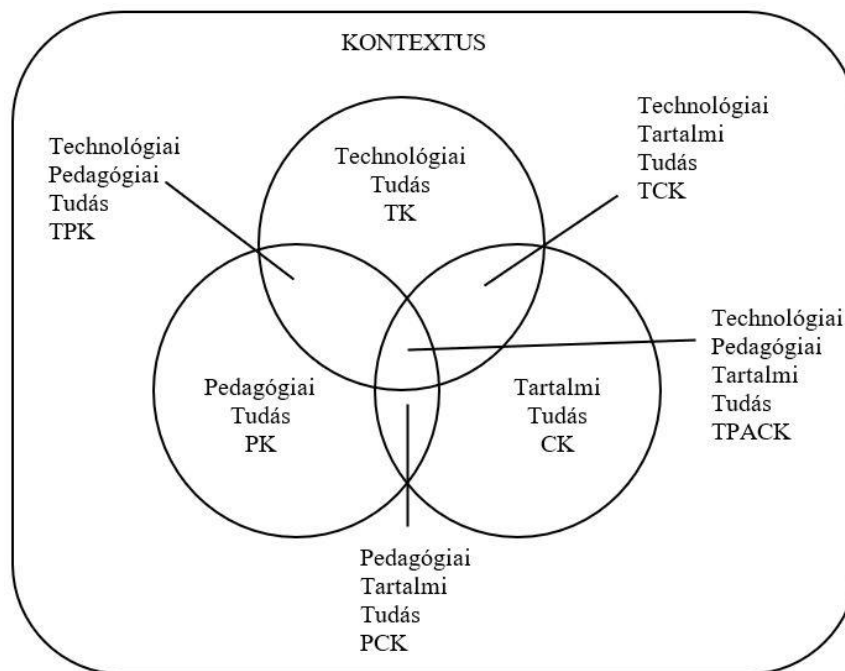
4.2. Játék pedagógiai tartalmi tudás

Shulman (1986) a tanárok tartalmi tudásának (*content knowledge*) három kategóriáját különítette el, rámutatva a tanárok tartalmi tudásának komplexitására. Ez a három kategória a tantárgy tartalmi ismerete (*subject-matter content knowledge*), a tantárgy pedagógiai ismerete (*subject-matter pedagogical knowledge*) és a tantervi ismeretek (*curricular knowledge*). Shulman a tantárgy tartalmi ismeretén azt a meghatározott mennyiségű és jól szervezett tudást érti, amely a tanárok elméjében létezik. A tantárgy pedagógiai ismeretét úgy definiálja, mint azoknak a módszereknek, lehetőségeknek az ismerete, amelyek a tantárgyat mások számára érthetővé teszik, mint például az analógiák, az illusztrációk, a tanári magyarázatok stb. A tantervi ismeretek magukban foglalják az aktuális tankönyvek, szoftverek, egyéb eszközök ismeretét, amelyeket a pedagógusok a tanórán használnak.

Ezt követően Shulman (1987) a három kategóriát tovább finomította és megalkotta a pedagógiai tartalmi tudás (*Pedagogical Content Knowledge, PCK*) fogalmát, amely a tanárok olyan egyedi, speciális tudásrendszere, amely általános pedagógiai ismeretekből, tantervi ismeretekből, pedagógiai tartalmi ismeretekből, a tanulók és a tanulók jellemzőinek ismeretéből, az oktatási kontextus ismeretéből, valamint az oktatási célok, értékek filozófiai és történeti alapjainak ismeretéből áll.

Shulman (1987) PCK modelljét kiterjesztve az oktatásban alkalmazott technológiákra létrejött az ún. TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*, technológiai pedagógiai tartalmi tudás) keretrendszer (Koehler & Mishra,

2006; Mishra & Koehler, 2008). Mishra és Koehler (2006) technológiai tudást (*technological knowledge, TK*), pedagógiai tudást (*pedagogical knowledge, PK*) és tartalmi tudást (*content knowledge, CK*) integrált a meglévő modellbe. Ez a kiegészített modell látható a 13. ábrán.



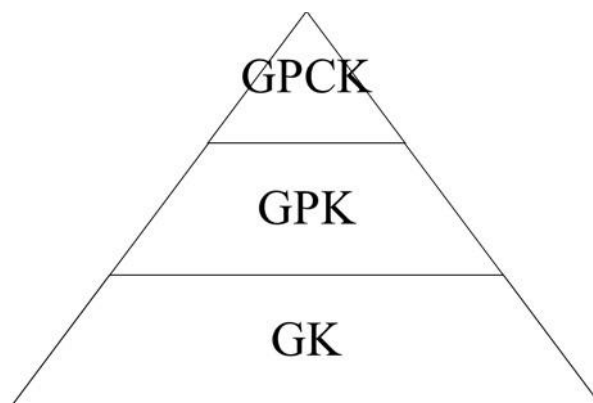
13. ábra. A TPACK modell Mishra és Koehler (2006) alapján

A kiegészítés szükségessége megkérdőjelezhetetlen, hiszen már a kétezres években is mindennapjaink részét képezte a technológia, így a modell ilyen típusú elmozdulása további hangsúlyt helyezett a digitalizáltságra (Mishra & Koehler, 2006). Mishra és Koehler (2006) modellje abban is túllép Shulman (1987) modelljén, hogy értelmezésükben a tartalmi tudás és a pedagógiai tudás összefüggnek egymással, közös halmazukat pedagógiai tartalmi tudásnak nevezik. A technológiai és pedagógiai tudás metszete a technológiai pedagógiai tudás. A technológiai és tartalmi tudás metszetét technológiai tartalmi tudásként értelmezik.

Koh, Chai és Tsai (2012) hét konstruktumot nevez meg, amely jellemzi azt a speciális tudást, amelyre a tanároknak szükségük van ahhoz, hogy a technológiát hatékonyan integrálják a tanítási-tanulási folyamatba. Az egyes elemek pontos jelentését Koehler és Mishra (2009) alaposan kifejtik, miszerint a (1) technológiai tudás (*Technological knowledge, TK*) a technológiai eszközök ismerete. A (2) pedagógiai tudás (*Pedagogical knowledge, PK*), a tanítási módszerek ismerete. A (3) tartalmi tudás (*Content knowledge, CK*), a tantárgy ismerete. A (4) technológiai tartalmi tudás (*Technological Content Knowledge, TCK*), annak ismerete, hogy mely technológia a legmegfelelőbb az adott tartalom megtanítására. A tartalom és a tartalom elsajátítására, megtanítására alkalmazható technológia kölcsönösen meghatározzák egymást. A (5) technológiai pedagógiai tudás (*Technological Pedagogical Knowledge, TPK*), a technológia alkalmazásának ismerete különféle tanítási módszerek alkalmazásához. A (6) pedagógiai tartalmi tudás (*Pedagogical Content Knowledge, PCK*), azok a pedagógiai ismeretek, amelyek alkalmazhatók a tartalom tanításához. Például a tanulók előzetes tudásának, a tanulók tévképzeteinek ismerete, de a tantervi ismeretek és a módszerek is ide tartoznak. Végül a (7) technológiai pedagógiai tartalmi tudás

(*Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK*), amely meghaladja a három alapkategorió (pedagógiai, technológiai és tartalmi tudás) ismeretét külön-külön, azok kölcsönhatásából származtatható tudás. Annak ismerete, hogy hogyan alkalmazzuk a technológiai, a pedagógiai és tartalmi ismereteket, hogy a tanítási-tanulási folyamat hatékonyságát maximalizáljuk.

A TPACK modell érvényességét számos empirikus kutatással próbálták alátámasztani (Chai et al., 2011; Graham et al., 2009; Schmidt et al., 2009), érvényességét illetően azonban általában nehézségekről számolnak be a Koehler és Mishra (2009) által javasolt hét konstrukció izolálásával kapcsolatban (Archambault & Barnett, 2010). A validálással kapcsolatos nehézségekre válaszul a kutatók pontosabban definiálták a TPACK-et, és felhívták a figyelmet arra, hogy más módszerekkel (pl. interjú, megfigyelés) lenne érdemes mérni a TPACK komponenseket. Egy másik probléma, hogy a TPACK modell a technológiát általános értelemben tárgyalja, ezért számos szerző javasolta a modell további kiterjesztését konkrét technológiákra, mint például a digitális játék (Hsu et al., 2013; Lee & Tsai, 2010). Így született meg a Technológiai Pedagógiai Tartalmi Tudás - Játékok (*Technological Pedagogical Content Knowledge - Games, TPACK-G*) keretrendszer, amely a korábbi modell összes elemét a játékokon keresztül értelmezi. A Hsu és munkatársai (2013) által készített modell játéktudásból (*Game Knowledge, GK*), játék pedagógiai tudásból (*Game Pedagogical Knowledge, GPK*), valamint játék pedagógiai tartalmi tudásból (*Game Pedagogical Content Knowledge, GPCK*) áll, hangsúlyozva ezen fogalmak hierarchiáját (14. ábra).



14. ábra. Technológiai Pedagógiai Tartalmi Tudás keretrendszer Hsu et al. (2013) alapján

A modellből következik, hogy aki nem ismeri a játékokat, nincs elegendő játéktudása, annak lehet, hogy nincs játék pedagógiai ismerete sem, ami alapjaiban kérdőjelezi meg a megfelelő játék pedagógiai tartalmi ismeretek meglétét.

A modell ezt követően kiegészült a játék tartalmi tudással (*Game Content Knowledge, GCK*). A legújabb modell szerint a TPACK-G részei: a játéktudás (*Game Knowledge, GK*), a játék pedagógiai tudás (*Game Pedagogical Knowledge, GPK*), a játék tartalmi tudás (*Game Content Knowledge, GCK*) valamint a játék pedagógiai tartalmi tudás (*Game Pedagogical Content Knowledge, GPCK*). A játéktudás a játékok általános használatának ismerete. A játék pedagógiai tudás a játékok felhasználása különböző tanítási módszerek alkalmazása során. A játék tartalmi tudás a tantárgy játékokkal való reprezentációjára vonatkozó ismeret. A játék pedagógiai tartalmi tudás azokat az ismereteket foglalja össze, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a játékokat

különböző tanítási módszerek alkalmazása során azzal a céllal használjuk, hogy valamely tantárgyi tartalmat megtanítsunk (Hsu et al., 2017).

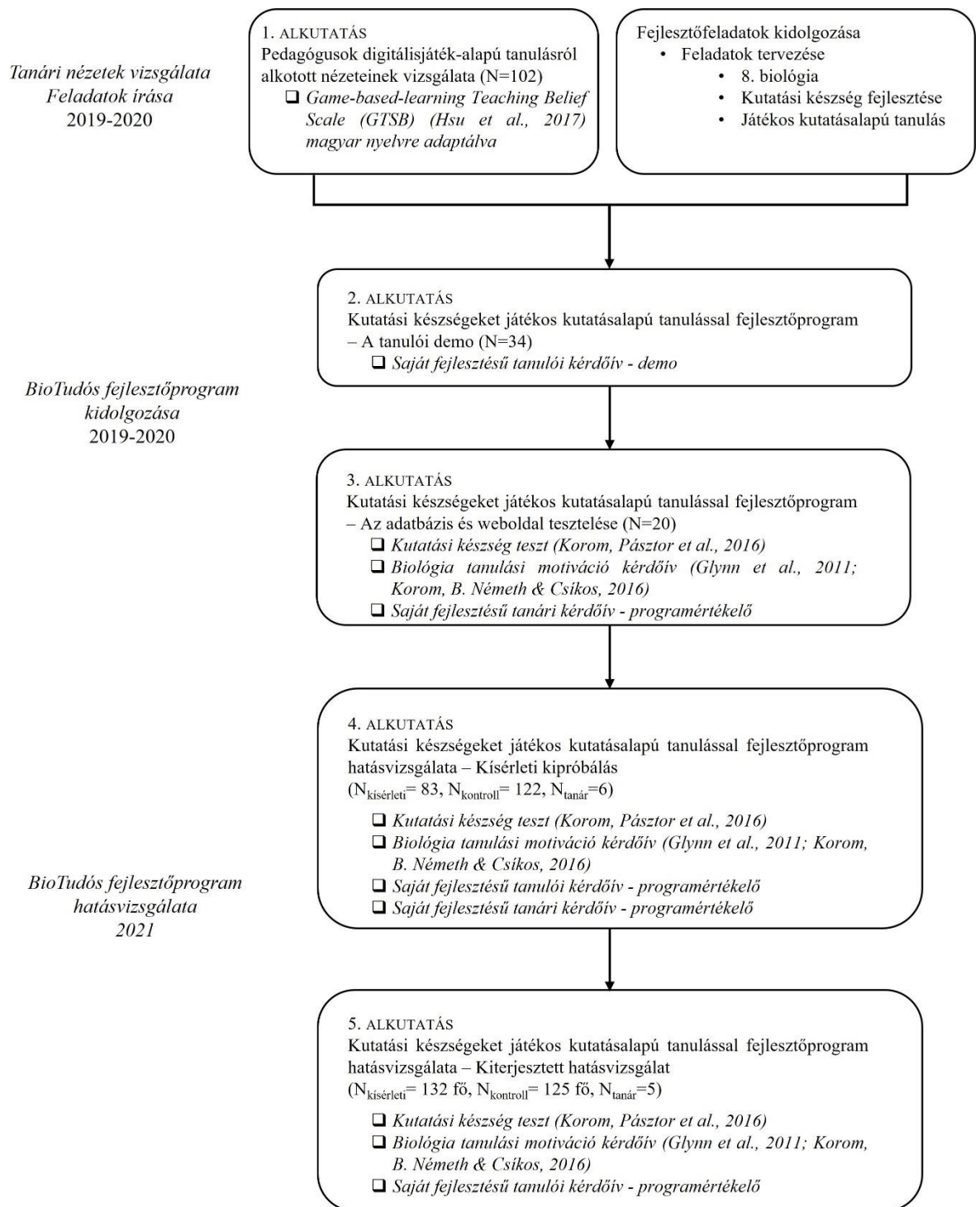
5. AZ EMPIRIKUS VIZSGÁLATOK JELLEMZŐI

5.1. A kutatás céljai és szerkezete

A disszertáció az oktatás három leginkább kutatott területét érinti, hiszen 21. századi készségek fejlesztését célozza, technológia-támogatott, kutatóközpontú tanulási környezetben (Chu et al., 2017). Ezzel összhangban a kutatás célja 8. évfolyamos tanulók kutatási készségeinek fejlesztése játékos kutatásalapú tanulással biológia tantárgyi tartalommal. Ebből adódóan a disszertáció elméleti fejezeteiben bemutatásra kerültek a kutatási készségek, ezek fejlesztésének általános koncepciója, az innovatív kutatásalapú tanulási megközelítések, az oktatási céllal alkalmazott játékok. A kutatás felépítésének fontos bázisát jelentette a játékos kutatásalapú tanulás, a digitális játékok tervezésének és a tanárok technológiával kapcsolatos nézeteinek szakirodalmi feltárása, ezért ezek a területek külön alfejezetekként jelentek meg az elméleti részben. A kutatás során kifejlesztésre került a BioTudós játékos fejlesztőprogram.

A kutatás kronológiailag három szakaszban történt (15. ábra). Az első szakaszban két egymástól független, párhuzamos munka folyt: a magyar pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásról alkotott nézeteinek vizsgálata és a program feladatainak kidolgozása. Ezt követően kipróbáltuk a tanulói demo verziót, majd az adatbázist és weboldalt teszteltük. Az utolsó szakaszban a BioTudós fejlesztőprogram hatásvizsgálata valósult meg, két egymást követő mérés során.

Ezzel összhangban a teljes kutatás öt alkatatást foglal magában: (1) hazai pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásról alkotott nézeteinek vizsgálata. Ezt a vizsgálatot az indokolja, hogy a pedagógusok tantermi gyakorlata és pedagógiai nézete szoros összhangban van (Ertmer et al., 2012). A (2–5) alkatatás a kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program kidolgozása és hatásvizsgálata köré szerveződik. A (2) alkatatás a fejlesztőfeladatokról készült tanulói demo kipróbálására, a (3) alkatatás az adatbázis és weboldal tesztelésére, a (4) alkatatás a BioTudós fejlesztőprogram kísérleti kipróbálására, az (5) alkatatás a kiterjesztett hatásvizsgálatra utal. Ez utóbbi két alkatatás során a tanulók kutatási készségeit és a biológia tantárggyal kapcsolatos motivációját mértük. Továbbá a pedagógusok és tanulók véleményét is megkérdeztük egy-egy programértékelő során.



15. ábra. A kutatás szerkezete

5.2. Kutatási kérdések

A kutatási kérdések az alkatatások mentén kerülnek felsorolásra:

- I. *Hazai pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásról alkotott nézeteinek vizsgálata*
 1. Mennyire megfelelően működik a játékalapú tanulásról alkotott tanítási nézetek kérdőív (Hsu et al., 2017) a magyar pedagógusok esetében?
 2. Hogyan vélekednek a pedagógusok a digitálisjáték-alapú tanulásról?

3. Mennyiben befolyásolják a háttérváltozók a pedagógusok nézetét a digitálisjáték-alapú tanulásra vonatkozóan?
4. Alkalmazznak-e a pedagógusok digitális oktató játékokat a tanítási gyakorlatukban?
5. Azok a pedagógusok, akik nem alkalmaznak digitális oktató játékokat tanítási gyakorlatukban, milyen akadályozó tényezőknek tulajdonítják ezt?

A további kutatási kérdések azokra a pedagógusokra vonatkoznak, akik saját bevallásuk alapján alkalmaznak digitális oktató játékokat:

6. Milyen típusú digitális oktató játékokat alkalmaznak a tanítási gyakorlatukban?
7. Milyen céllal alkalmazzák a digitális oktató játékokat?
8. Milyen platformon alkalmaznak digitális oktató játékokat?
9. Mikor alkalmaznak digitális oktató játékokat?
10. Milyen forrásokból kaptak segítséget a digitális oktató játékok alkalmazásához?

II. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program – Tanulói demo kipróbálása

1. Megfelelően működnek-e a típusfeladatok?
2. Milyen kedveltségi preferencia állítható fel a feladatok között?
3. Hogyan alkalmazzák szívesen a programot a tanulók?
4. Mennyi idő szükséges a demo feladatok megoldásához?
5. Milyen továbbfejlesztési javaslatok vannak a tanulóknak?

III. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program – Adatbázis és weboldal tesztelése

1. Megfelelően működik-e az adatbázis és a weboldal?
2. Hogyan vélekedik a programról és a tanári segédanyagról a kipróbálásban részt vevő biológiatestőr?

IV. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program hatásvizsgálata – Kísérleti kipróbálás

1. Mennyire megfelelően működik a kutatási készség teszt és a biológia tanulási motiváció kérdőív 8. évfolyamos tanulók esetében?
2. Kimutatható-e különbség a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont és a kontroll csoport tanulói között a fejlesztés hatására?
3. Kimutatható-e különbség a biológia tanulási motivációban a fejlesztésbe bevont és a kontrollcsoport tanulói között a fejlesztés hatására?
4. Változik-e a fejlesztésbe bevont tanulók tantárgyi attitűdje a fejlesztés hatására?
5. Kimutatható-e különbség a kutatási készségekben a nemek között a fejlesztésbe bevont tanulók esetében?
6. Kimutatható-e különbség a biológia tanulási motivációban nemek között a fejlesztésbe bevont tanulók esetében?
7. Hogyan vélekednek a tanulók a BioTudós fejlesztőprogramról?
8. Kimutatható-e nemek szerinti különbség a BioTudós program megítélésében?
9. Hogyan vélekednek a tanárok a BioTudós fejlesztőprogramról és a tanári segédanyagról?

V. *Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program hatásvizsgálata* – Kiterjesztett hatásvizsgálat

1. Mennyire megfelelően működik a kutatási készség teszt és a biológia tanulási motiváció kérdőív 8. évfolyamos tanulók esetében?
2. Kimutatható-e különbség a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont és a kontrollcsoport tanulói között a fejlesztés hatására?
3. Kimutatható-e különbség a biológia tanulási motivációban a fejlesztésbe bevont és a kontrollcsoport tanulói között a fejlesztés hatására?
4. Változik-e a fejlesztésbe bevont tanulók tantárgyi attitűdje a fejlesztés hatására?
5. Kimutatható-e különbség a nemek között a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont tanulók esetében?
6. Kimutatható-e különbség a biológia tanulási motivációban nemek között a fejlesztésbe bevont tanulók esetében?
7. Hogyan vélekednek a tanulók a BioTudós fejlesztőprogramról?
8. Kimutatható-e nemek szerinti különbség a BioTudós program megítélésében?

5.3. Hipotézisek

A hipotézisek a kutatási kérdések szerint kerülnek bemutatásra. A hipotéziseket a nemzetközi és hazai szakirodalom alapján fogalmaztuk meg. A kiterjesztett hatásvizsgálat hipotéziseinek megfogalmazásakor figyelembe vettük a kísérleti kipróbálás eredményeit is.

I. *Hazai pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásról alkotott nézeteinek vizsgálata*

H1: A GTBS mérőeszköz magyar mintán is megbízhatóan alkalmazható (Hsu et al., 2017).

H2: A pedagógusok pozitívan vélekednek a digitálisjáték-alapú tanulásról (Hsu et al., 2013; Hsu et al., 2017).

H3: A pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulással kapcsolatos nézetében különbség mutatkozik a bevont háttérváltozók (nem, tanítási tapasztalat, életkor, tanítási szint) alapján (Bourgonjon et al., 2013; Linn et al., 2013; Proctor & Marks, 2013).

H4: A hazai általános és középiskolai tanárok alkalmaznak digitális oktatási játékokat a tanítási gyakorlatukban (Radnóti, 2006).

H5: Azok a pedagógusok, akik nem alkalmaznak digitális oktatási játékokat tanítási gyakorlatukban, első- és/vagy másodrendű korlátoknak tulajdonítják ezt (Ertmer, 2005).

II. *Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program hatásvizsgálata* – Kísérleti kipróbálás

A mérőeszközök megfelelő működésére vonatkozó hipotézis:

H6: A kutatási készség teszt (Korom, Pásztor et al., 2016) és a biológia tanulási motiváció kérdőív (Korom, B. Németh & Csíkos, 2016) megfelelően működik 8. évfolyamos tanulók körében.

A program fejlesztő hatásának hipotézise:

H7: A kísérleti csoport tanulói szignifikánsan jobban teljesítenek a kutatási készség teszten a fejlesztés hatására, mint a kontrollcsoport tanulói (Tsai et al., 2019).

A biológia tanulási motivációra és attitűdre gyakorolt pozitív hatás hipotézisei:

H8: A kísérleti csoport tanulóinak biológia tanulási motivációja szignifikánsan nő a fejlesztés hatására a kontrollcsoport tanulóihoz képest (Srisawasdi & Panjaburee, 2018).

H9: A fejlesztésbe bevont tanulók tantárgyi attitűdje pozitív irányba változik (White & McCoy, 2019).

A különböző nemű tanulók azonos fejlesztésére vonatkozó hipotézisek:

H10: Nincs szignifikáns különbség a nemek között a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont tanulók esetében, a fejlesztés hatására (Pine et al., 2006).

H11: Nincs szignifikáns különbség a nemek között a biológia tanulási motivációban a fejlesztésbe bevont tanulók esetében, a fejlesztés hatására (Schumm & Bogner, 2016).

A tanulói és tanári véleményekre vonatkozó hipotézisek:

H12: A fejlesztésbe bevont tanulók pozitívan vélekednek a programról (Sabourin, 2014).

H13: A BioTudós program megítélése eltér a különböző nemű tanulók esetében (Hsieh et al., 2016; Inal & Cagiltay, 2007).

H14: A tanárok pozitívan vélekednek a programról, és hasznosnak találják a tanári segédanyagot (Bónus & Nagy, 2021b).

III. *Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program hatásvizsgálata – Kiterjesztett hatásvizsgálat*

A mérőeszközök megfelelő működésére vonatkozó hipotézis:

H15: A kutatási készség teszt (Korom, Pásztor et al., 2016) és a biológia tanulási motiváció kérdőív (Korom, B. Németh & Csíkos, 2016) megfelelően működik 8. évfolyamos tanulók körében.

A program fejlesztő hatásának hipotézisei:

H16: A kísérleti csoport tanulói szignifikánsan jobban teljesítenek a kutatási készség teszten a fejlesztés hatására, mint a kontrollcsoport tanulói (Tsai et al., 2019).

A biológia tanulási motivációra és attitűdre gyakorolt hatás hipotézisei a kísérleti kipróbálás alapján:

H17: A kísérleti csoport tanulóinak biológia tanulási motivációja nem változik szignifikánsan a fejlesztés hatására a kontrollcsoport tanulóihoz képest.

H18: Nem változik a fejlesztésbe bevont tanulók tantárgyi attitűdje.

A különböző nemű tanulók azonos fejlesztésére vonatkozó hipotézisek:

H19: Nincs szignifikáns különbség a nemek között a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont tanulók esetében, a fejlesztés hatására (Pine et al., 2006).

H20: Nincs szignifikáns különbség a biológia tanulási motivációban nemek között a fejlesztésbe bevont tanulók esetében, a fejlesztés hatására (Schumm & Bogner, 2016).

A tanulói véleményekre vonatkozó hipotézisek a kísérleti kipróbálás alapján:

H21: A fejlesztésbe bevont tanulók pozitívan vélekednek a programról (Sabourin, 2014).

H22: A BioTudós program megítélése eltér a különböző nemű tanulók esetében (Hsieh et al., 2016; Inal & Cagiltay, 2007).

6. HAZAI PEDAGÓGUSOK DIGITÁLISJÁTÉK-ALAPÚ TANULÁSRÓL ALKOTOTT NÉZETEINEK VIZSGÁLATA

6.1. Célok

A kutatás célja a magyar pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásról alkotott nézeteinek vizsgálata.

6.2. Módszerek

6.2.1. Minta

A szegedi pedagógus mintát 102 fő (16 férfi és 86 nő; 47 fő általános iskolai tanár és 49 fő középiskolai tanár) alkotta, átlagéletkoruk 47,32 év (szórás=10,23), a tanári pályán töltött évek számának átlaga 21,81 (szórás=11,95). A minta kialakítása úgy történt, hogy a KIR adatbázis alapján az összes szegedi általános és középiskola intézményvezetőjét levélben megkerestük, és felkértük őket arra, ajánlják az intézményükben dolgozó pedagógusok figyelmébe a kérdőívet. Ezen felül az SZTE TTIK Biológia Intézetéhez kapcsolódó nagyköveti hálózat tagjainak és volt egyetemi tanár szakos hallgatóknak, azóta már pályán lévő pedagógusoknak küldtük el a kérdőívet.

6.2.2. Mérészközök

A felhasznált mérőeszköz a Game-based-learning Teaching Belief Scale (GTBS), amely a nemzetközi szakirodalom alapján megbízhatóan méri a tanárok nézeteit a digitálisjáték-alapú tanulással kapcsolatban (Hsu et al., 2017). A kérdőívet magyar nyelvre adaptáltuk (1. melléklet) (Bónus & Antal, 2021b). Az első fordítást több személlyel egyeztetve, csapatmunkában végeztük el. Ebben a munkában részt vett egy angoltanár, egy angolul felsőfokon beszélő PhD hallgató, egy angolul anyanyelvi szinten beszélő tanár és biológus kutató, a témában szakértő egyetemi oktató. A végleges verziót fordítás-visszafordítás elv alapján ellenőriztük, amelynek során a tételket visszafordította egy angoltanár, aki az eredeti verziót nem ismerte. Az eredeti és a visszafordított tétel között jelentős, értelmezést befolyásoló eltérés nem volt.

A kérdőívet 7-fokú Likert-típusú skála jellemzi (1: egyáltalán nem értek egyet, 7: teljes mértékben egyetértek). A GTBS kérdőív kilenc iteme három alskálát alkot: (1) nézet, (2) magabiztosság és (3) motiváció. Mindhárom alskála három itemet tartalmaz.

A nézet a tanárok digitálisjáték-alapú tanulásra vonatkozó szubjektív és határozott nézőpontjai, meglátásai. A magabiztosság a tanárok digitális oktatójátékok alkalmazásával kapcsolatos magabiztossága és tapasztalata. Kutatásunk során alkalmazott kérdőívben egy alskála a motiváció neve kapta, de a motiváció ebben az esetben a tanárok digitálisjáték-alapú tanulással kapcsolatos jövőbeni elfogadására vonatkozó elkötelezettségére, hajlandóságára utal (Hsu et al, 2017).

Az eredeti háttérváltozókat kiegészítettük néhány új változóval. Fontosnak tartottuk megkérdezni, hogy a pedagógus alkalmaz-e digitális oktató játékot a tanítási

gyakorlatában; milyen digitális oktatási játékot milyen céllal, milyen platformon, mikor alkalmaz; milyen forrásokból kap segítséget az alkalmazáshoz; illetve amennyiben nem alkalmaz, plusz segítséggel megfontolná-e az alkalmazást. Ezekre a kérdésekre a válaszadóknak egy felsorolásból kellett kiválasztaniuk a rájuk jellemző választ.

Az, hogy a pedagógus alkalmaz-e digitális oktató játékot, fontos lehet a hazai pedagógusok vélekedéseinek nemzetközi trendben való elhelyezése, valamint a gyakorlati felhasználás szempontjából. Ebből az információból következtetni tudunk a felhasználás körülményeire, főbb területeire, valamint betekintést nyerünk a pedagógusok tanítási gyakorlatába. Mivel fő kutatásunk végső célja egy digitálisjáték-alapú, a kutatási készségeket biológia tantárgyi tartalomba ágyazottan fejlesztőprogram kidolgozása, ezért a program felépítése szempontjából fontos lehet, hogy milyen segítségre van szüksége a pedagógusoknak ahhoz, hogy sikeresen alkalmazzanak egy ilyen típusú programot. Összességében a bevont változók célja minden esetben az, hogy feltárjuk és megértsük a hazai pedagógusok vélekedéseit a digitálisjáték-alapú tanulásról, hogy a kidolgozás alatt lévő fejlesztőprogramot hatékonyan tudjuk integrálni a közoktatásba.

6.2.3. Eljárások

Adatgyűjtés

Az adatok gyűjtése Google űrlap segítségével történt. A válaszadás anonim volt, a válaszokat online rögzítettük. A kérdőív kitöltése kb. 5-10 percet vett igénybe. A kérdőív 2019 februárjától 2019 júniusáig volt elérhető.

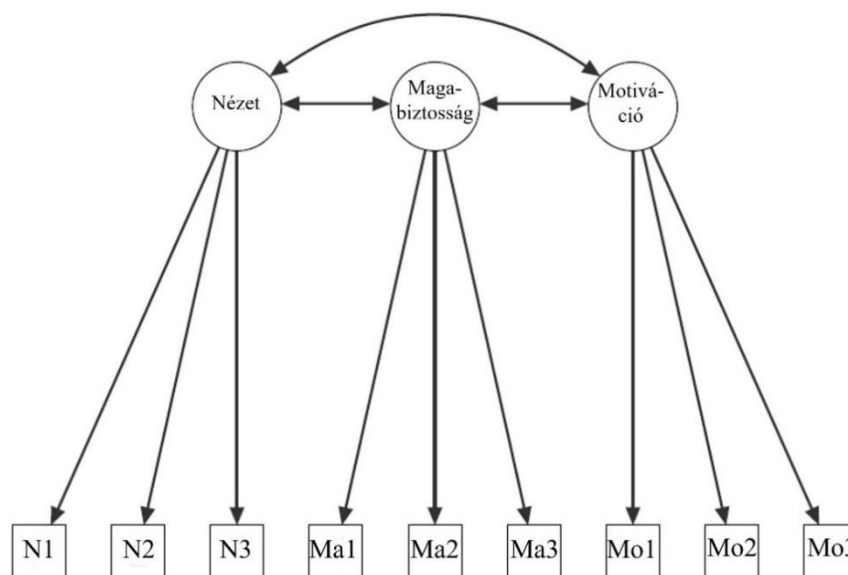
Adatelemzés

A rögzített adatok elemzéséhez az SPSS 22 statisztikai programot és a Jamovi 1.6.8 szoftvert használtuk. Az átlagokat és a szórást a Likert-típusú skálán kapott értékekből számoltuk ki. A GTBS kérdőív validitásának ellenőrzésére megerősítő és feltáró faktoranalízist és klaszteranalízist végeztünk. A kérdőív reliabilitását a Cronbach- α kiszámításával becsültük meg. Annak feltárására, hogy a tanítási szint és a nem alapján van-e különbség a pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásra vonatkozó nézetei között, kétmintás t-próbákat végeztünk. Annak vizsgálatára, hogy az életkor és a tanítási tapasztalat alapján van-e különbség a pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásra vonatkozó nézetei között, ANOVA vizsgálatokat végeztünk. Korrelációs számítást végeztünk, hogy feltárjuk az életkor, a tanítási tapasztalat, valamint a GTBS alskálák közötti összefüggéseket.

6.3. Eredmények és megbeszélésük

1. kutatási kérdés: Mennyire megfelelően működik a játékalapú tanulásról alkotott tanítási nézetek kérdőív (Hsu et al., 2017) a magyar pedagógusok esetében?

Az elméleti modell szerkezeti felépítése a 16. ábrán látható. A körökben található a látens változók, a négyzetekben az egyes kérdőív-ételek, a nyilak a kapcsolatokat jelölik.



16. ábra. Elméleti modell: A GTBS kérdőív szerkezte

Megjegyzés: *N*: nézet, *Ma*: magabiztosság, *Mo*: motiváció; *Mo1*, *Ma1*, *Ma2* és *Ma3* negatív megfogalmazású tételek

A megerősítő faktoranalízis során a következő modellilleszkedési mutatókat alkalmaztuk: Chi-négyzet illeszkedési mutató osztva a szabadságfokok számával (χ^2/df), RMSEA (*Root Mean Square Error of Approximation*), SRMR (*Standardized Root Mean Square Residual*), CFI (*Comparative Fit Index*), TLI (*Tucker-Lewis Index*) (Brown, 2006; Hu & Bentler, 1999; Wang & Wang, 2012). Azért alkalmazzuk χ^2 helyett χ^2/df mutatót, mivel χ^2 értéke nagyban függ a minta nagyságától. A minta nagyságának χ^2 -re gyakorolt hatását úgy lehet csökkenteni, ha ennek értékét elosztjuk a szabadságfokok számával. Az így kapott mutató értékének ideális tartománya 1,00-3,00 között van (Glynn et al., 2011).

A modellilleszkedési mutatók, annak értékei és az ajánlások a 8. táblázatban olvashatók. Habár az SRMR és a CFI értékek megfelelőek, a többi mutató alapján a modellilleszkedés nem megfelelő. Ezért a modell módosítása szükséges.

8. táblázat. A GTBS kérdőív eredeti struktúrájának modellilleszkedési mutatói magyar mintán

Illeszkedési mutatók	GTBS	Ajánlás	Modellilleszkedés
χ^2/df	3,14	$\leq 3,00$	nem illeszkedik
RMSEA	0,145	Tökéletes $\leq 0,05 \leq$ Jó $\leq 0,08$	nem illeszkedik
SRMR	0,077	Jó $\leq 0,08$	jó
CFI	0,902	Tökéletes $\geq 0,95 \geq$ Jó $\geq 0,90$	jó
TLI	0,853	$0,90 < TLI < 0,95$	nem illeszkedik

A tételmutatók megvizsgálása után a problémás item (Mo3) kihagyása után újra ellenőriztük a kérdőív szerkezetét, és a modellilleszkedési mutatók jelentősen javultak. Az Mo3 tétel elhagyása után végzett CFA eredményét a 9. táblázat tartalmazza.

9. táblázat. GTBS kérdőív modell illeszkedési mutatói Mo3 item elhagyásával

<i>Illeszkedési mutatók</i>	<i>GTBS</i>	<i>Ajánlás</i>	<i>Modellilleszkedés</i>
χ^2/df	1,73	$\leq 3,00$	jó
RMSEA	0,080	Tökéletes $\leq 0,05$ Jó $\leq 0,08$	jó
SRMR	0,058	Jó $\leq 0,08$	jó
CFI	0,97	Tökéletes $\geq 0,95$ Jó $\geq 0,90$	tökéletes
TLI	0,95	$0,90 < TLI < 0,95$	jó

Ezt követően feltáró faktoranalízist végeztünk ($KMO=0,80$; $R^2=68$), melynek eredménye megerősítette a CFA eredményét. A reliabilitás értékei (Cronbach- α) 0,88; 0,94 és 0,74 voltak a Nézet, Magabiztosság és Motiváció alskálák esetében, és 0,87 a teljes mérőeszközön. Ez azt jelenti, hogy a belső konzisztencia jó. Minden további elemzés az Mo3 elem törlése után történt. Hierarchikus klaszteranalízist (*between groups linkage*) is alkalmaztuk. A klaszteranalízis eredményeként a GTBS kérdőív esetében létrejött klaszterek száma három, amely megegyezik a kérdőív eredeti szerkezetében jelölt csoportokkal. Tehát az első hipotézissel (H_1) kapcsolatban megállapítható, hogy a kérdőív a hazai mintán megfelelő megbízhatósággal mér, ugyanakkor a kérdőív szerkezetében egy item elhagyása javasolt. Ezért H_1 részben igazolódott, mivel módosításra volt szükség.

2. kutatási kérdés: *Hogyan vélekednek a pedagógusok a digitálisjáték-alapú tanulásról?*

A kutatási kérdés megválaszolására átlagot és szórást számoltunk. A kitöltők egyetértésüket fejezték ki az állításokkal kapcsolatban, ami azt jelenti, hogy pozitívan vélekednek a DGBL-ről, elkötelezettek és magabiztosak a digitális játékok alkalmazásával kapcsolatban (10. táblázat). Ez azért fontos eredmény, mert a tanárok személyes játéktapasztalata, a technológia iránti érdeklődése és az IKT-val kapcsolatos önhatékonysága jelentős szerepet játszik a DGBL-hez való viszonyulás kialakulásában, amely meghatározza, hogy a tanárok bevezetnek-e pedagógiai újításokat a tanítási gyakorlatukba (Ailincai & Gabillon, 2018; Kaimara et al., 2021). Ezt támasztja alá az állítás is, miszerint a DGBL alkalmazása és eredményessége a tanárok általi elfogadásától függ (Bourgonjon et al., 2013). A szakirodalom alapján feltételeztük, hogy a pedagógusok pozitívan vélekednek a digitálisjáték-alapú tanulásról, amely hipotézisünk (H_2) a kapott adatok alapján igazolást nyert.

10. táblázat. A GTBS alskálákhoz tartozó Likert-típusú skálán adott értékek átlaga és szórása

<i>Alskálák</i>	<i>Átlag</i>	<i>Szórás</i>
Nézet	5,66	1,13
Magabiztosság	5,54	1,34
Motiváció	5,85	1,44

3. kutatási kérdés: Mennyiben befolyásolják a háttérváltozók a pedagógusok nézetét a digitálisjáték-alapú tanulásra vonatkozóan?

Kétmintás t-próbákat végeztünk annak feltárására, hogy a pedagógusok tanítási szintje (általános vagy középiskolai tanár) és neme befolyásolja-e digitálisjáték-alapú tanulásra vonatkozó nézetüket. Egyik esetben sem találtunk szignifikáns különbséget. Ez azt jelenti, hogy nem igazolható, hogy a középiskolai tanárokhoz képest az általános iskolai tanárok nagyobb önhatékonysággal rendelkezének, vagy erősebb meggyőződést, magabiztosságot és motivációt mutatnának a játékok tanórai használatát illetően (Hsu et al., 2017). Bár a szakirodalom alapján a digitális játékokkal való tanítás gyakoribb az általános iskolai tanárok körében (Bourgonjon et al., 2013; Proctor & Marks, 2013), a magyar általános és középiskolai tanárok nézeteiben ez a hatás nem jelentkezik. A nemek esetében Hsu, Tsai, Chang és Liang (2017) sem talált szignifikáns különbséget. Bár egyes kutatók arról számoltak be, hogy a férfi tanárok képzetebbek az IKT-források és eszközök használatában, mint a női tanárok (Kaarakainen et al., 2018), ez a különbség nem jelenik meg a DGBL-lel kapcsolatos nézeteikben (Jang & Tsai, 2012). Ez az eredmény annak is köszönhető, hogy jóval több nő volt a mintában, mint férfi, ami jól reprezentálja a magyar pedagógustársadalmat. A tanítási szint szerinti kétmintás t-próba eredménye a 11., a nem szerinti kétmintás t-próba eredménye a 12. táblázatban olvasható.

11. táblázat. Általános és középiskolai tanárok digitálisjáték-alapú tanulásról kialakított nézete

Alskálák	Statisztikai mutatók	Általános iskolai tanár (N=47 fő)	Középiskolai tanár (N=49 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Nézet	Átlag	5,72	5,59	2,804	0,097	0,528	0,599
	Szórás	1,06	1,23				
Magabiztosság	Átlag	5,73	5,31	0,417	0,520	1,498	0,137
	Szórás	1,26	1,46				
Motiváció	Átlag	5,99	5,66	0,361	0,549	0,280	0,276
	Szórás	1,36	1,54				

12. táblázat. Pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásról kialakított nézete nemek szerint

Alskálák	Statisztikai mutatók	Nő (N=86 fő)	Férfi (N=16 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Nézet	Átlag	5,64	5,77	2,063	0,154	0,412	0,681
	Szórás	1,07	1,46				
Magabiztosság	Átlag	5,61	5,14	0,087	0,768	1,280	0,204
	Szórás	1,30	1,54				
Motiváció	Átlag	5,96	5,22	3,661	0,059	1,925	0,126
	Szórás	1,35	1,77				

Egyszempontos varianciaanalízist végeztünk, hogy feltárjuk, van-e szignifikáns különbség az életkor alapján a GTBS alskálák között. Az eredeti munkában a szerzők három kategóriát alkalmaztak a pedagógusok életkor alapján történő csoportosítására (21-30; 31-40; 40 felett). Ha ugyanazt a csoportosítást alkalmaznánk, a mi mintánk 77,45%-a egy kategóriát alkotna, ezért életkor alapján négy kategóriába osztottuk a pedagógusokat (1=21-30; 2=31-40; 3=41-50, 4=51-65). A kategóriaképzés a nemzetközi pedagógiai kutatások mintájára készült, hiszen ezek azok az életkorcsoportok, amelyek alapján különbségre számíthatunk a GTBS alskálák esetén (Hsu et al., 2017; Lin et al., 2012).

Arra számítottunk, hogy a fiatalabb tanárok magabiztosabbak a DGBL-ben (Lin et al., 2013), mert a magasabb életkor az IKT-használat problémáinak és korlátainak magasabb szintű észlelésével járhat (Scherer et al., 2015). Ezzel szemben azt tapasztaltuk, hogy az alskálák esetében nincs szignifikáns különbség. Ez annak tudható be, hogy a mintában nagy arányban vannak olyan pedagógusok, akik valóban elkötelezettek a tanári pálya iránt, ezért folyamatosan törekszenek tudásuk megőrzésére, frissítésére. Az életkorcsoportok szerinti ANOVA vizsgálat eredményeit a 13. táblázat tartalmazza.

13. táblázat. Varianciaanalízis eredményei a GTBS alskáláin, életkori csoportok szerinti bontásban

Alskálák	Életkori csoportok (év)								Varianciaanalízis	
	(1) 21-30 (N=11 fő)		(2) 31-40 (N=12 fő)		(3) 41-50 (N=35 fő)		(4) 51-65 (N=44 fő)		F	P
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Nézet	5,79	1,36	5,36	0,87	5,49	1,32	5,85	0,95	0,982	0,405
Magabiztosság	6,09	0,65	4,92	1,60	5,59	1,49	5,53	1,24	1,518	0,215
Motiváció	6,18	1,75	5,75	1,21	5,91	1,34	5,74	1,53	0,317	0,813

További egyszempontos varianciaanalízist hajtottunk végre azzal a céllal, hogy megvizsgáljuk, van-e különbség a GTBS alskálái között a tanítási tapasztalat alapján. A pedagógusokat három részmintába soroltuk a tanítással eltöltött évek száma alapján (1=0-10, 2=11-20; 3=21-től), azonban tanítási tapasztalat szerint sem találtunk szignifikáns különbséget (14. táblázat). A szakirodalom alapján feltételeztük, hogy a pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulással kapcsolatos nézetében különbség mutatkozik a bevont háttérváltozók (nem, tanítási tapasztalat, életkor, tanítási szint) alapján (Bourgonjon et al., 2013; Linn et al., 2013; Proctor & Marks, 2013), ugyanakkor ezt a hipotézist (H₃) a bemutatott eredmények megcáfolták.

14. táblázat. Pedagógusok GTBS alskáláin végzett ANOVA vizsgálatának eredményei tanítási tapasztalat szerint

Alskálák	Tanítási tapasztalat (év)						Varianciaanalízis	
	(1) 0-10 (N=21 fő)		(2) 11-20 (N=22 fő)		(3) ≥ 21 (N=59 fő)		F	p
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Nézet	5,51	1,13	5,36	1,48	5,83	0,95	1,638	0,200
Magabiztosság	5,41	1,35	5,60	1,55	5,56	1,28	0,125	0,883
Motiváció	5,98	1,55	5,89	1,34	5,79	1,46	0,139	0,870

Fontosnak tartottuk megvizsgálni azt is, hogy a demográfiai változók (életkor, tanítási tapasztalat) korrelálnak-e a GTBS kérdőívek alskáláival, ezért Pearson-féle korrelációs együtthatókat számoltunk. Nem találtunk összefüggést a demográfiai változók és a GTBS alskálák között. Ugyanakkor azt tapasztaltuk, hogy a motiváció a nézet faktoral (r=0,66, p<0,01), a magabiztosság a nézet (r=0,54, p<0,01) és motiváció (r=0,50, p<0,01) faktorokkal korrelál. Ez az eredmény megerősíti, hogy mindhárom faktor fontos tényező a tanárok digitálisjáték-alapú nézetét illetően.

4. kutatási kérdés: *Alkalmaznak-e a pedagógusok digitális oktató játékokat a tanítási gyakorlatukban?*

A kitöltő pedagógusok 82,35%-a vallotta azt, hogy alkalmaz digitális játékokat tanítási gyakorlatában, amely rendkívül magas érték. Ha tovább vizsgáljuk az alkalmazás gyakoriságát, akkor azt tapasztaljuk, hogy a kitöltők jelentős százaléka néha (37,25%) vagy gyakran (34,31%) alkalmaz digitális oktató játékokat, míg a kitöltők 17,65%-a egyáltalán nem, 10,78%-a nagyon gyakran alkalmaz digitális oktató játékokat. Feltételezhető, hogy azok a tanárok, akik alkalmaznak digitális oktató játékokat, felül voltak reprezentálva a mintában, hiszen az online kérdőív egyfajta szűrő, így azok a tanárok, akik nyitottabbak a játékokra, nagyobb valószínűséggel tölthették ki azt. Ugyanakkor az a hipotézisünk, amely szerint a hazai általános és középiskolai tanárok alkalmaznak digitális oktatási játékokat a tanítási gyakorlatukban (H₄) (Radnóti, 2016), igazolást nyert.

5. kutatási kérdés: *Azok a pedagógusok, akik nem alkalmaznak digitális oktató játékokat tanítási gyakorlatukban, milyen akadályozó tényezőknek tulajdonítják ezt?*

A kérdőív ezen részét nehézségeknek neveztük el, és négy állítással kapcsolatban kellett kifejeznie az egyetértés mértékét egy 1-5-ig terjedő intenzitás-skálán azoknak a pedagógusoknak, akik a kérdőív korábbi kérdésére azt válaszolták, hogy egyáltalán nem alkalmaznak digitális oktató játékokat a tanítási gyakorlatukban. Az eredményeket a 15. táblázat mutatja be. Leginkább azzal értettek egyet a kitöltők, hogy ha plusz segítséget kapnának, szívesen alkalmaznának digitális oktató játékokat, ami előremutató eredmény. Továbbá azzal is egyetértettek, hogy az iskolai infrastruktúra rendelkezésre áll digitális oktató játékok alkalmazásához. Két nehézség rajzolódott ki, kevés a rendelkezésre álló idő és a digitális oktató játékok ismeretének hiánya. Ez utóbbiban

lehet szüksége támogatásra a pedagógusoknak. Hiszen, ha megismeri a digitális oktató játékokat, akkor jobban tudja tervezni a tanórán való alkalmazást is, ami segítheti az időben való tervezést is.

A kérdőív végén lévő nyílt kérdés lehetőséget biztosított arra, hogy egyéb, a témához kapcsolódó gondolataikat is megoszthassák a kutatásba bekapcsolódott pedagógusok. Összesen nyolc fő fogalmazott meg véleményt. Ezekben a leírásokban egy pedagógus úgy fogalmazott, hogy „Túl nagy a tananyag ahhoz, hogy játszadoxni lehessen tanórán”. Volt, aki azt írta, általánosságban ellenzi a „kütyük” használatát tanórán. Ezek egyfajta másodrendű korlátoknak tűnnek, hiszen ezen kijelentések alapján feltételezhető, hogy valószínűleg nem vélekednek pozitívan a digitális játékok oktatási kontextusban történő alkalmazásáról, nem látják azok előnyeit.

Feltételeztük, hogy azok a pedagógusok, akik nem alkalmaznak digitális oktató játékokat tanítási gyakorlatukban, első- és/vagy másodrendű korlátoknak tulajdonítják ezt (Ertmer, 2005). A kitöltő pedagógusok válaszai alapján előfordulnak elsőrendű (idő, képzések hiánya) – és másodrendű korlátok (nem hisz benne, hogy hasznos lehet) a nehézségek között, ezért ezt a hipotézist (H₅) sikerült igazolnunk.

15. táblázat. Digitális oktató játékok alkalmazásának nehézségei

<i>Nehézség</i>	<i>Átlag</i>	<i>Szórás</i>
Digitális oktató játékok ismeretének hiánya	2,38	1,46
Iskolai infrastruktúra	4,34	2,40
Kevés idő a tanórán	2,39	1,79
Plusz segítség	4,39	2,15
Egyéb		
Pl.: Nem releváns a tantárgyban (dráma, testnevelés)		

6. kutatási kérdés: Milyen típusú digitális oktató játékokat alkalmaznak a pedagógusok a tanítási gyakorlatukban?

A kérdőívben megadtunk néhány játéktípust, amelyek közül választhattak a tanárok, ugyanakkor volt lehetőségük egyéb mezőben megadni olyan típusokat is, amelyet nem találtak meg a felsorolásban (1. melléklet). Fontos továbbá, hogy nemcsak egy választ, akár az összes opciót bejelölhették. A kitöltők leggyakrabban puzzle és szimulációs játékokat alkalmaznak, ezt követik a szerepjátékok, stratégiai játékok, kalandjátékok és végül az akciójátékok. Érdekes kiegészítéseket is tettek a pedagógusok, hiszen az egyéb mezőben megjelentek olyan játéktípusnak feltételezett kategóriák, amelyek önmagukban nem tekinthetők játéknak (pl. keresd meg a helyes választ, feleletválasztós). Illetve néhány esetben a rövid megnevezés (pl. logikai, topográfiai) miatt nem lehet megítélni, hogy valóban játékról van-e szó (16. táblázat).

16. táblázat. Játéktípusok előfordulási gyakorisága

<i>Játéktípusok</i>	<i>Előfordulási gyakoriság (%)</i>
Puzzle	60,40
Szimulációs játék	30,79
Szerepjáték	23,76
Stratégiai játék	19,80
Kalandjáték	12,87
Akcójáték	2,97
Egyéb	
Drill – versengés	0,98
Keresd meg a helyes választ	0,98
Kvíz	1,96
Logikai	0,98
Feleletválasztós	0,98
Web 2.0. játékok, Okosdoboz	0,98
Ritmusjáték, hallásfejlesztő játék (Zenesziget applikáció)	0,98
Topográfiai	0,98

7. kutatási kérdés: *Milyen céllal alkalmazzák a digitális oktató játékot?*

Ebben az esetben is megadtunk választási lehetőségeket, és szintén volt lehetőség egyéb kiegészítést tenni, valamint több választ is bejelölni. Az így kapott eredményeket a 17. táblázat foglalja össze. A kitöltők leggyakrabban motiválás, készségfejlesztés, ellenőrzés céljával alkalmazzák digitális oktató játékokat. Ezeket a célokat követi a tartalmi tudás gyarapítása, tehetséggondozás, felzárkóztatás és értékelés.

17. táblázat. Digitális oktató játékok alkalmazásának célja

<i>Cél</i>	<i>Előfordulási gyakoriság (%)</i>
Motiválás	76,24
Készségfejlesztés	51,48
Ellenőrzés	45,54
Tartalmi tudás gyarapítása	39,60
Tehetséggondozás	36,64
Felzárkóztatás	29,70
Értékelés	16,83

8. kutatási kérdés: *Milyen platformon alkalmazzák digitális oktató játékokat?*

Három lehetőség közül választhattak a kitöltők: számítógép, mobiltelefon és tablet, illetve több opciót is bejelölhettek. Előzetes várakozásainknak megfelelően a számítógép a leggyakrabban használt platform (70,29%), ezt követi a mobiltelefon (24,74%), végül a tablet (24,75%).

9. kutatási kérdés: Mikor alkalmaznak digitális oktató játékokat?

A kitöltők két lehetőség közül választhattak: tanórán, tanórán kívül vagy bejelölhették mindkét opciót. Tanórán a kitöltők 54,45%-a, tanórán kívül 2,97%-a, tanórán és azon kívül is 24,75%-a alkalmaz digitális oktató játékot. A megkérdezettek 17,82%-a üresen hagyta a mezőket.

10. kutatási kérdés: Milyen forrásokból kaptak segítséget a digitális oktató játékok alkalmazásához?

A digitális oktató játékok alkalmazásához leggyakrabban a továbbképzéseken kaptak segítséget a pedagógusok, valamint az egyetemen és a szaktanácsadások alkalmával. Habár az önfejlesztést senki nem jelölte meg, az interneten (szakmai fórumokon, blogokon) történő utána olvasás, valamint a kollégák tudásmegosztása egymással önfejlesztésnek tekinthető. Ez azért sem mellékes, mert a megkérdezettek több mint fele (66,33%) kapott segítséget ilyen forrásból (18. táblázat).

18. táblázat. A digitális oktató játékok alkalmazásához segítségként használt források

Forrás	Előfordulási gyakoriság (%)
Továbbképzés	33,66
Egyetem	11,88
Szaktanácsadás	3,96
Önfejlesztés	0,00
Egyéb	
Internet (szakmai fórumok, blogok)	16,83
Kollégák (iskolában, tágabb környezetben)	49,50

6.4. Összegzés, következtetések

A mérés eredményeként megállapítható, hogy a választott kérdőív magyarországi mintán történő alkalmazása során figyelembe kell venni, hogy az eredeti kérdőív szerkezethez képest eltéréseket tapasztalhatunk. Azonban az Mo3 item elhagyása után a mérőeszköz megfelelően működik.

A megerősítő és feltáró faktoranalízis során javasolt szerkezet mentén elemezve a mintát azt tapasztaltuk, hogy a válaszadó pedagógusok pozitívan ítélik meg a digitálisjáték-alapú tanulást, szívesen alkalmaznák azt, és magabiztosak az alkalmazással kapcsolatban. Ezek az eredmények alátámasztják egy játékos kutatásalapú fejlesztőprogram létjogosultságát.

A digitálisjáték-alapú tanulással kapcsolatos nézetekben nem találtunk szignifikáns különbséget a bevont háttérváltozók, vagyis a tanítási szint, a nem, az életkor és a tanítási tapasztalat alapján.

Azonban figyelembe kell venni, hogy az online kérdőív kitöltése egyfajta szűrőként funkcionál, hiszen feltételezhető, hogy azok töltötték ki a kérdőívet, akik érdeklődést mutatnak a téma iránt. Ezt támasztja alá, hogy a kitöltők 82,35%-a vallotta azt, hogy alkalmaz digitális oktató játékokat a tanítási gyakorlatában. A játéktípusok közül a puzzle, a szimulációs és a szerepjáték a leggyakrabban alkalmazott játék. Ennek megfelelően több szimulációt is elhelyeztünk a programban. A játékot főleg motiválás, készségfejlesztés és ellenőrzés céljával építik be a tanárok a tanítási gyakorlatukba. A leggyakrabban alkalmazott platform a számítógép, és az alkalmazás helyszíne

leggyakrabban a tanóra. Ezért a fejlesztőprogramot számítógépre terveztük. Továbbá a válaszok megerősítik, hogy a tanároktól nem idegen az oktatási célú játékok tanórai alkalmazása képességfejlesztés céljából. Ez azért jelentős, mert a fejlesztőprogram gyakorlati felhasználásának egyik kulcsszereplője a pedagógus.

A digitális játékokkal kapcsolatos segítség forrása leginkább az önfejlesztés. Azok a tanárok, akik nem alkalmaznak digitális oktató játékot nehézségként az időhiányt és a digitális oktató játékok ismeretének hiányát nevezték meg. Ezek az eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy a fejlesztőprogram kipróbálásához hasznos egy tanári segédanyag, amely tartalmazza a program szerkezetét, feladatait, a megoldásokat és annak magyarázatait, valamint érdemes javaslatot megfogalmazni a feladatok ütemezésére is.

Fontos megjegyezni, hogy nemcsak a vélekedések fontosak, a digitálisjáték-alapú tanulással kapcsolatos tudás is meghatározó jelentőségű. Ezért fontosnak tartjuk a kutatás kibővítését a magyar pedagógusok játék pedagógiai tartalmi tudásának vizsgálatával. Ennek feltárása további feladatunk.

7. BIOTUDÓS DIGITÁLIS FEJLESZTŐPROGRAM OKTATÁSI JELLEMZŐI

A BioTudós digitális fejlesztőprogram az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport támogatásával készült el. A program feladatait én dolgoztam ki, a feladatokat Dr. Nagy Lászlóné Dr. Antal Erzsébet és Dr. Korom Erzsébet ellenőrizte szakmailag. A program tartalmát, feladatait Dr. Bagyánszki Mária lektorálta. A programozói háttérmunkát Bűn Tamás egyetemi hallgató végezte el, az ő munkáját Dr. Varga László irányította és segítette. A grafikus feladatokat Szabó Viola és Pap Kincső látta el.

A fejlesztőprogram elkészítése több lépésben valósult meg. A feladatokat a 8. évfolyamos biológia tananyag tartalmára írtuk meg, majd ezt követte a feladatok állomásokba rendezése tartalom, majd nehézségi szint szerint. A megtervezett állomások digitalizálása a Unity platformon történt. A feladatok rögzítésével párhuzamosan helyeztük el az összekötő, a kerettörténet, az érme, az ajándék és a segítség vásznakát, valamint a hangelemeket. Utolsó lépésként az állomásokat összekötő, kétdimenziós játékokat ágyaztuk be a programba.

7.1. A fejlesztőprogram célja

A BioTudós digitális fejlesztőprogram célja a kutatási készségek fejlesztése játékos kutatásalapú tanulással biológia tantárgyi tartalom, 8. évfolyamos tanulók körében. A program a Unity játék-motor 2019.2.19f1 verziójában készült, C# programnyelven.

A BioTudós fejlesztőprogram biológia tantárgyba integrálható, ugyanakkor nem helyettesíti a laboratóriumi megfigyeléseket és kísérleteket. Egy opcionális, digitális, kutatási készségeket fejlesztő, biológiaórán és házi feladatként is alkalmazható fejlesztőprogramnak ajánljuk.

A program jellemzése a következő szempontok szerint történik: oktatási célok, tanulási eredmények, fejlesztés folyamata, indikátorok.

7.2. Oktatási célok

Az oktatási célok közé tartozik az elméleti és fogalmi ismeretek bővítése, amely a következő területeket érinti: a bőr rétegei, naptejek factorszáma, bőrben található

receptorok, pulzus, nyugalmi pulzus, pulzusváltozás mozgás hatására, mirigyváladékok (nyál, gyomornedv, epe, hasnyál, bélnedv) emésztésben betöltött szerepe, BMI fogalma és kiszámítása, vitálkapacitás, vércsoportok, vércsoport-meghatározás, vese működése, vesekő, inzulin hatása, cukorbetegség. Összefoglalva, a program érinti a bőr és a mozgásszervrendszer, a szervezet anyagforgalma, az életfolyamatok szabályozása és az érzékelés témaköröket. A felsorolás mutatja, hogy a játékprogram tartalmát tekintve a 8. évfolyamos biológia-tananyagot követi, amely tartalom alkalmas kutatásalapú feladatok készítésére. Szintén oktatási cél a természettudományos és gyakorlati készségek (*scientific and practical skills*), ezen belül a következő kutatási készségek fejlesztése: adatértelmezés, változók azonosítása, változók kontrollja, következtetés, kísérlettervezés, kutatási kérdés azonosítása, hipotézis azonosítása. Az utolsó oktatási cél a biológia tanulási motiváció területeinek – intrinzik motiváció, önhatékonyság, öndetermináció, jegyért tanulás és karrier motiváció – növelése.

7.3. Tanulási eredmények

A tanulási eredmények arra a kérdésre adnak választ, hogy mit fog megtanulni a program segítségével a tanuló. A fejlesztés során a tanulók a 8. évfolyamos biológia tananyagot alkalmazzák kutatási készségeiket, melyek ezáltal fejlődnek, és a tananyagot is jobban megértik, elmélyítik, valamint a biológia tanulási motivációjuk is nőhet.

7.4. A fejlesztés folyamata

A következő szempont a fejlesztés folyamatának bemutatása, amely azt magyarázza, hogy a tanulók hogyan fognak tanulni. A program feladatstruktúráját a 19. táblázat tartalmazza.

19. táblázat. A BioTudós program feladatstruktúrája

<i>Állomás sorszáma</i>	<i>Szintér neve</i>	<i>Téma</i>	<i>Kutatási készség</i>	<i>Feladatok száma</i>
–	Bemutakozik a program	–	–	–
1.	A bőr	Bőr	Adatértelmezés Következtetés (játék)	1 1 1
2.	Sportszív	Pulzusváltozás mozgás hatására	(felvezető feladatok) Változók azonosítása és kontrollja	3 4
3.	Emésztés és BMI	Emésztés BMI	Kísérlettervezés Következtetés Adatértelmezés (saját BMI kiszámítása)	1 2 3 1
4.	Mandulagyulladás	Légzés és egészség Tüszős mandulagyulladás	Adatértelmezés Kísérlettervezés Következtetés Változók azonosítása és kontrollja	1 1 2 1
5.	Véradás	Vércsoportok	Adatértelmezés Következtetés	1 1
6.	Vitálkapacitás	Légzés és egészség Vitálkapacitás	(felvezető feladatok) Változók azonosítása és kontrollja	4 4
7.	Cukorbetegség	Cukorbetegség	Adatértelmezés Következtetés	5 3
8.	Vese	Kiválasztás	(felvezető feladat) Adatértelmezés Változók azonosítása és kontrollja Kísérlettervezés	1 1 2 1
9.	Emésztés – kémcsőkísérletek	Emésztés	Kísérlettervezés	6
	Kutatási készség			41
	<i>Adatok értelmezése – 12</i>			
	<i>Következtetés – 9</i>			
	<i>Változók azonosítása és kontrollja – 11</i>			
	<i>Kísérlettervezés – 9</i>			
	Felvezető feladatok			8
	Egyéb (saját BMI, bőr receptorai)			2
	Összesen			51

A program felépítése során a játékos kutatásalapú tanulás megközelítést alkalmaztuk, tehát kerettörténetbe foglaltuk és játékelemekkel egészítettük ki a fejlesztőfeladatokat.

A kerettörténet egy családról szól, amelynek szereplői a nagyszülők, a szülők és a gyerekek. Az egyes állomások középpontjában mindig az egyik családtag áll, ezért a család bemutatása a program elején megtörténik. A családtagokhoz kapcsolódó történetek esetében figyeltünk arra, hogy azok hétköznapiak legyenek, tehát olyan események, problémák, betegségek kerüljenek bemutatásra, amelyeket a tanulók is ismerhetnek a tágabb családi környezetükből. Ezzel összhangban például az egyik állomáson nagymamának kell a megfelelő inzulint kiválasztani, mivel nagymama cukorbeteg lesz; nagypapa vese tájéki panasszal keresi kel a háziorvost, aki különböző vizsgálatokat rendel el, végül nagypapánál vesekövet diagnosztizálnak. Ez utóbbi esetben például a tanulónak kell a végső diagnózist meghatározni a gyűjtött adatok alapján. A család gyermekei különböző korúak, a legidősebb fiúk, Zoli és Dávid ikrek. Az ikrekkel kapcsolatban a sportszív fogalmát vezetjük be, és a kerettörténet részeként a fiúk versengenek egymással, hogy kinek jobb az edzettsége. Az ikrek közötti versenyt egy szimuláción keresztül játsszák végig a tanulók. A középső lánygyermek, Tünde strandra megy a barátaival, ahol a napozás élettani hatásaira térünk ki, majd Tünde szögbe lép, így a bőr érzékelő feladata is hangsúlyossá válik. Tünde egy másik állomáson is megjelenik, ahol az iskolai szakkörön kémcsőkísérleteket végez. A tanulók feladata, hogy segítsenek Tündének a helyes beállítások elvégzésében, majd találják ki, melyik kémcsőben mi található. A legkisebb lánygyermeknek, Barbarának tüszős mandulagyulladás lesz. A tanulónak meg kell találni az adott baktériumtörzs ellen alkalmazható antibiotikumot, miközben olyan fogalmakkal ismerkednek meg, mint például az antibiotikum-rezisztencia. Az apuka, Gábor vért ad, ezért a tanulónak meg kell határozniuk Gábor vércsoportját. A legnehezebb állomás középpontjában Judit, az anyuka áll, aki biológus. Juditnak az egyre bonyolultabbá váló kémcsőkísérletekben kell besegíteni. A családtagok mellett a család kutyája is megjelenik az állomásokon; a feladatok megoldása után, az érmék megszerzésekor tűnik fel a diákon.

A digitális fejlesztőprogramra technikai szempontból három különböző feladattípus – egyszerű választás, drag and drop, szimuláció – és ezek kombinációja jellemző (17. ábra).



17. ábra. Példák a BioTudós feladattípusaira

A program kilenc állomást foglal magában, állomásonként 3-8 feladattal. A feladatok középpontjában egy-egy kutatási készség áll, ezért a feladatok megoldásához általában nincs szükség specifikus háttérismeretre. Ha mégis igényli a feladat a tantárgyi tartalmat, akkor ezek az információ ikonra kattintással érhetők el. Az állomások összeállításánál törekedtünk a fokozatosság elvének betartására, így a tanuló először mindig könnyebb, majd fokozatosan nehezedő feladatokat kap. A BioTudós program tematikus térképét a 20. táblázat tartalmazza.

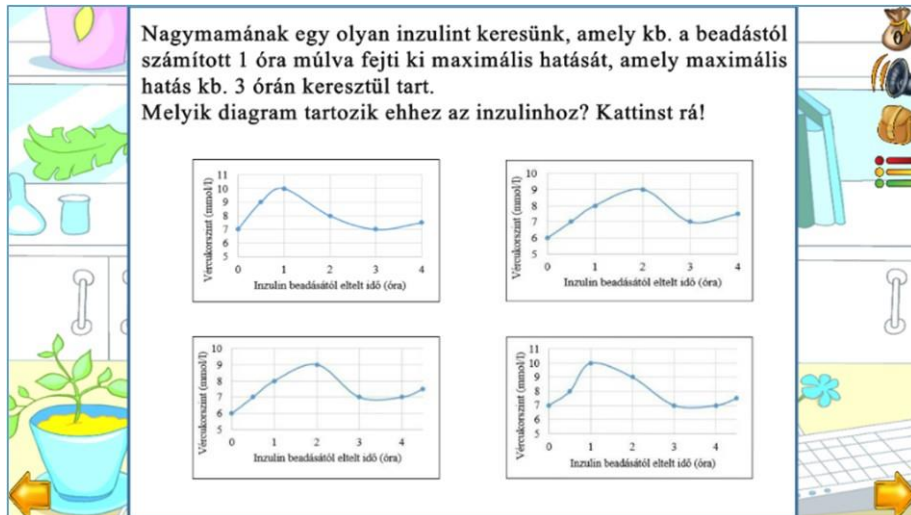
20. táblázat. BioTudós program tematikus térképe kutatási készség szerint

<i>Kutatási készség</i>	<i>Tartalom</i>	<i>Feladatmegoldó tevékenység</i>	<i>Itemszám</i>
Adatértelmezés	A bőr	teszt	1
	BMI	teszt	3
	Légzés és egészség	teszt	1
	Véradás	teszt	1
	Cukorbetegség	teszt	5
	Kiválasztás	teszt	1
Változók azonosítása és kontrollja	Pulzusváltozás	szimuláció	4
	Légzés és egészség	teszt	1
	Légzés és egészség	szimuláció	4
	Kiválasztás	szimuláció	2
Következtetés	A bőr	teszt	1
	Emésztés	drag and drop	2
	Légzés és egészség	teszt	2
	Véradás	teszt	1
	Cukorbetegség	teszt	3
Kísérlettervezés	Emésztés	drag and drop	1
	Légzés és egészség	drag and drop	1
	Kiválasztás	drag and drop	1
	Emésztés	drag and drop	6
Összesen			41

Az adatértelmezés fejlesztésére olyan feladatokat helyeztünk el, amelyek során grafikonról, diagramról vagy táblázatból kell adatokat leolvasni és értelmezni. Adatértelmezés feladatra a 18. ábrán mutatunk példát. Ebben a konkrét esetben azt kérjük a tanulóktól, hogy válasszák ki a feladat leírásában szereplő adatokhoz tartozó diagramot.

A következtetés fejlesztésére készített feladatok esetében szöveget és/vagy adatot tartalmazó táblázatból kell érvényes következtetéseket levonni (19. ábra).

A változók azonosítása és kontrollja kutatási készségek fejlesztése általában egy feladaton belül történik. A 20. ábrán látható feladatban a tanulóknak el kell végezniük több beállítást, amely segít megválaszolni a feladatban feltett kérdést. Tehát a tanulóknak kezelniük kell a változókat (sportszív, guggolások száma), elemzeniük kell a létrehozott adatsorokat, majd meg kell határozniuk, hogy mi befolyásolja a fiúk nyugalmi pulzusának értékét.



18. ábra. Példafeladat adatértelmezésre

Mely következtetés vonható le a feljegyzésekből?

Idő	Vércukor ebéd előtt	Ebédre elfogyasztott szénhidrát	Ebéd után	Vércukor evés után másfél órával
1. nap	5,2	75 g	pihenés	6,8
2. nap	5,0	75 g	30 perces séta	6,2
3. nap	5,2	75 g	mosogatás	6,6

Minél több szénhidrátot eszünk, annál magasabb lesz a vércukor.

Inzulin hatására csökken a vércukor értéke.

Az evés utáni pihenés során jelentősen emelkedhet a vércukor.

19. ábra. Példafeladat következtetésre

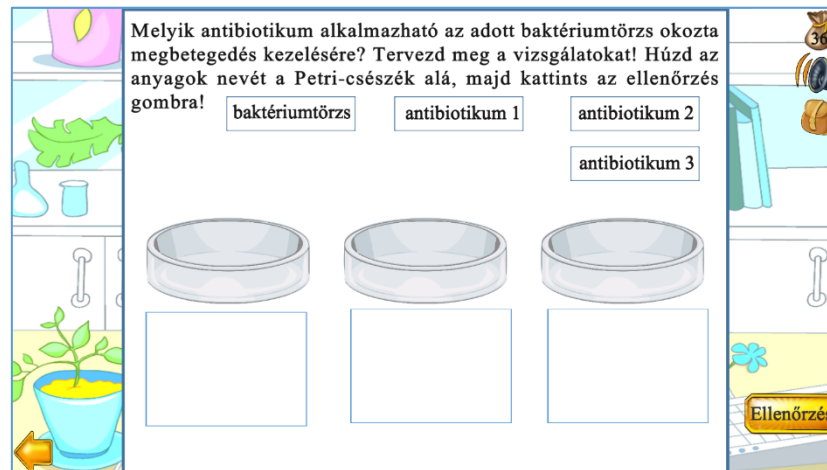
Mi befolyásolja a fiúk nyugalmi pulzusának értékét?
Használd a szimulációt, majd kattints a válaszra!

Sportszíve van?
 Nem Igen

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás

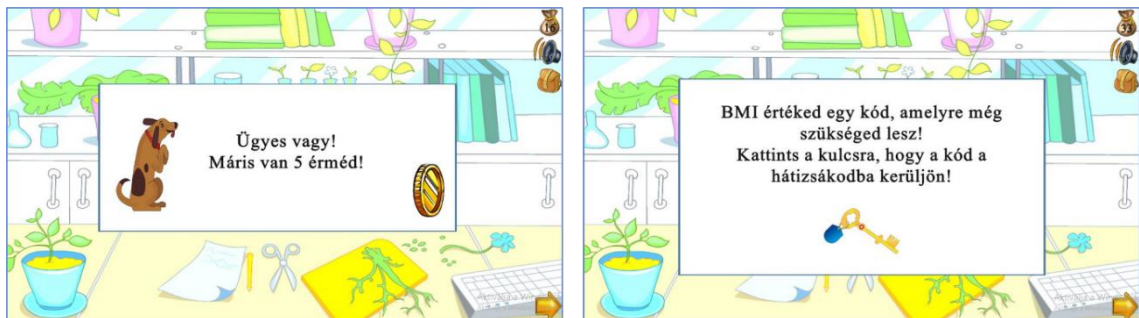
20. ábra. Változók azonosítása és kontrollja

A kísérlettervezés fejlesztését célzó feladatok kísérleti beállítások elkészítését jelentik. Ahogy a többi kutatási készség fejlesztésére készített feladatok esetében, itt is vannak könnyebb és nehezebb feladatok. A bemutatott feladat (21. ábra) előtt a tanulók olvasnak az antibiotikumokról, az antibiotikum-rezisztencia jelentéséről és jelentőségéről, majd nekik kell beállítani a kísérleti elrendezést a feladat utasításában megadott kutatási kérdés megválaszolására. Ha a tanulók végeztek a feladattal, az „Ellenőrzés” gombra kattintással ki tudják javítani azt. Így azonnali visszajelzést kapnak a válaszuk helyességéről.



21. ábra. Példafeladat kísérlettervezésre

A tanulóknak teljesíteniük kell mind a kilenc állomást. A feladatok megoldásáért érmeket és ajándékokat kapnak (pl. vitálkapacitás-mérő, BMI-kulcs, varázskémcső, vizeletcsík). Az ajándékok az állomások közötti vagy az állomáson belüli tovább haladáshoz szükségesek (22. ábra).



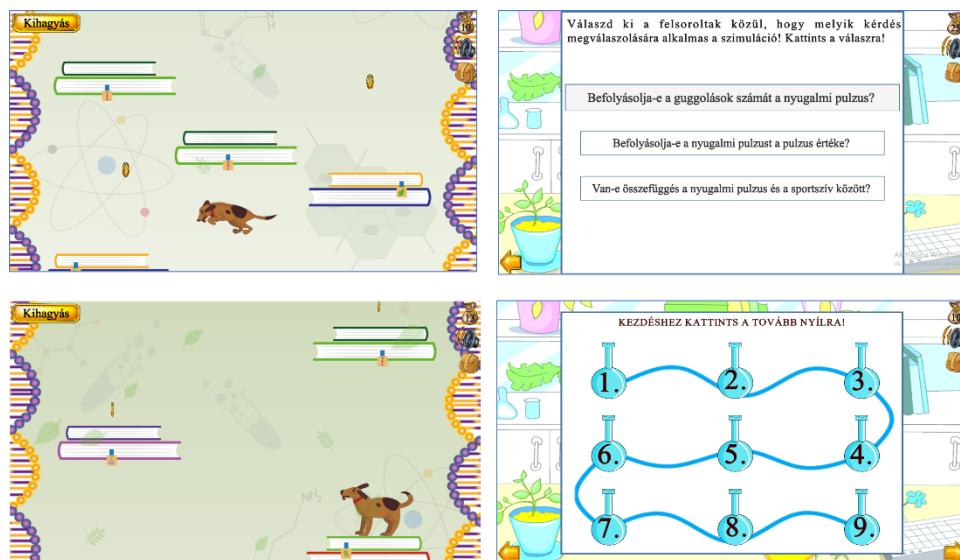
22. ábra. Érme és ajándék szerzésének képernyőképe

A tanulók az érmékért cserébe segítséget vásárolhatnak a feladatok megoldásához. A segítség sohasem a válasz megadását jelenti. Utasításokkal, kérdésekkel vezetjük a tanuló figyelmét a helyes változók, összefüggések, adatok megtalálásához (23. ábra). Ha a tanuló elrontja a feladatot, kötelező segítséget vásárolnia, és csak helyes megoldás esetén léphet a következő feladatra. Mivel a segítségért érmevel fizet, így a tanuló nem érdekelt abban, hogy segítséget kérjen, mielőtt megpróbálná megoldani a feladatot.



23. ábra. Rossz válasz és segítség képernyőképek

Az érmék és az ajándékok gyűjtése mellett különböző hanghatások, animált gombok, interaktív felületek és az állomások között elhelyezett kétdimenziós animált játékelemek is motiválják a tanulót (24. ábra).



24. ábra. Játékelemek

Az állomások megoldása részben otthoni, részben tanórai feladat. A tanulók házi feladatként megoldanak három állomást két hét alatt. Ezt követi egy tanórai feldolgozás, ahol a tanár által vezetett, közös feladatmegoldás történik. A fejlesztés hat hétig tart, amely során három közös tanórai feldolgozást javasolt beiktatni.

A közös tanórai feldolgozásokat tanári segédanyag segíti, amely tartalmazza a program célját, általános bemutatását, a feladatstruktúrát, ütemezést és a program feladatait megoldással és magyarázattal kiegészítve. Emellett mind a tanuló, mind a tanár saját BioTudós fiókkal rendelkezik. A fiók egyszeri regisztrációt követően használható (25. ábra).

A tanulók a mérési azonosítójukkal regisztrálnak, ami azért fontos, mert a továbbiakban szeretnék összekapcsolni a programban való munkát az elő- és utómérés eredményeivel. A regisztrációt követően a felhasználók a bejelentkezés felületen tudnak belépni a fiókjukba. A tanárok fiókja olyan tanár funkciót tartalmaz, amelynek segítségével a pedagógus ellenőrizheti a tanulói tevékenységet a programban. Ez azon alapszik, hogy a tanulók minden lépése naplózva van az adatbázisban (pl. ikonra és gombra kattintás, beállítások, melyik állomáson tartózkodik, időbélyeg stb.). Ezzel összhangban a feladatok megoldásának menete is naplózásra kerül, amely lehetővé teszi

a későbbi naplófájl elemzést. A feladatok megoldásának eredményességéről az igénybe vett segítségek számából lehet következtetni, mivel a tanulóknak minden feladatot lineárisan meg kell oldaniuk. Így nem lehetséges, hogy egyes feladatokat kihagy a tanuló. A program feladatainak részletesebb bemutatását a 2. számú melléklet tartalmazza.



25. ábra. BioTudós regisztrációs felület

7.5. Indikátorok

A program jellemzésére használt utolsó aspektus az indikátorok megnevezése, vagyis annak bemutatása, hogy mi alapján fogjuk tudni, hogy a tanulók elérték-e a tervezett tanulási eredményeket. A kutatási készségek fejlődésének megállapítására a kutatási készség tesztet (Korom, Pásztor et al., 2016) vesszük fel. A biológiával kapcsolatos motiváció mérésére a Science Motivation Questionnaire (Glynn et al., 2011) magyarra adaptált, biológia-specifikus változatát (Korom, B. Németh & Csíkos, 2016) használjuk. A választott mérőeszközök összhangban vannak a kutatás céljával és korábbi mérések (Korom, Pásztor et al., 2016; Korom, B. Németh & Csíkos, 2016) alapján megbízhatóan mérnek.

8. BIOTUDÓS PROGRAM TESZTELÉSE ÉS FEJLESZTÉSE

8.1. Minta

Az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport tagjaként a kutatócsoport partneriskolai hálózatára támaszkodva, illetve a partneriskolai hálózatot bővítve alakítottam ki a mintát. A fejlesztőprogram kidolgozásában egy szegedi hatosztályos gimnázium két osztálya, 54 tanulója vett részt, átlagéletkoruk 13,77 év (szórás=0,51) (21. táblázat).

21. táblázat. A fejlesztőprogram tesztelésébe és fejlesztésébe bevont tanulók száma, nemek szerinti megoszlása és átlagéletkora

<i>Kutatás</i>	<i>Összesen (fő)</i>	<i>Átlagéletkor (év)</i>
	34	
Demo kipróbálása	fiú: 18 lány: 16	13,80 (szórás=0,51)
	20	
Adatbázis és weboldal tesztelése	fiú: 11 lány: 9	13,82 (szórás=0,50)

8.2. MÉRŐESZKÖZÖK

Ebben az alfejezetben a BioTudós program kidolgozásához alkalmazott mérőeszközök kerülnek bemutatásra. A fejlesztőprogram kidolgozása a 2–3. al kutatásban történt (15. ábra).

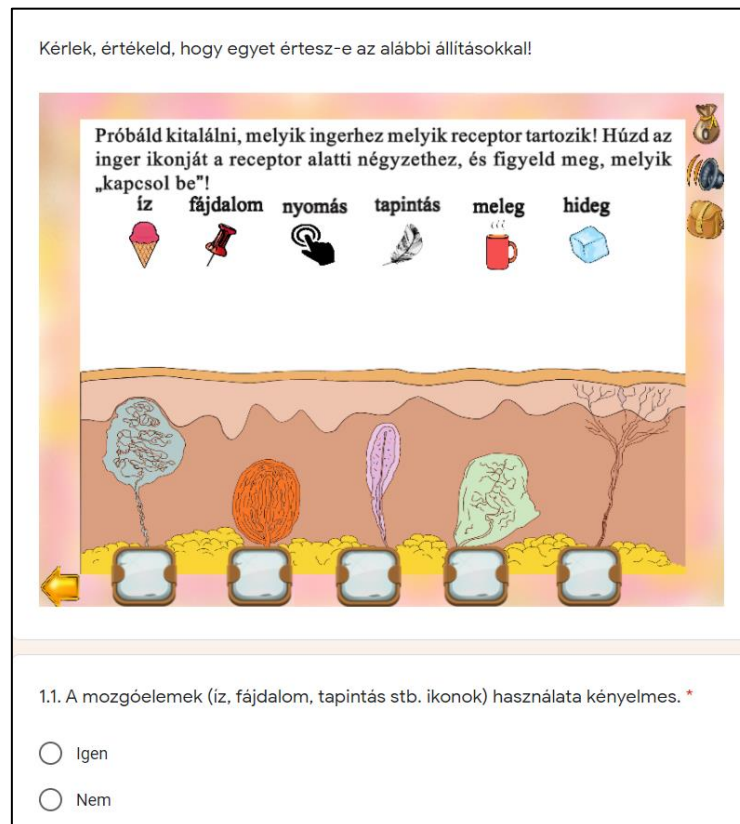
A 2. al kutatás, a tanulói demo kipróbálása egybeesett a COVID-19 világjárvány miatt bevezetett korlátozások időszakával, ezért a tervezett megfigyelések és személyes jelenléttel történő tanulói demo kipróbálása helyett teljesen az online térbe helyeződött át a kutatás. A demóban összesen kilenc feladatot helyeztünk el, amely szimuláció és drag and drop típusú, valamint kombinált feladatokat is tartalmazott. A tanulók egy saját készítésű tanulói kérdőívet töltöttek ki (3. melléklet). A kérdőív szerkezetét a 22. táblázat foglalja össze.

22. táblázat. Tanulói kérdőív szerkezte

<i>Kérdőív szerkezte</i>	<i>Állítások száma (db)</i>	<i>Kérdések száma (db)</i>
Felület	20	-
Konkrét tartalom	9	-
Általános tartalom	4	1
Kedveltség	-	4
Időigény	-	1
Alkalmazás körülményei	-	1
Továbbfejlesztési javaslatok	-	1
Összesen	33	8
	41	

A kérdőív több részre tagolódott: (1) felület, (2) konkrét tartalom, (3) általános tartalom, (4) kedveltség, (5) időigény, (6) alkalmazás körülményei, (7) továbbfejlesztési javaslatok. Az első három egységben állításokat olvashattak a tanulók, és azt kellett eldönteniük, hogy egyetértenek-e az állítás tartalmával vagy nem. Amennyiben a tanuló nem értett egyet az állítással, indoklást kértünk. A felületre vonatkozó kérdőív tételek a feladatok technikai elemeire vonatkoztak. Például a mozgóelemeket könnyen lehet-e használni, pontosan illenek-e a célterületre, a célterületre húzással bekövetkező változás jól látható-e (26. ábra). További ide tartozó állítások a szimulációk működésére vonatkoztak. Például, hogy a szimuláció során a gombok megnyomásával

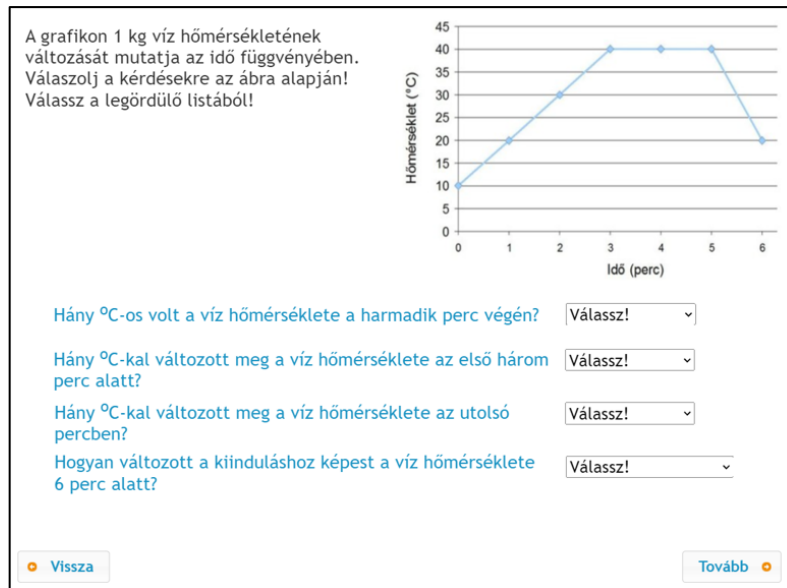
bekövetkezik-e a helyes működés, megjelennek-e az adatok, görgethető-e a táblázat, a táblázat sorai jól láthatóak-e stb.



26. ábra. Példa a tanulói kérdőív felületre vonatkozó kérdésére

A kedveltség egységben 1-5-ig terjedő intenzitás-skálán kellett eldöntenie a tanulóknak, hogy mennyire tetszettek nekik a demo példafeladatai. Az alkalmazás körülményeinél arra kérdeztünk rá, hogy tanórán, tanórán kívül vagy mindkét esetben alkalmaznák-e a programot. Végül továbbfejlesztési javaslataikat kértük nyílt kérdés formájában. A kérdőívtételek mellé képernyőképeket helyeztünk el, hogy a tanuló egyértelműen be tudja azonosítani, melyik feladatra, feladatrészre vonatkozik a kérdés vagy állítás.

A 3. al kutatásban, az adatbázis és weboldal tesztelésekor, felvettük a kutatási készség tesztet (Korom, Pásztor et al., 2016), a természettudományos motiváció kérdőív (SMQ II., Glynn et al., 2011) magyarra adaptált, biológia-specifikus verzióját (Korom, B. Németh & Csikos, 2016), és egy saját készítésű tanári programértékelőt. A kutatási készség teszt rövidített változatát alkalmaztuk. A kutatási készség teszt feladatainak megoldása alapvetően nem igényel szaktudományi ismereteket (27. ábra). Ha mégis, akkor ennek szövege megtalálható a feladatba építve. A tesztben alternatív és többszörös választás típusú, valamint szelektálást igénylő zárt feladatok fordulnak elő, továbbá néhány esetben megadott elemek kombinálásával lehet a feladatot megoldani (Korom, Pásztor et al., 2016). A rövidített verzió 10 feladatot és 25 ítemet tartalmaz és öt kutatási készség mérését célozza meg: (1) adatok értelmezése, (2) változók azonosítása, (3) változók tervezése, (4) kísérlettervezés és (5) következtetés. Tehát a rövid változat abban különbözik a hosszabb verziótól, hogy nem tartalmazza a kutatási kérdés és hipotézis azonosítására vonatkozó feladatokat.



27. ábra. Mintafeladat kutatási készség (adatértelmezés) mérésére (Korom, Pásztor et al., 2016)

A biológia tanulási motiváció kérdőív (Korom, B. Németh & Csíkos, 2016; 4. melléklet) öt alskálát tartalmaz: (1) intrinzik motiváció, (2) önhatékonyság, (3) öndetermináció, (4) jegyért tanulás, (5) karrier motiváció. Az eredeti, SMQ II. mérőeszközt Glynn és munkatársai (2011) úgy készítették el, hogy a kérdőív állításaiban a természettudomány szót le lehessen cserélni a biológia, kémia vagy fizika szóra, így biológia, kémia és fizika motiváció kérdőív is készíthető az eredeti mérőeszközből. Ezáltal lehetőség van terület-specifikus kérdőív verziók elkészítésére, ugyanakkor a kutatóknak minden egyes elemet meg kell vizsgálniuk, hogy megbizonyosodjanak arról, hogy azok megfelelnek-e a céldisziplínának, és a kérdőív bármely verziójának használatakor meg kell állapítani annak validitását is (Glynn et al., 2011). A kérdőívet, amely eredetileg a természettudomány tanulására vonatkozik, Korom Erzsébet, B. Németh Mária és Csíkos Csaba (2016) adaptálta a hazai oktatási viszonyokhoz. Biológia, kémia és fizika tantárgyakon külön vizsgálták a mérőeszközt, amelyeknek validitása és reliabilitása is megfelelőnek bizonyult 8. évfolyamos tanulók körében. A 23. táblázat bemutatja a biológia tanulási motiváció alskáláit, azok leírását és egy-egy példa itemet.

A tanulóknak ötfokú Likert-típusú skálán (1: soha, 2: ritkán, 3: néha 4: gyakran 5: mindig) kell kifejezniük, hogy mennyire igazak rájuk az egyes állítások (28. ábra). Az adatok feldolgozása során a tanulók válaszait átkódoltuk 0-4 skálára a nemzetközi szakirodalom alapján (Glynn et al., 2011).

A kipróbálás során egy tanári segédanyagot (5. melléklet) osztottuk meg a biológiatanár kollégával, és a kipróbálás végén kértük, értékelje a dokumentum hasznosságát, valamint a fejlesztőprogram gyakorlati megvalósulását (29. ábra). Az online feltett hét kérdést 1-4-ig terjedő intenzitás-skálán kértük értékelni, ahol a skála értékei a következők szerint alakultak: 1=egyáltalán nem, 2=inkább nem, 3=inkább igen, 4=nagyon. Négy nyílt kérdést is megfogalmaztunk, amelyek a programmal kapcsolatos összbenyomásra, a program alkalmazása során felmerülő nehézségekre, esetleges segítségre és a programmal kapcsolatos változtatási javaslatokra irányultak (6. melléklet).

23. táblázat. Biológia tanulási motiváció kérdőív alskálái, azok leírása és egy példa item

Skála	Leírás	Példa item
Intrinzik motiváció	Olyan belső erő, amely motiválja a tanulókat a tanulmányi tevékenységekben való részvételre, mert érdekli őket a tanulás és élvezik a tanulási folyamatot (Schiefele, 1991).	A biológia tanulása érdekes.
Önhatékonyság	A tanulók meggyőződése a saját képességeikről a meghatározott szinteken való tanulás és feladatok elvégzése kapcsán (Bandura, 1997).	Azt gondolom, ötöst tudok szerezni biológiából.
Öndetermináció	A tanulók azon képessége, hogy megválasszák és irányítsák, mit és hogyan szeretnének tanulni (Reeve et al., 2013).	Kellő energiát fektetek a biológia tanulásába.
Jegyért tanulás	A tanuló a jó jegyek formájában megjelenő külső kompenzáció elvárása miatt tanul (Black & Deci, 2000).	Szeretek a társaimnál jobban teljesíteni a biológia dolgozatokon.
Karrier motiváció	A tanuló azért tanul, mert a tudományt a jövőbeni karrierlehetőségek szempontjából értékesnek ítéli meg (Black & Deci, 2000).	A jövőbeni munkám kapcsolódni fog a biológiához.

Milyen gyakran gondoltad vagy érezted a következőket a biológiaórákon?
Kattints a válaszra!

1 = Soha 2 = Ritkán 3 = Néha 4 = Gyakran 5 = Mindig

Biztos vagyok benne, hogy meg tudom érteni a biológia tananyagot. 1 2 3 4 5

Keményen dolgozom, hogy megtanuljam a biológiát. 1 2 3 4 5

A jövőbeni munkám kapcsolódni fog a biológiához. 1 2 3 4 5

Fontos számomra, hogy jó eredményt érjek el a biológia dolgozatokon. 1 2 3 4 5

A munkám során használni fogom a biológiából tanult problémamegoldó készségeket. 1 2 3 4 5

Következő ->

28. ábra. Példa a biológia tanulási motiváció mérésére (Korom, B. Németh & Csíkos, 2016)

Mennyire tartotta hasznosnak a saját fiókot (BioTudós weboldalon)? (1= egyáltalán nem, 2= inkább nem, 3= inkább igen, 4= nagyon) *

1 2 3 4

29. ábra. Példa tanári kérdőívételre

8.3. Eljárások

Adatgyűjtés

A saját fejlesztésű tanulói kérdőív a demo kipróbálása során (2. alkatatás) és a saját fejlesztésű tanári programértékelő (3. alkatatás) Google űrlap segítségével valósult meg, a válaszadás anonim módon történt, és online rögzítettük a válaszokat. Mindkét kérdőív kitöltése 10-15 percet vett igénybe.

Adatelemzés

A 2. alkatatás során nem volt szükség statisztikai programra az adatalemzéshez. A 3. alkatatás során az átlagokat és a szórást az intenzitás-skálán kapott értékekből határoztuk meg.

8.4. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program – Tanulói demo kipróbálása

8.4.1. Célok

A COVID-19 világjárvány miatt a fejlesztőprogram tervezett kipróbálásának idejére a programban való részvételi hajlandóság lecsökkent. Emellett a járványügyi előírások további megfontolásra intettek a program kipróbálását illetően. Mivel a biztonságos távolságot feltételező munkaforma a frontális osztálymunka volt, így nem tudtuk kipróbálni azt, hogy a program kizárólagos és teljes tanórai beágyazottsággal hogyan működne és teljesítene. Ehhez hozzájárult, hogy a 2020/21-es tanév alatt az osztályok több alkalommal karanténban voltak, valamint a tanév második felében digitális távoktatásra állt át a köz- és felsőoktatás.

Így a járvány előtt kényelmesnek tűnő munkaformákra és kutatásmódszertani megoldásokra (pl. megfigyelés) nem támaszkodhattunk. Ezért fontosnak tartottuk, hogy azonnal elkezdjünk dolgozni az online elérhető és működő felületeken és elkészüljünk az adatbázissal. Továbbá hangsúlyos volt, hogy a kísérleti csoport minden tanulója személyes interakcióba lépjen a programmal. Ezt ellenőrizni tudtuk az adatbázis segítségével, hiszen a mérési azonosító alapján egyértelműen lekérdezhető, hogy ki van jelen felhasználóként a programban. Továbbá kiemelt fontosságú volt a tanári kontroll és a rendszeres tanórai közös foglalkozások, hogy a feladatok kipróbálása, megoldása ne véletlenszerűen történjen. Így amellett, hogy a programba épített segítségk stratégiaikat kínálnak fel a tanulóknak, a pedagógusokkal történő feladatmegoldás nyomatékossította azokat.

Habár a járványhelyzet megnehezítette a fejlesztőkísérlet elindulását, a kisebb mintákon történő kipróbálásokat is igyekeztünk hasznosítani, és folyamatosan tovább fejlesztettük a programot. Az első kismintás kipróbálás során elsősorban a feladatok működéséről, használhatóságáról szerettünk volna visszajelzést kapni, miközben tovább dolgoztunk azon, hogy a programba hangelemek, grafikákat, animációkat illesszünk.

8.4.2. Minta

Egy szegedi hatosztályos gimnázium 8. évfolyamos tanulói (N=34) és az osztályban tanító biológiatanár kolléga számára tettük elérhetővé a programot és a kérdőívet.

8.4.3. Eredmények és megbeszélésük

1. kutatási kérdés: Megfelelően működnek-e a típusfeladatok?

A felületre vonatkozó állításokkal (3. melléklet: 1.1-4.2-ig) szinte minden kitöltő egyetértett, néhány esetben jelölték csak a nem választ. Ezekben az esetekben az indoklásokra fókuszáltunk, amelyből kiderült, hogy van olyan tanuló, aki számára halvány volt egy háttérszín, amellyel a választ jelöltük, továbbá a táblázat sorainál a csúszka alkalmazását javasolta egy tanuló.

A konkrét tartalomra vonatkozó állításoknál (3. melléklet: 5.1-5.9-ig) is mindössze néhány nem választ kaptunk. Az indoklásokból kiderült, hogy az információ ikonot jobban is lehetne pozicionálni a vásznan, mert bizonyos feladatoknál jobb együtt látni az információ ikonon lévő adatokat a feladattal. Néhány tanuló jelezte, hogy nem értette az ajándék szerepét. A feladatok megoldása közben a tanuló eljut egy pontra, ahol nem tud továbblépni, megjelenik egy szöveg, amely leírja, hogy a tovább haladáshoz vegye elő a hátizsákból a kulcsot. A kulcsra kattintással jelenik meg a továbblépéshez szükséges nyíl a jobb alsó sarokban. Azonban ez a visszajelzés rávilágított arra, hogy a kulcsban további lehetőség rejlik, tehát nem elég, hogy a tovább haladáshoz szükséges nyíl az ajándékre kattintással jelenik meg, érdemes hangot, animációt is beépíteni.

Az általános tartalomra vonatkozó állításokkal is egyetértettek a kitöltők (3. melléklet (6.1-6.4-ig). Az egyik nemleges válasz indoklásában egy feladat utasításának pontosítására tett megjegyzést egy tanuló.

2. kutatási kérdés: Milyen kedveltségi preferencia állítható fel a feladatok között?

Kedveltség szempontjából a „sportszív” és a „véradás” nevű feladatok voltak a legkedveltebbek. Ennek az az oka, hogy a „sportszív” feladat egy szimuláció, amelyben a tanulók saját beállításokat hoznak létre, hasonlítanak össze. Ehhez egy interaktív felületen dolgoznak, amelyet a konkrét kérdések előtt ki tudnak próbálni, és így meg tudják ismerni a szimuláció működését. A „véradás” feladatot szintén egy interaktív felület jellemzi, de a szimuláció rövidebb és egyszerűbb, nem kapcsolódik hozzá adatbázis. A „bőr receptorok” feladat egy egyszerű drag and drop típusú feladat, valószínűleg nem jelentett elég kihívást a tanulóknak. A legkevésbé az „emésztés” feladat tetszett nekik, ennek az lehet az oka, hogy ez egy bonyolultabb feladat. A feladat megoldásához 15 jó beállítást kell létrehozniuk a tanulóknak. Tehát a szimuláció kedveltebb feladattípusnak bizonyult az egyszerű választásnál.

3. kutatási kérdés: Hogyan alkalmaznák szívesen a programot a tanulók?

Az alkalmazás körülményeit tekintve a tanulók többsége (64,70%) tanórán és tanórán kívül is szívesen használná a programot tanulásra. Ezt azzal indokolták, hogy a program egyszerű, könnyen kezelhető és érthető a feladatok, más felületekkel összehasonlítva. Az sajnos nem derült ki a válaszból, hogy milyen más felületekre gondolt a kitöltő. Egy tanuló azt írta, hogy a program segíti a megértést és érdekes. Volt olyan tanuló, aki jelezte, hogy játékos formában sokkal jobban szeret tanulni és új ismereteket szerezni. Felmerült, hogy a programmal az órán tanultakat át lehetne ismételni, és hogy megvan a programban a lehetőség, hogy órán használják, ahol megbeszéléssel egészítik ki a feladatokat, ugyanakkor otthon is jól használható tanulásra, hiszen azonnali visszajelzést kap a tanuló a válasz helyességéről.

4. kutatási kérdés: Mennyi idő szükséges a demo feladatok megoldásához?

Az időt tekintve a tanulók a kilenc feladattal átlagosan 11-20 percet töltöttek, amit a feladatok kidolgozójaként reálisnak tartok. Voltak olyan tanulók, akik ennél több vagy kevesebb idő alatt oldották meg a feladatokat.

5. kutatási kérdés: Milyen továbbfejlesztési javaslatok vannak a tanulóknak?

A továbbfejlesztés nyílt kérdésre számos javaslatot megfogalmaztak a tanulók. Többek között effektek, hangok beépítését és más tantárgyak bevonását is javasolták. A tanulók visszajelzései alapján dolgoztunk tovább a programon. A szimulációknál megjelenő táblázatokat felülvizsgáltuk, a színeken változtattunk a jobb láthatóság érdekében, valamint a programozó segítségével csúszkával láttuk el a táblázatokat. Így a táblázat sorai sokkal láthatóbbá, felhasználóbarátabbá váltak. Az információ ikont átméreteztük és újra pozícionáltuk, így a plusz információ és a feladatvázon egyszerre látható. Az ajándékok esetében azt a változtatást eszközöltük, hogy a hátizsákból az ajándékokra kattintáskor legyen hanghatás, így szembetűnőbb lesz a nyíl megjelenése is. Ahol szükséges volt, ott pontosítottuk a feladat szövegezését, hogy teljesen egyértelmű legyen. A tanulók továbbfejlesztési javaslataival egyetértettünk, így folytattuk az animációk és további játékos elemek beépítését a programba, valamint folytatódott az adatbázis felépítése, és a feladatok digitalizálása a Unity platformra.

8.4.4. Összegzés, következtetések

Összegzésképpen elmondható, hogy a kipróbált feladattípusok (szimuláció, drag and drop, egyszerű választás) megfelelően működnek, az interaktív felület jól alkalmazható. A tanulók az interaktívabb feladatokat kedvelték leginkább, és az alkalmazás körülményeinél a tanórát és a tanórán kívüli helyszínt is megadták. Ezek a tanulói visszajelzések arra utalnak, hogy a program tanórai és otthoni, önálló tanulásra is alkalmas lehet. A demo feladatainak megoldására szánt idő reálisnak bizonyult, ami tervezhetővé teszi a program tanórai alkalmazásának kipróbálását. A tanulók továbbfejlesztési javaslatai segítettek abban, hogy eldöntsük, milyen játékelemeket építsük be a programba.

8.5. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program – Adatbázis és weboldal tesztelése

8.5.1. Célok

A 2020/2021-es tanév őszi félévére kísérleti-kontroll, elő- és utómérés típusú kísérletet terveztünk, 100-100 fős kísérleti és kontrollesoporttal. Az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport partneriskoláinak 8. évfolyamos tanulóit szerettük volna bevonni a mérésbe. A pedagógusokkal folytatott online megbeszélés során azonban kiderült, hogy a megkeresett hét partneriskola közül mindössze egy vállalja az őszi mérést és fejlesztést. Ezért át kellett gondolnunk a lehetőségeinket, illetve, hogy mit tudunk tanulni egyetlen osztály munkájából. Ezért a korábbi mérés ötletét elvetve úgy döntöttünk, hogy az őszi félévben egyetlen osztállyal próbáljuk ki a fejlesztést.

8.5.2. Minta

A mintát az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport egy partneriskolájának, egy szegedi hatosztályos gimnáziumnak a 8. évfolyamos tanulói alkották (N=20 fő).

8.5.3. A fejlesztés menete

A fejlesztőmunka összesen hat hetet vett igénybe. Ezt előzte meg a tanárokkal folytatott online megbeszélés és a BioTudós programba való tanári és tanulói regisztráció.

A pedagógusoknak lehetőségük volt a fejlesztőmunka előtt kipróbálni a programot, és az online megbeszélések alkalmával segítséget kérhettek, ha valamit nem értettek a feladatokkal vagy a program működésével kapcsolatban. Egy-egy ilyen alkalom kb. egy órát vett igénybe, és a fejlesztés előtt három alkalommal tartottunk online megbeszélést.

A tanulói regisztrációhoz rövid leírást készítettünk, amelyet a szaktanár kollégán keresztül továbbítottunk a fejlesztésben részt vevő tanulóknak. Arra kértük a tanulókat, hogy a mérési azonosítójukkal regisztráljanak a programba. Erre azért volt szükség, mert az eDia platformon futó teszteket szintén a mérési azonosítójukkal használják a tanulók. A naplózott fájl események alapján a teszten nyújtott teljesítmény összekapcsolhatóvá válik a programban való munkával. A tanárok regisztrációját előre elkészítettük, majd biztosítottuk számukra a felhasználónevüket és a beállított jelszót. Ennek az az oka, hogy a tanári regisztrációba be van építve egy biztonsági pont, az adminnak jóvá kell hagyni a tanári jelentkezést. Ezzel védhető ki az, hogy tanulók regisztráljanak a tanári fiókhoz. Ez azért okozna gondot, mert a tanulói fiókhoz tartozó BioTudós program lineáris feladatmegoldást kíván meg, míg a tanári fiókban lehetőség van az állomások közötti váltásra, valamint a tanári fiók hátizsákja tartalmazza a feladatok vagy állomások közötti továbblépéshez szükséges ajándékokat.

A fejlesztőmunka hat hetes időszaka alatt a BioTudós kilenc állomásának teljesítése részben házi feladat, részben tanórai munka volt. A tanulók a feladatokat először mindig önállóan, házi feladatként oldották meg. Ennek ütemezése a következő volt: két hét alatt három állomás megoldása. Ezt a tanárok a saját tanár fiókban monitorozni tudták. Ezt a folyamatot ismételtük meg háromszor, tehát összesen hat hét alatt oldották meg a kilenc állomást, amely idő alatt házi feladatként is foglalkoztak a programmal, valamint három közös tanórai feldolgozás is történt. A közös tanórai feldolgozást tanári segédanyag segítette.

A közös tanórai feldolgozás során a COVID-19 világjárvány miatt a feladatok megoldása frontális osztálymunkában történt. A tanároktól azt kértük, hogy a feladatok megoldását mindig egészítse ki magyarázat, és a megbeszélés legyen diák-központú, tehát főleg a gyerekek magyarázzák el a feladatok megoldását és segítsenek egymásnak, ha valaki nem értett valamit. A pedagógusok a közös feldolgozás után e-mailben vagy telefonon jelezték nekem az általános benyomásukat, hogy mennyire mentek könnyen a feladatok vagy, hogy a tanulók mennyire élvezték a közös és otthoni munkát.

Habár a rövid tájékoztatóban, amelyet a gyerekeknek készítettünk, kértük őket, hogy jegyezzék meg a felhasználónevüket és jelszavukat, néha ez nem sikerült. Adminként természetesen bármikor be tudtunk lépni a tanulói és tanári fiókokba, és ha szükség volt, megváltoztattuk a jelszót stb. Így gördülékenyen haladhatott a munka.

A kontrollcsoport tanulói hagyományos oktatásban vettek részt, tehát ezekben az osztályokban a tanárok nem változtattak tanítási gyakorlatukon. Nem alkalmazták a programot, és a megszokott módon történt a tananyag feldolgozása.

8.5.4. Eredmények és megbeszélésük

1. kutatási kérdés: *Megfelelően működik-e az adatbázis és a weboldal?*

A mérést zökkenőmentesen sikerült lebonyolítani az intézményben, és a fejlesztőprogram feladatai jól működtek. A tanulói lépések naplózása megtörtént az adatbázisban, és a program a naplózás révén lehetővé tette, hogy a tanulók ott folytassák a feladatmegoldást, ahol abbahagyták. A weboldal működése elvárásainknak megfelelően alkalmasnak bizonyult, vagyis a program feladatai megjelentek a weboldalon, működtek az interaktív elemek, és az adatbázissal való kapcsolat rendben megvalósult. Ez azért jelentős, mert ha a weboldalon történő interakció elszakad az adatbázistól, akkor a tanulói lépések naplózása meghiúsul.

2. kutatási kérdés: *Hogyan vélekedik a programról és a tanári segédanyagról a kipróbálásban részt vevő biológiatestőről?*

A tanári segédanyag megírását az indokolta, hogy a partneriskolák pedagógusaival folytatott online megbeszélés alatt erre igény mutatkozott. A tanárok így magabiztosabban kezelik a programot, és szívesebben kapcsolódnak be a fejlesztésbe. A tanári segédanyag három részre tagolódik: (1) a program célja, (2) a program általános bemutatása és (3) a gyakorlati megvalósításra vonatkozó információk. A program célja tartalmazza a kutatás célját, a kutatási készségek bemutatását és a fejlesztés indoklását. A program általános bemutatásában a program felépítését, az érintett témaköröket és a feladatstruktúrát mutatjuk be. A gyakorlati megvalósítás rész a fejlesztés ütemezését és a feladatok magyarázattal kiegészített megoldását tartalmazza.

A kipróbálás során egy tanári segédanyagot is megosztottunk a biológiatestőrel, és a kipróbálás végén kértük, értékelje a dokumentum hasznosságát, valamint a fejlesztőprogram gyakorlati megvalósulását. Az online feltett kérdéseket 1-4-ig terjedő skálán kértük értékelni, ahol a skála értékei a következők szerint alakultak: 1=egyáltalán nem, 2=inkább nem, 3=inkább igen, 4=nagyon. A kérdéseket és az arra adott válaszokat a 24. táblázat tartalmazza. Néhány nyílt kérdést is megfogalmaztunk, amely a program során felmerülő nehézségekre irányult.

24. táblázat. A pedagógus véleménye a fejlesztőprogramról

<i>Kérdések</i>	<i>Válasz</i>
Mennyire tudta megvalósítani a feladatok megbeszélését?	3
Mennyire volt elég egy tanóra a 3 állomás megbeszélésére?	4
Mennyire tartotta hasznosnak a tanári segédanyagot?	2
Mennyire tartotta hasznosnak a saját fiókot (BioTudós weboldalon)?	3
Mennyire tartotta hasznosnak a weboldal „tanár” módját (választható szintér)?	3
Véleménye szerint mennyire illeszkedik a program az új tantervekhez?	3
Véleménye szerint mennyire illeszkedik a program a 8. évfolyamos biológia tananyaghoz?	4

Megjegyzés: 1=egyáltalán nem, 2=inkább nem, 3=inkább igen, 4=nagyon

A pedagógus visszajelzései alapján a program ütemezése megfelelő, ugyanakkor nem tartotta hasznosnak a tanári segédanyagot. Miután erre a válaszra indoklást kértünk tőle szóban, azt felelte, hogy szerinte nem feltétlenül van szükség tanári segédanyagra a programban való munkához. Ugyanakkor a saját tanár fiókot és tanár módot hasznosnak

találta, hiszen ezen a felületen követni tudta a tanulók programban való munkáját. A pedagógus kolléga véleménye alapján a program illeszkedik a 8. évfolyamos biológia tananyaghoz.

A kutatás során felvettük a kutatási készség tesztet és a biológia motiváció kérdőívet azzal a céllal, hogy ellenőrizzük, elég-e egy tanóra a tesztek kitöltésére. Habár a kutatásnak nem volt célja, megvizsgáltuk a tanulók kutatási készség teszten mutatott eredményeit (25. táblázat) és a biológia tanulási motiváció kérdőívre adott válaszait is (26. táblázat). A tanulók az elő- és utómérésen is jól teljesítettek a kutatási készség teszten. Ennek valószínűleg az az oka, hogy egyébként is egy jó képességű osztályban folyt a kipróbálás. A kapott eredményekre igényt tartott a mérésben részt vevő pedagógus kolléga.

25. táblázat. A tanulók eredménye a kutatási készség elő- és utóteszten

<i>Kutatási készségek</i>	<i>Itemek száma</i>	<i>Előteszt</i>		<i>Utóteszt</i>	
		<i>Elért pontszám</i>	<i>Teljesítmény (%)</i>	<i>Elért pontszám</i>	<i>Teljesítmény (%)</i>
Adatok értelmezése	4	3,70	92,50	4,00	100,00
Változók azonosítása	5	3,30	66,00	4,67	93,33
Változók tervezése	4	2,25	56,25	3,14	78,60
Kísérlettervezés	4	2,90	72,45	3,38	84,52
Következtetés	8	6,95	88,87	7,52	94,05
Teljes teszt	25	19,10	76,40	22,71	90,86

26. táblázat. A tanulók eredménye a kutatási készség elő- és utóteszten

<i>Alksálák</i>	<i>Itemek száma</i>	<i>Előteszt (szórás)</i>	<i>Utóteszt (szórás)</i>
Intrinzik motiváció	5	14,30 (2,56)	14,81 (2,71)
Önhatékonyság	5	12,65 (2,58)	11,95 (2,94)
Öndetermináció	5	13,20 (2,67)	11,72 (3,22)
Jegyért tanulás	5	15,35 (2,89)	15,43 (2,60)
Karrier motiváció	5	13,10 (3,24)	12,90 (3,60)
Teljes teszt	25	68,60 (12,14)	66,86 (13,85)

8.5.5. Összegzés, következtetések

Az adatbázis és a weboldal tesztelése alapján a program alkalmasnak bizonyult arra, hogy megtörténjen a kísérleti kipróbálás, majd a kiterjesztett hatásvizsgálat.

A pedagógus visszajelzései alapján azoknak a tanároknak, akik szoktak alkalmazni digitális tananyagot, illetve online platformokat, nem feltétlenül szükséges külön tanári segédanyag a programban való munkához. Ugyanakkor nem minden pedagógus ért a digitális tananyagok alkalmazásához és elkészítéséhez, így továbbra is indokoltnak tartjuk a tanári segédanyag megosztását a pedagógusokkal.

A pedagógus nehézségnek írta le, hogy okostelefonnal egyelőre nem kompatibilis a program, valamint, hogy problémát jelentett a differenciálás, mivel nem az egész osztály vett részt a programban. Pozitívként kiemelte a kerettörténet jelenlétét, a program struktúráját, és a program hatására átértékelte saját tanítási gyakorlatát. Belátta,

hogy a tanulók is képesek kísérleteket tervezni, ezért laboratóriumi óráit máshogyan kezdte el felépíteni.

Mivel a tanulók nagyon jól teljesítettek az elő- és utóméréskor a kutatási készség teszten, ezért úgy döntöttünk, a kísérleti kipróbálás és a kiterjesztett hatásvizsgálat során a teszt hosszabb változatát vesszük fel, amely méri a hipotézis és kutatási kérdés azonosítása készségeket is (7. melléklet).

9. BIOTUDÓS PROGRAM HATÁSVIZSGÁLATA

9.1. Minta

A fejlesztőprogram hatásvizsgálatában összesen hat szegedi általános iskola 22 osztálya, 462 tanulója vett részt, átlagéletkoruk 13,73 év (szórás=0,52) (27. táblázat). A felkeresett általános iskolák közül három nem vállalta a fejlesztőmunkába való bekapcsolódást.

27. táblázat. A fejlesztőprogram kidolgozásába és hatásvizsgálatába bevont tanulók száma, nemek szerinti megoszlása és átlagéletkora

<i>Kutatás</i>	<i>Kontrollcsoport (fő)</i>	<i>Kísérleti csoport (fő)</i>	<i>Összesen (fő)</i>	<i>Átlagéletkor (év)</i>
Kísérleti kipróbálás	122	83	205	13,76 (szórás=0,54).
	fiú: 62	fiú: 44	fiú: 106	
	lány: 60	lány: 39	lány: 99	
Kiterjesztett hatásvizsgálat	125	132	257	13,71 (szórás=0,50)
	fiú: 66	fiú: 68	fiú: 134	
	lány: 59	lány: 64	lány: 123	

A minta jellemzésére a kísérleti kipróbálás és a kiterjesztett hatásvizsgálat alkalmával rögzítésre kerültek a tanulók tantárgyi attitűdjei és a biológiaórákon használt eszközök és módszerek. Ezen változók figyelembevétele során számos hasznos információt gyűjtöttünk, amelyek megerősítették azt, ahogyan a fejlesztőprogramot terveztük beépíteni a tanulási/tanítási folyamatba.

A felvett adatok alapján jól látszik, hogy a kísérleti kipróbálásba és a kiterjesztett hatásvizsgálatba bevont mintán a korábbi mérésekkel összhangban (Csíkos, 2012), a biológia továbbra is a legkedveltebb természettudományos tantárgy (28. táblázat). Ez azért lényeges, mert a tantárgyi kedveltség összefügg azzal, hogy a tanuló mennyire érdeklődik a tantárgy iránt és mennyire ítéli nehéznek az adott tantárgyat (Prokop et al., 2017). Egy fejlesztőprogramban való részvétel mindig plusz motivációt igényel a tanulók részéről, hiszen ezzel foglalkozniuk kell egyéb feladataik mellett. Mivel a tanulók a tantárgy iránt pozitív attitűddel rendelkeznek, ezért feltételezhető, hogy hajlandóságot mutatnak arra, hogy aktívan részt vegyenek a fejlesztőprogram feladatainak megoldásában.

A biológiaórán alkalmazott eszközök közül a legnagyobb gyakorisággal a tankönyv, az interaktív tábla és a digitális tananyag jelenik meg. Ez utóbbi a COVID-19 okozta karantén és digitális távoktatás következménye is lehet. A tanulók bevallása alapján gyakorinak mondható a tanulói számítógépek használata a biológiaórákon, ugyanakkor ritka az okostelefon és tablet alkalmazása (29. táblázat). Ez azért jelentős, mert a fejlesztőprogram egyelőre számítógéppel kompatibilis. Ugyanakkor a tanulók válaszaik egybecsengenek az őket tanító biológiatanárok válaszaival, miszerint a

fejlesztésbe bevont iskolák többségében nincs, vagy csak kevés számú tanulói tablet érhető el.

Ha megvizsgáljuk a biológiaórán alkalmazott módszereket, akkor azt láthatjuk, hogy az előbb felsorolt eszközöket leginkább a tanári előadás, tanári magyarázat és a házi feladat egészíti ki. A szimuláció, szerepjáték kategória alacsony pontszámot ért el, tehát soha, vagy csak ritkán alkalmazzák ezeket a módszereket a fejlesztésbe bevont iskolák biológiatanárai a diákok megítélése szerint (30. táblázat). A fejlesztőprogram ezt az űrt betölti, hiszen szimulációkat is tartalmazó, játékos kutatásalapú feladatokkal fejleszt.

28. táblázat. A kísérleti kipróbálás és a kiterjesztett hatásvizsgálat tanulóinak tantárgyi attitűdje

Tantárgy	Kísérleti kipróbálás értékei (szórás)		Kiterjesztett hatásvizsgálat értékei (szórás)	
	kontrollcsoport (N=122 fő)	kísérleti csoport (N=83 fő)	kontrollcsoport (N=125 fő)	kísérleti csoport (N=132 fő)
matematika	3,49 (1,07)	3,47 (1,06)	3,48 (1,11)	3,82 (1,00)
irodalom	3,59 (1,02)	3,72 (1,16)	3,51 (1,07)	3,83 (0,93)
nyelvtan	3,54 (0,97)	3,41 (1,06)	3,46 (1,04)	3,71 (0,93)
történelem	3,61 (1,20)	4,02 (0,97)	3,65 (1,15)	3,87 (1,03)
idegennyelv	4,24 (0,90)	4,26 (1,11)	4,17 (0,95)	4,15 (0,95)
informatika	3,79 (1,07)	3,87 (1,06)	4,05 (1,1)	3,96 (1,15)
testnevelés	4,07 (0,94)	4,21 (0,97)	4,17 (1,03)	4,05 (1,10)
rajz, vizuális kultúra	3,52 (1,19)	3,96 (1,08)	3,87 (1,10)	3,98 (1,08)
ének	3,16 (1,24)	3,40 (1,24)	3,44 (1,29)	3,47 (1,26)
biológia	3,71 (1,06)	3,85 (0,96)	3,86 (0,98)	3,81 (1,02)
fizika	2,95 (1,09)	3,30 (1,22)	3,44 (1,03)	3,15 (1,15)
földrajz	3,44 (1,10)	3,26 (1,18)	3,40 (1,24)	3,39 (1,13)
kémia	2,63 (1,22)	3,13 (1,19)	3,17 (1,17)	3,21 (1,30)

Megjegyzés: 1-5 skála feloldása (1=egyáltalán nem szeretem, 2=nem szeretem, 3=közömbös, 4=szeretem, 5=nagyon szeretem)

29. táblázat. Biológiaórán alkalmazott eszközök

Eszközök	Gyakoriság (szórás)	Gyakoriság (szórás)
	kísérleti kipróbálás minta (N=205 fő)	kiterjesztett hatásvizsgálat minta (N=257 fő)
Digitális tananyag	2,95 (0,86)	2,77 (0,94)
Interaktív tábla	3,05 (0,97)	3,14 (0,99)
Tankönyv	3,27 (0,80)	3,10 (0,73)
Munkafüzet	2,65 (0,72)	2,68 (0,69)
Okostelefon	1,89 (0,60)	1,94 (0,75)
Projektor	2,92 (1,05)	3,42 (0,85)
Tanulói számítógép	2,72 (1,10)	2,71 (1,17)
Tablet	1,74 (0,58)	1,93 (0,75)

Megjegyzés: 1-4 skála (1=soha, 2=ritkán, 3=gyakran, 4=mindig)

30. táblázat. Biológiaórán alkalmazott módszerek

<i>Módszerek</i>	<i>Gyakoriság (szórás) kísérleti kipróbálás minta (N=205 fő)</i>	<i>Gyakoriság (szórás) kiterjesztett hatásvizsgálat minta (N=257 fő)</i>
Csoportmunka	2,16 (0,66)	2,29 (0,69)
<i>Házi feladat</i>	3,05 (0,75)	3,18 (0,84)
Tanulmányi kirándulás	1,54 (0,64)	1,43 (0,63)
Problémák megoldása	2,63 (0,91)	2,63 (0,88)
Projektmunka	2,26 (0,62)	2,27 (0,73)
Számításos feladatok megoldása	1,79 (0,81)	1,98 (0,91)
Szemléltetés	2,67 (0,85)	2,62 (0,80)
<i>Szimuláció, szerepjáték</i>	1,41 (0,62)	1,40 (0,62)
<i>Tanári előadás</i>	3,34 (0,84)	3,40 (0,77)
<i>Tanári magyarázat</i>	3,68 (0,56)	3,62 (0,58)
Tanári kísérlet	2,10 (0,85)	2,39 (0,74)
Tanulói kiselőadás	2,02 (0,63)	1,78 (0,67)
Tanulói kísérlet	1,59 (0,66)	1,68 (0,70)
Vita	1,72 (0,72)	1,76 (0,74)

Megjegyzés: 1-4 skála (1=soha, 2=ritkán, 3=gyakran, 4=mindig)

9.2. MÉRŐESZKÖZÖK

Ebben az alfejezetben a BioTudós program hatásvizsgálatához alkalmazott mérőeszközök kerülnek bemutatásra. A fejlesztőprogram hatásvizsgálatához a 4–5. alfejezet járult hozzá (15. ábra). A hatásvizsgálat során a kutatási készség teszt (Korom, Pásztor et al., 2016) hosszabb változatát, és a már bemutatott biológia tanulási motiváció kérdőívet (Korom, B. Németh & Csíkos, 2016) töltötték ki a tanulók az elő- és utóméréskor. A kutatási készség teszt hosszabb verziója 15 feladatot, 39 ítemet tartalmaz. A következő kutatási készségeket méri: (1) adatértelmezés, (2) változók azonosítása, (3) változók kontrollja, (4) kísérlettervezés, (5) következtetés, (6) kutatási kérdés azonosítása, (7) hipotézis azonosítása (7. melléklet). A kísérleti csoport tanulói egy tanulói programértékelőt is kitöltöttek az utóméréskor (8. melléklet), valamint a tanári programértékelő felvétele is megtörtént a fejlesztés után. A tanári programértékelőhöz hasonlóan, a tanulói programértékelő esetében is egy négyfokú intenzitás-skálán kellett kifejezni az egyetértés mértékét (1=egyáltalán nem, 2=inkább nem, 3=inkább igen, 4=nagyon) (30. ábra). A tanulói programértékelőben összesen kilenc kérdést helyeztünk el, amelyek a programra, a programban való munkára vonatkoztak. Továbbá egy nyílt kérdésben kértük a tanulókat, hogy fejték ki véleményüket arról, hogy mit hiányoltak a programból.

A tesztek egy-egy alkalommal, az elő- és utómérés időpontjában töltötték ki a tanulók, ezért a tesztek összekötő diákkal egészítettük ki, amelyek átvezették a tanulókat az egyik tesztből a másikba.

Mi a véleményed a **BioTudós** programban érintett témák (a bőr, a szervezet anyagforgalma, a cukorbetegség) tanításáról, tanulásáról?
Kattints arra a válaszra, amelyik leginkább kifejezi a véleményed!

Mennyire foglalkoztál szívesen a programmal?

Egyáltalán nem
 Inkább nem
 Inkább igen
 Nagyon

Mennyire tetszettek a feladatok?

Egyáltalán nem
 Inkább nem
 Inkább igen
 Nagyon

Mennyire tudtál otthon önállóan tanulni a programmal?

Egyáltalán nem
 Inkább nem
 Inkább igen
 Nagyon

Vissza
 Tovább

30. ábra. Példa a tanulói programértékelő kérdéseire

A fejlesztésben és mérésekben részt vevő tanulók szüleit tájékoztattuk a program menetéről, és szülői nyilatkozat formájában kértük a kutatáshoz való hozzájárulásukat (9. melléklet). A tanulókat tanító biológiatanár kollégákon keresztül a tanulók informálása is megtörtént, egy rövid útmutatóval segítettük a tanulók BioTudós programba történő regisztrációját és bejelentkezését (10. melléklet).

9.3. A fejlesztés menete

A fejlesztés menete a kísérleti kipróbálás és a kiterjesztett hatásvizsgálat során egyformán történt, a 8.5.3-as pontban bemutatott módon.

9.4. Eljárások

Adatgyűjtés

A 4–5. alfejeletben alkalmazott kutatási készség teszt (Korom, Pásztor et al., 2016), biológia tanulási motiváció kérdőív (Korom, B. Németh & Csikos, 2016) és a saját fejlesztésű tanulói programértékelő az elektronikus diagnosztikus mérési rendszer (eDia) (Molnár & Csapó, 2013) felületén, online történt. A tanulók az eDia felületet egyedi, ún. mérési azonosítóval használták, és biológiaórán töltötték ki a teszteket. Az ehhez szükséges infrastruktúrát az iskolák biztosítani tudták. A kutatási készség teszt és a biológia tanulási motiváció kérdőív kitöltésére 45 perc állt rendelkezésre. Ezt a két mérőeszközt egészítette ki az utómérések alkalmával a tanulói programértékelő is. A tapasztalatok azt mutatták, hogy elegendő volt a 45 perc a tesztek megoldásához és a kérdőív kérdéseinek megválaszolásához. Az adatgyűjtés és a kapcsolódó kutatási tevékenység áttekinthetőségét a 15. ábra segíti.

Adatelemzés

A 4–5. alfejeletben az adatok elemzéséhez az SPSS 22 statisztikai programot és Jamovi 2.3.0. szoftvert használtuk. A kutatási készség teszt validitásának ellenőrzésére

megerősítő faktoranalízist, lineáris regressziót és korrelációs együtthatókat számoltunk. A kutatási készség teszt és a biológia tanulási motiváció kérdőív reliabilitását a Cronbach- α kiszámításával becsültük meg. Annak eldöntésére, hogy kimutatható-e különbség a kutatási készségekben (adatok értelmezése, kísérlettervezés, változók azonosítása és kontrollja, következtetés, kutatási kérdés azonosítása, hipotézis azonosítása, teljes teszt), a biológia tanulási motivációban (intrinzik motiváció, önhatékonyság, öndetermináció, jegyért tanulás, karrier motiváció) és az attitűdben a fejlesztésbe bevont és a kontrollcsoport tanulói között a fejlesztés hatására kétmintás t-próbákat végeztünk. A tanulók saját magukhoz viszonyított fejlődésének vizsgálatára páros t-próbákat alkalmaztunk. A kísérleti és kontrollosztályok közötti különbségek vizsgálatára egyszempontos ANOVA elemzést alkalmaztunk. A tanári és tanulói programértékelő intenzitás-skálára adott értékeiből átlagokat és szórást számoltunk. A nemek közötti különbségek feltárására a kutatási készségek, a biológia tanulási motiváció és a programértékelő esetében szintén kétmintás és páros t-próbákat alkalmaztunk. A fejlesztőprogram jellemzésére hatásmagyságot számítottunk.

Az 5. al kutatásban a tanulók biológia tantárgyi attitűdje, biológia év végi jegye, intrinzik motivációja, önhatékonysága, öndeterminációja, jegyért tanulás és karrier motivációja, valamint a kutatási készség teszten elért eredménye közötti összefüggések kimutatására Pearson-féle korrelációt számítottunk.

9.5. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program hatásvizsgálata – Kísérleti kipróbálás

9.5.1. Célok

A 2020/21-es tanév tavaszi félévében a járványhelyzet enyhülésével több partneriskola is újra nyitott volt a közös munkára. Így lehetővé vált egy nagyobb mintás kipróbálás lebonyolítása.

9.5.2. Minta

Mintánkat szegedi általános iskolák 8. évfolyamos tanulói alkották. Az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport partneriskoláiban és újonnan kialakított partneriskolai kapcsolat révén további intézményekben történt a mérés és fejlesztés. A kísérleti csoportot 83 fő (fiú: 44; lány: 39), a kontrollcsoportot 122 fő (fiú: 62; lány: 60) alkotta. Az átlagéletkor 13,76 év (szórás=0,54).

9.5.3. Eredmények és megbeszélésük

Az eredmények részben a kutatási kérdések a korábban leírt sorrendben kerülnek megválaszolásra.

1. kutatási kérdés: Mennyire megfelelően működik a kutatási készség teszt és a biológia tanulási motiváció kérdőív 8. évfolyamos tanulók esetében?

A kutatási készség teszt elő- és utómérésekor egyes alskálák esetében (adatértelmezés, kísérlettervezés, hipotézis azonosítása) alacsony reliabilitást tapasztaltunk, ugyanakkor a kutatási készség teljes teszt reliabilitás értéke megfelelő. A Cronbach- α értékei az utómérésen mindkét mérőeszköz esetében magasabbak voltak (31, 35. táblázat). Ennek az lehet az oka, hogy az előmérés időpontjában a közoktatás digitális távoktatásra állt át, ezért az előmérést a tanulóknak otthon kellett megoldaniuk. A kontrollált körülmények fenntartására való törekvés abban nyilvánult meg, hogy a

tanulók bekapcsolt kamerával és mikrofonnal töltötték ki a tesztet. Erre azért volt szükség, hogy más online platformon ne beszéljék meg a feladatok megoldását a tanulók.

31. táblázat. Kutatási készség teszt reliabilitás értékei az elő- és utómérés során

<i>Kutatási készségek</i>	<i>Itemek száma</i>	<i>Cronbach-α előmérés</i>	<i>Cronbach-α utómérés</i>
Adatértelmezés	4	0,61	0,56
Változók azonosítása	5	0,71	0,67
Változók tervezése	4	0,69	0,81
Kísérlettervezés	4	0,51	0,51
Következtetés	8	0,61	0,66
Kutatási kérdés azonosítása	6	0,62	0,66
Hipotézis azonosítása	8	0,41	0,52
Teljes teszt	39	0,84	0,88

Ha megvizsgáljuk a kutatási készség teszt alskálái közötti korrelációt, akkor azt láthatjuk, hogy a teljes teszt mind a hét alskálával szignifikánsan korrelál, továbbá valamennyi alskála a többi alskálával is szignifikánsan összefügg (32. táblázat). Alapvetően ezek a szignifikáns összefüggések a kutatási készség teszt hétdimenziós modelljét támogatják.

32. táblázat. Kutatási készség teszt alskáláinak korrelációi

Paraméterek	Adat- értelmezés	Változók azonosí- tása	Változók tervezé- se	Kísérlet- tervezés	Követ- keztetés	Kutatási kérdés azonosítása	Hipotézis azonosí- tása	Teljes teszt
Adat- értelmezés	1	0,21**	0,35**	0,33**	0,22**	0,26**	0,25**	0,50**
Változók azonosítása		1	0,29**	0,27**	0,18**	0,21**	0,22**	0,53**
Változók tervezése			1	0,37**	0,29**	0,44**	0,28**	0,65**
Kísérlet- tervezés				1	0,45**	0,39**	0,42**	0,69**
Következ- tetés					1	0,45**	0,50**	0,71**
Kutatási kérdés azonosítása						1	0,38**	0,74**
Hipotézis azonosítása							1	0,67**
Teljes teszt								1

Megjegyzés: ** $p < 0,01$

Lineáris regresszióanalízist (*stepwise method*) végeztünk annak feltárására, hogy az egyes alskálák mennyire magyarázzák a kutatási készség teszten elért teljesítményt. Az eredmények alapján mind a hét alskála hozzájárul a modellhez. Nagyobb mértékben a kutatási kérdés azonosítása és a következtetés változók járulnak hozzá a megmagyarázott varianciához. Ezt a két változót követik a hipotézis azonosítása és a

kísérlettervezés, majd a változók tervezése és a változók azonosítása változók. A modellhez a legkisebb hozzájárulást az adatértelmezés változó jelenti (33. táblázat).

33. táblázat. A kutatási készség teszten elért teljesítmény mint függő változóra számított regresszióanalízis eredménye

<i>Független változó</i>	<i>r</i>	<i>β</i>	<i>r·β·100</i>	<i>p</i>
Kutatási kérdés azonosítása	0,75	0,30	22,50	<0,001
Következtetés	0,71	0,26	18,74	<0,001
Hipotézis azonosítása	0,65	0,20	13,04	<0,001
Kísérlettervezés	0,69	0,19	12,90	<0,001
Változók tervezése	0,66	0,21	14,03	<0,001
Változók azonosítása	0,54	0,24	12,74	<0,001
Adatértelmezés	0,47	0,12	5,80	<0,001
<i>Megmagyarázott variancia (%)</i>			100	

Az alacsonyabb megbízhatóságú alskálák (adatértelmezés, kísérlettervezés, hipotézis azonosítása) esetében fontos kitérni arra, hogy a kutatási készség tesztben a tanulóknak különböző feladatokat kell megoldaniuk, amelyek általános természettudományos tartalomhoz kötöttek. A problémát az is okozhatja, hogy a tanulók nem feltétlenül olvassák el alaposan a feladatok szövegezését. Ugyanakkor ezek bonyolult készségek, ezért mérésekre nem javasolt a feladatok további egyszerűsítése, rövidítése (Korom, Pásztor et al., 2016). Egy másik tapasztalat, hogy az adatértelmezés feladatok általában nem okoznak nehézséget a tanulóknak, könnyen megoldják azokat, tehát ezek a feladatok nem differenciálnak jól.

A kutatási kérdés azonosítása és a hipotézis azonosítása alskálák esetében érdemes lehet összevonni az itemeket, és egy új alskálát bevezetni, kutatási kérdés és hipotézis azonosítása néven. Ennek az az oka, hogy ezek a készségek szorosan összefüggnek, továbbá ezt a két készséget kifejezetten nehéz zárt feladatokkal mérni. A két változó összevonásával a reliabilitás értékei javulnak mind az előmérés (Cronbach- $\alpha=0,67$), mind az utómérés (Cronbach- $\alpha=0,72$) esetében. Az itemek összevonásával keletkezett új alskálával és a másik két skála elhagyásával egy hatdimenziós modellt kapunk. Megerősítő faktoranalízissel teszteltük a hat- és hétdimenziós modellek illeszkedését egyaránt. A hatdimenziós modell a kutatási kérdés és hipotézis itemeket összevonva tartalmazza, míg a hétdimenziós modell az eredeti mérőeszköz struktúráját képezi le.

A pedagógusok nézetének vizsgálata során alkalmazott modellilleszkedési mutatókat alkalmaztuk ebben az esetben is: Chi-négyzet illeszkedési mutató osztva a szabadságfokok számával (χ^2/df), RMSEA, SRMR, CFI, TLI (Brown, 2006; Hu & Bentler, 1999; Wang & Wang, 2012). Az eredmények azt mutatják, hogy az hétdimenziós modell illeszkedése valamelyest jobb, mint a hatdimenziós modellé (34. táblázat). Ugyanakkor sem a hat, sem a hétdimenziós modell CFI és TLI értékei nem érik el a 0,90-ot, amely a modell megfelelő illeszkedésének feltétele.

34. táblázat. Kutatási készség teszt illeszkedési mutatói hét- és hatdimenziós modell esetében

	<i>Illeszkedési mutatók</i>				
	χ^2/df	<i>RMSEA</i>	<i>SRMR</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>
Hétdimenziós modell	1,55	0,05	0,07	0,76	0,74
Hatdimenziós modell	1,63	0,07	0,05	0,72	0,70

A modellilleszkedési mutatók érzékenyek a minta nagyságára, ezért a kiterjesztett hatásvizsgálat alkalmával ennek ellenőrzése indokolt. A kísérleti kipróbálás során a hétdimenziós modellt preferáljuk, mivel az eredmények alapján mind a hét alskála szignifikánsan korrelál a teljes teszttel, mind hozzájárul a megmagyarázott varianciához, és a teljes kutatási készség teszt megbízhatósága is megfelelő. Ugyanakkor a kísérlettervezés és hipotézis azonosítása alacsony reliabilitása miatt ezeken az alteszteken mutatott szignifikáns változásokat nem tudjuk figyelembe venni az eredmények értelmezésekor.

A biológia tanulási motiváció kérdőív az elő- és utómérések alkalmával is megbízhatónak bizonyult. Mivel a mérőeszköz hazai adaptációja megtörtént, rendelkezünk adattal arra vonatkozóan, hogy 8. évfolyamos magyar tanulók körében a biológia-specifikus verzió megfelelően működik, az elméleti modell illeszkedik a korosztályban kapott adatokhoz (Korom, B. Németh & Csikos, 2016). Ezért a biológia tanulási motiváció esetében csak a reliabilitás értékeit tüntetjük fel (35. táblázat).

35. táblázat. Biológia tanulási motiváció kérdőív reliabilitás értékei az elő- és utómérés során

<i>Biológia tanulási motiváció</i>	<i>Itemek száma</i>	<i>Cronbach-α előmérés</i>	<i>Cronbach-α utómérés</i>
Intrinzik motiváció	5	0,80	0,87
Önhatékonyság	5	0,82	0,87
Öndetermináció	5	0,82	0,86
Jegyért tanulás	5	0,82	0,87
Karrier motiváció	5	0,74	0,86
Teljes teszt	25	0,96	0,97

Korábbi kutatások (l. Korom, Pásztor et al., 2016; Korom, B. Németh & Csikos, 2016) alapján feltételeztük, hogy a kutatási készség teszt és a biológia tanulási motiváció kérdőív és megfelelően működik 8. évfolyamos tanulók körében. Ezt a hipotézist (H_6) részben sikerült igazolnunk, hiszen a biológia tanulási motiváció kérdőív megfelelően működik a mintánkon, míg a kutatási készség teszt néhány alskálájának nem megfelelő a reliabilitása, ugyanakkor a teljes kutatási készség teszt megbízhatóan mér.

2. kutatási kérdés: *Kimutatható-e különbség a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont és a kontrollcsoport tanulói között a fejlesztés hatására?*

Az előmérés időpontjában a kontroll és a kísérleti csoport kutatási készség teszten nyújtott teljesítménye között nem volt szignifikáns különbség, ezért nem volt szükség a kontrollcsoport illesztésére (11. melléklet). A kutatási kérdés megválaszolásához a

kontroll- és kísérleti csoport saját magához viszonyított fejlődése is elemzésre került. A kontrollcsoport nem mutatott szignifikáns fejlődést a kutatási készségekben magához képest a fejlesztés időszaka alatt, tehát a spontán fejlődés sem volt kimutatható. A kísérleti csoport azonban szignifikánsan jobban teljesített az utómérésen a változók azonosítása ($t=2,680$; $p<0,05$), a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,335$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=3,104$; $p<0,05$) az előmérésen elért teljesítményéhez képest. A kísérlettervezés és hipotézis azonosítása alteszten mutatott szignifikáns változásokat nem tudjuk figyelembe venni az eredmények interpretációja során (36. táblázat).

Ahhoz, hogy megvizsgáljuk, hogy a kontrollcsoporthoz képest szignifikánsan változott-e a kísérleti csoport teljesítménye, kétmintás t-próbát végeztünk. A kontrollcsoporthoz képest a kísérleti csoport a fejlesztés hatására az utóteszten szignifikánsan jobban teljesített a kutatási kérdés azonosítása alteszten ($t=2,680$; $p<0,05$) és a teljes teszten ($t=1,980$; $p<0,05$). A hipotézis azonosítása alteszten mutatott szignifikáns teljesítményjavulást nem tudjuk figyelembe venni a nem megfelelő reliabilitás miatt.

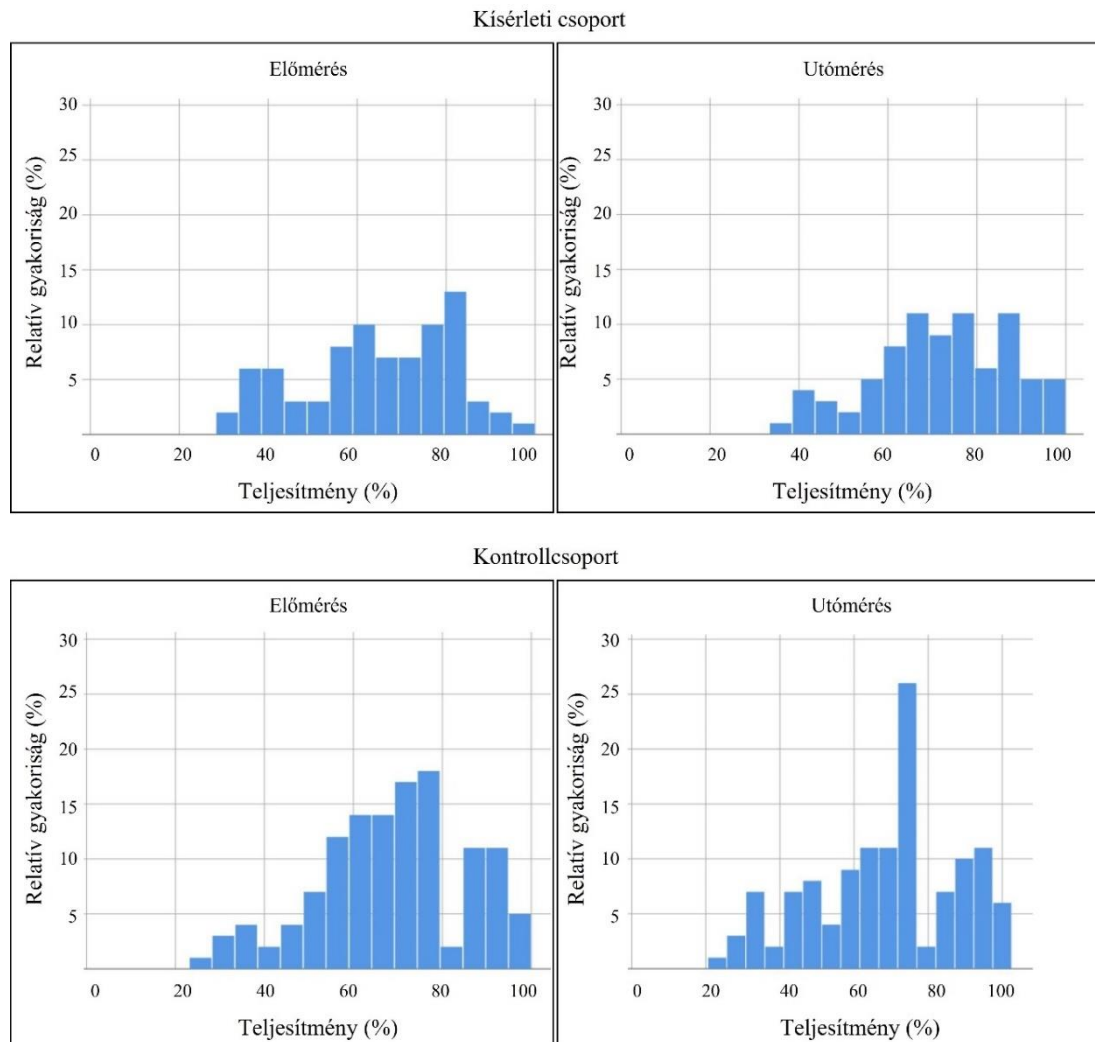
Összefoglalva, a BioTudós programmal hathetes fejlesztés hatására szignifikáns teljesítményjavulást tudtunk elérni 8. évfolyamos tanulók kutatási készségeiben.

36. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport kutatási készség teszten elért eredménye az elő- és utómérésen

Kutatási készségek	Statisztikai mutatók	Kontrollcsoport ($N=122$ fő)				Kísérleti csoport ($N=83$ fő)			
		Elő-mérés	Utó-mérés	t	p	Elő-mérés	Utó-mérés	t	p
Adatértelmezés	Átlag	3,61	3,49	0,973	0,332	3,46	3,66	1,849	0,068
	Szórás	0,82	0,83			0,82	0,61		
Változók azonosítása	Átlag	3,61	3,42	0,936	0,351	3,17	3,79	2,680	<0,05
	Szórás	1,48	1,43			1,67	1,37		
Változók tervezése	Átlag	1,53	1,63	0,865	0,389	1,23	1,63	1,801	0,075
	Szórás	1,38	1,52			1,28	1,57		
Kísérlettervezés	Átlag	2,11	2,23	0,979	0,330	1,91	2,33	2,562	<0,05
	Szórás	1,18	1,15			1,33	1,12		
Következtetés	Átlag	6,12	6,24	0,699	0,486	6,10	6,21	0,425	0,672
	Szórás	1,74	1,82			1,74	1,75		
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,99	4,79	0,460	0,646	4,90	5,56	2,335	<0,05
	Szórás	2,02	2,12			1,80	1,77		
Hipotézis azonosítása	Átlag	4,43	4,29	0,753	0,453	4,36	4,89	2,700	<0,05
	Szórás	1,32	1,47			1,38	1,17		
Teljes teszt	Átlag	26,41	26,09	0,054	0,957	25,16	28,07	3,104	<0,05
	Szórás	6,44	7,36			6,65	6,21		

A kísérleti és kontrollcsoport kutatási készség teszten mutatott teljesítményének eloszlása a 31. ábrán látható. A kísérleti csoport esetében kismértékű jobbra tolódás figyelhető meg a teljesítményeloszlásban. Jelentősen nőtt azoknak a tanulóknak a száma, akik 90% felett teljesítettek, valamint érdemlegesen csökkent a 40% alatt

teljesítők száma. Ezek az eredmények a kutatási készségekben bekövetkezett fejlődésre utalnak. A kontrollcsoport teljesítményeloszlásában érdekes, hogy a kutatási készség tesztet 74%-ra teljesítő tanulók száma az utómérésre duplájára nőtt. Ez a kiugró érték látható a 31. ábra jobb alsó hisztogramján. Ettől eltekintve az eloszlás nem változott figyelemre méltóan a kontrollcsoport esetében.



31. ábra. Kutatási készség teszt teljesítményeloszlása a kísérleti és kontrollcsoportban – kísérleti kipróbálás

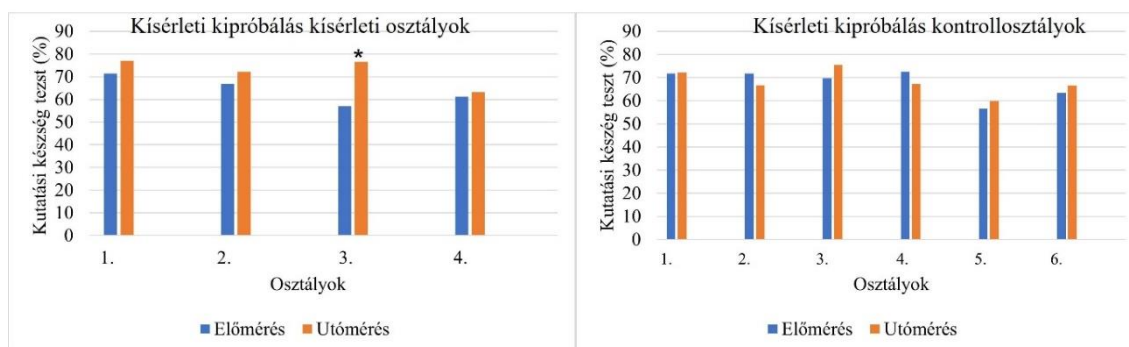
Ha szétválasztjuk a kontroll- és kísérleti csoport tanulóit a kutatási készség előmérésén nyújtott teljesítmény alapján, akkor vizsgálható, hogy a kutatási készség teszten az előméréskor mutatott teljesítmény befolyásolja-e a fejlődést. A tanulókat a kutatási készség teszten elért eredmények mediánjához ($Me=26,00$) viszonyítva két csoportba soroltuk: sikeres ($Me \geq 26,00$) és kevésbé sikeres ($Me < 26,00$) tanulók. A kísérleti csoport sikeres tanulói az előmérésen szignifikánsan jobban teljesítettek a kutatási készség teszt összes altesztjén (adatértelmezés: $t=2,796$; $p < 0,05$, változók azonosítása: $t=3,742$; $p < 0,001$, változók tervezése: $t=6,212$; $p < 0,001$, következtetés: $t=9,304$; $p < 0,001$, kutatási kérdés azonosítása: $t=7,984$; $p < 0,001$) és a teljes teszten ($t=13,836$; $p < 0,001$) a kísérleti csoport kevésbé sikeres tanulóihoz képest. A kutatási készség utóteszten a kísérleti csoport sikeres tanulói szignifikánsan jobban teljesítettek az adatértelmezés ($t=2,697$; $p < 0,05$) és a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,502$; $p < 0,05$) alteszteken mint a kísérleti csoport kevésbé sikeres tanulói.

A kísérleti és kontrollcsoport sikeres tanulói esetében nem volt szignifikáns különbség a kutatási készség teszt eredményeiben előméréskor, ugyanakkor az utóméréskor a kísérleti csoport sikeres tanulói szignifikánsan jobban teljesítettek az adatértelmezés ($t=2,910$; $p<0,05$) alteszten a kontrollcsoport sikeres tanulóihoz képest.

A kevésbé sikeres tanulók esetében a kísérleti és a kontrollcsoport kutatási készség előteszten elért eredménye között nem volt szignifikáns különbség, ugyanakkor az utóteszten a kísérleti csoport szignifikánsan jobban teljesített a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,735$; $p<0,05$) alteszten a kontrollcsoport tanulóihoz képest.

Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a bemeneti méréskor jobban teljesítő tanulók jobban fejlődtek a program hatására, valamint a kísérleti csoport kevésbé sikeres tanulói is tudtak fejlődni a kontrollcsoport kevésbé sikeres tanulóihoz képest.

Osztályokra lebontva is megvizsgáltuk a tanulók kutatási készség elő- és utóteszten nyújtott teljesítményét a kísérleti és a kontrollcsoportban (32. ábra). A kísérleti csoportot alkotó négy osztály mindegyikében magasabb értéket értek el a kutatási készség utóteszten a tanulók, azonban ez a teljesítménynövekedés csak a 3. osztály esetében szignifikáns. A kontrollosztályok esetében egyes osztályok rosszabbul, egyes osztályok jobban teljesítettek az utóteszteken. Ez érthető, hiszen a spontán fejlődést is figyelembe kell venni a teljesítmény javulása háttérében. Ugyanakkor a kutatási készség utóteszten mért változások egyik esetben sem szignifikánsak a kontrollosztályokban. A 32. ábrán az is látszik, hogy mind a kísérleti osztályok között, mind a kontrollosztályok között jelentős különbségek voltak az előmérések alkalmával. Az előmérésen a kísérleti csoport legjobban teljesítő osztálya 71,43%-ot ért el a kutatási készség teszten, míg a leggyengébben teljesítő osztály mindössze 56,95%-ot. A kontrollcsoport legjobban teljesítő osztálya 72,56%-ra teljesítette a kutatási készség előtesztet, míg a leggyengébb osztály csak 56,56 %-ot ért el. Ezek az eredmények alátámasztják, hogy a magyar iskolák osztályai közötti különbségek jelentősek lehetnek, akár egy iskolán belül is (Csapó, 2002; Nagy, 2004).



32. ábra. A kísérleti kipróbálás kísérleti és kontrollosztályainak kutatási készség teszten elért eredményei az elő- és utómérésen

(Megjegyzés: *szignifikáns teljesítményjavulás a kutatási készség teszten; $p<0,001$)

A mérések során intézményi különbségeket is ki tudtunk mutatni, mivel a kísérleti és kontrollosztályok külön-külön iskolából származtak. Ennek az a bevett gyakorlat az alapja, hogy a fejlesztőprogramokba egy iskola általában egy kísérleti és egy kontrollosztállyal kapcsolódik be. A kísérleti osztályok esetében az elő- és utómérés alkalmával is tapasztaltunk szignifikáns különbségeket az osztályok között. A kontrollosztályok esetében nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a kutatási készség elő- és utómérésekor az eredményekben. A kísérleti és kontrollosztályokhoz tartozó ANOVA vizsgálatok statisztikai mutatói és adatai a 12. mellékletben találhatóak.

A BioTudós fejlesztőprogram kutatási készségek fejlesztésére gyakorolt hatásának megítélésére hatásméretet számoltunk. A hatásméret becslésére terjedt el a Cohen-féle d érték (Cohen, 1988), amelynek kiszámítására többféle eljárás is ismert. Adey és Shayer (1994) alapján a hatásméret kísérleti-kontroll, elő- és utómérés típusú fejlesztő kísérletek esetében – ha a két csoport előtesztben nyújtott teljesítménye nem különbözik szignifikánsan – a kísérleti és a kontrollcsoport utóteszt teljesítménye közötti különbséget elosztjuk a kontrollcsoport utótesztjének szórásával. Ez az érték a BioTudós program esetében $d=0,26$.

A hatásméretet úgy is meghatározhatjuk, hogy kiszámítjuk a két csoport utóteszt átlaga közötti különbséget, majd az eredményt elosztjuk a két csoport szórásának átlagával (Klauer, 2001). Ebben az esetben $d=0,29$.

Cohen (1988) alapján a hatásméret $d=0,20-0,49$ intervallumban kicsi, $d=0,50-0,79$ között közepes, $d=0,80$ -tól nagy. Tehát a BioTudós fejlesztőprogram kis hatásméretűnek tekinthető.

Összefoglalva az eredményeket, sikerült igazolnunk azt a hipotézist (H_7), hogy a kísérleti csoport tanulói szignifikánsan jobban teljesítenek utóméréskor a kutatási készség teszten a fejlesztés hatására, mint a kontrollcsoport tanulói, tehát játékos módon fejleszthetők a tanulók kutatási készségei (Tsai et al., 2019).

3. kutatási kérdés: Kimutatható-e különbség a biológia tanulási motivációban a fejlesztésbe bevont és a kontrollcsoport tanulói között a fejlesztés hatására?

Az előmérés időpontjában a kontroll- és a kísérleti csoport biológia tanulási motivációjában nem volt szignifikáns különbség (37. táblázat).

37. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció előmérésének eredménye

Alskálák	Statisztikai mutatók	Kontroll-csoport ($N=122$ fő)	Kísérleti csoport ($N=83$ fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	13,29	13,19	1,138	0,287	0,303	0,766
	Szórás	4,17	3,89				
Önhatékonyság	Átlag	10,68	10,87	0,010	0,921	0,897	0,371
	Szórás	4,57	4,82				
Önállóság	Átlag	10,59	10,64	0,167	0,684	0,649	0,517
	Szórás	4,46	4,45				
Jegyért tanulás	Átlag	13,15	12,89	0,446	0,505	0,017	0,986
	Szórás	4,46	4,04				
Karrier motiváció	Átlag	11,33	11,42	1,925	0,167	0,440	0,660
	Szórás	4,38	4,04				
Teljes teszt	Átlag	59,46	60,12	0,288	0,592	0,476	0,634
	Szórás	20,14	19,37				

A kontrollcsoport intrinzik ($t=4,604$; $p<0,001$), jegyért tanulás ($t=3,664$; $p<0,05$) és karrier motivációja ($t=2,004$; $p<0,05$), valamint a teljes biológia tanulási motivációja ($t=2,692$; $p<0,05$) szignifikánsan csökkent az utómérésre. A kísérleti csoportban

ugyanakkor csak az intrinzik ($t=2,637$; $p<0,05$) és a jegyért tanulás motiváció ($t=1,990$; $p<0,05$) csökkent szignifikánsan a fejlesztés időszaka alatt (38. táblázat).

38. táblázat. Kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció értékei az elő- és utómérésen

Alskálák	Statistikai mutatók	Kontrollcsoport (N=122 fő)				Kísérleti csoport (N=83 fő)			
		Elő-mérés	Utó-mérés	t	p	Elő-mérés	Utó-mérés	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	13,29	12,01	4,604	<0,001	13,19	12,16	2,637	<0,05
	Szórás	4,17	4,98			3,89	4,58		
Önhatékonyság	Átlag	10,68	10,12	1,697	0,092	10,87	10,31	1,254	0,214
	Szórás	4,57	5,03			4,82	5,36		
Öndetermináció	Átlag	10,59	10,70	0,377	0,707	10,64	10,96	0,701	0,486
	Szórás	4,46	4,75			4,45	4,96		
Jegyért tanulás	Átlag	13,15	12,30	3,664	<0,05	12,89	12,09	1,990	<0,05
	Szórás	4,46	5,14			4,04	4,84		
Karrier motiváció	Átlag	11,33	10,65	2,004	<0,05	11,42	11,51	0,221	0,825
	Szórás	4,38	5,18			4,04	4,93		
Teljes teszt	Átlag	59,46	56,11	2,692	<0,05	60,12	59,19	0,518	0,606
	Szórás	20,14	23,27			19,37	22,30		

A kísérleti csoport biológia tanulási motivációja a kontrollcsoportéhoz képest nem változott szignifikánsan a fejlesztés hatására. Ez azt jelenti, hogy a fejlesztőprogram hat hetes alkalmazása nincs szignifikáns hatással a tanulók biológia tanulási motivációjára a kísérleti kipróbálás tanulságai alapján. Így nem sikerült megerősíteni azt a nemzetközi trendet, miszerint játékos feladatokkal a tanulók tantárgyi motivációja növelhető (Srisawasdi & Panjaburee, 2018). Így az ezzel a megállapítással kapcsolatos hipotézisünket (H_8) sem sikerült igazolni. Ennek az lehet az oka, hogy a fejlesztőprogram feladatai alapvetően nem mindig könnyűek, és az IBL-re jellemző többlet motivációs igény (Edelson et al., 1999) itt is jelentkezhet. Továbbá a program elsődleges célja a kutatási készségek fejlesztése, így a feladatok leegyszerűsítése, további játékosítása a fejlesztőhatást veszélyeztetné.

4. kutatási kérdés: Változik-e a fejlesztésbe bevont tanulók tantárgyi attitűdje a fejlesztés hatására?

A tanulók tantárgyi attitűdjét a fejlesztés előtt és után is megvizsgáltuk. A biológia tantárgyi attitűd sem a kísérleti csoportban (előmérés: 3,85, szórás=0,96; utómérés: 3,82, szórás=1,01), sem a kontrollcsoportban (előmérés: 3,71, szórás=1,06; utómérés: 3,59, szórás=0,10) nem változott szignifikánsan a fejlesztés időszaka alatt. Annak, hogy a kísérleti csoportban sem változott a biológia tantárgyi attitűd, az lehet az oka, hogy egy hathetes program nem elegendő a tantárgyi attitűd megváltoztatásához. Ez az álláspont korábbi hazai és nemzetközi mérésekben is megjelenik (Nagy, 2004; Üçgül & Altıok, 2021). Az attitűddel kapcsolatban feltételeztük, hogy a program hatására pozitívan fog változni, de az eredmények alapján ezt a hipotézist (H_9) nem sikerült igazolni.

5. kutatási kérdés: Kimutatható-e különbség a kutatási készségekben a nemek között a fejlesztésbe bevont tanulók esetében, az utómérés során?

A kutatási készség teszt esetében az előmérésen a kísérleti csoport lány tanulói szignifikánsan jobban teljesítettek a kutatási kérdés alteszten ($t=2,128$; $p<0,05$) és a teljes teszten ($t=2,372$; $p<0,05$) a fiúkhöz képest (39. táblázat). Azonban a kutatási készség utómérésén már nincs szignifikáns különbség a kísérleti csoport fiú és lány tanulói között (40. táblázat), ami azt jelenti, hogy H_{10} igazolást nyert. A kontrollcsoportban nemek szerint nincs szignifikáns különbség sem az elő- sem az utómérésben a kutatási készség teszten. Az, hogy a teljes teszten nincs szignifikáns különbség a nemek szerint, ismert a hazai szakirodalomból (Korom, Pásztor et al., 2016). Az alteszteken mutatkozhat különbség, például Korom, Pásztor, Gyenes és B. Németh (2016) mérésében a lányok szignifikánsan jobban teljesítettek az adatértelmezés alteszten, mint a fiúk. Ezt a kísérleti kipróbálás során nem sikerült igazolni, viszont a kutatási kérdés alteszten mutatott szignifikáns különbség is jelzi, hogy lehetnek különbségek nemek szerint, amit érdemes figyelembe venni.

39. táblázat. Kutatási készség teszt előmérésen elért eredmények nemek szerinti bontásban, a kísérleti csoportban

Kutatási készségek	Statistikai mutatók	Fiú (N=44 fő)	Lány (N=39 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Adatértelmezés	Átlag	3,39	3,52	0,986	0,324	0,744	0,459
	Szórás	0,92	0,70				
Változók azonosítása	Átlag	2,90	3,43	0,429	0,514	1,441	0,153
	Szórás	1,61	1,71				
Változók tervezése	Átlag	1,02	1,44	1,064	0,305	1,478	0,143
	Szórás	1,19	1,34				
Kísérlettervezés	Átlag	1,68	2,15	1,693	0,197	1,586	0,117
	Szórás	1,42	1,21				
Következtetés	Átlag	5,78	6,41	0,021	0,884	1,668	0,099
	Szórás	1,69	1,75				
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,49	5,32	4,346	0,040	2,128	<0,05
	Szórás	1,96	1,54				
Hipotézis azonosítása	Átlag	4,19	4,54	0,625	0,432	1,119	0,266
	Szórás	1,52	1,23				
Teljes teszt	Átlag	27,90	28,17	0,003	0,955	2,372	<0,05
	Szórás	6,37	6,07				

40. táblázat. Kutatási készség teszt utómérésén elért eredmények nemek szerinti bontásban, a kísérleti csoportban

Kutatási készségek	Statistikai mutatók	Fiú (N=44 fő)	Lány (N=39 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Adatértelmezés	Átlag	3,61	3,71	0,156	0,694	0,778	0,439
	Szórás	0,54	0,67				
Változók azonosítása	Átlag	3,71	3,88	0,047	0,829	0,576	0,566
	Szórás	1,40	1,35				
Változók tervezése	Átlag	1,66	1,57	0,057	0,812	0,252	0,802
	Szórás	1,59	1,56				
Kísérlettervezés	Átlag	2,29	2,36	0,308	0,580	0,261	0,794
	Szórás	1,14	1,10				
Következtetés	Átlag	6,32	6,10	0,191	0,663	0,579	0,564
	Szórás	1,77	1,77				
Kutatási kérdés	Átlag	5,58	5,50	0,065	0,799	0,219	0,828
	Szórás	1,77	1,78				
Hipotézis	Átlag	4,73	5,05	0,033	0,857	1,235	0,220
	Szórás	1,14	1,19				
Teljes teszt	Átlag	27,90	28,17	0,021	0,886	0,193	0,847
	Szórás	6,37	6,07				

Ezt követően tovább vizsgáltuk a mintát nemek szerinti bontásban. A fiúk esetében a kutatási készség teszt előmérésén szignifikáns különbség volt a változók azonosítása alteszten a kontrollcsoport javára ($t=2,330$; $p<0,05$). A kutatási készség teszt utómérésekor azonban ez a szignifikáns különbség már nem mutatkozott. Ennek oka valószínűsíthetően az, hogy a kísérleti csoport tanulói magukhoz képest szignifikánsan fejlődtek a változók azonosítása ($t=2,731$; $p<0,05$), a változók tervezése ($t=2,059$; $p<0,05$), a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,748$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=3,943$; $p<0,001$) (41. táblázat). Míg a kontrollcsoport fiú tanulóinak eredménye a kutatási készség teszt utómérésekor saját magukhoz képest nem hozott szignifikáns különbséget. A kísérleti és kontrollcsoport lány tanulói között nem volt szignifikáns különbség a kutatási készség teszt előmérésekor, ahogyan a kísérleti és kontrollcsoport között sem volt szignifikáns különbség az előmérés alkalmával. Habár az utómérésen a kísérleti csoport lány tanulói magasabb pontszámot értek el az alteszteken és a teljes teszten egyaránt, ez ekkora mintán nem szignifikáns. Csak a hipotézis azonosítása alteszten tapasztaltunk szignifikáns különbséget a kísérleti csoport javára, azonban az alskála alacsony reliabilitása miatt ezt a különbséget nem tudjuk figyelembe venni. A kísérleti csoport saját magához viszonyított eredményei is ezt mutatják. Hiába értek el magasabb pontszámot az utóteszten, a minta elemszáma alacsony ahhoz, hogy ez a különbség szignifikáns legyen (41. táblázat). A kontrollcsoport lány tanulói magukhoz képest nem változtak szignifikánsan a fejlesztés időszaka alatt.

41. táblázat. A kísérleti csoport kutatási készség teszt elő- és utóméréseinek eredménye nemek szerint

Kutatási készségek	Statistikai mutatók	Fiú (N=44 fő)				Lány (N=39 fő)			
		Elő- mérés	Utó- mérés	t	p	Elő- mérés	Utó- mérés	t	p
Adatértelmezés	Átlag	3,39	3,61	1,388	0,173	3,52	3,71	1,213	0,232
	Szórás	0,92	0,54			0,71	0,67		
Változók azonosítása	Átlag	2,90	3,71	2,731	<0,05	3,43	3,88	1,248	0,219
	Szórás	1,61	1,40			1,71	1,35		
Változók tervezése	Átlag	1,02	1,66	2,059	<0,05	1,44	1,57	0,527	0,601
	Szórás	1,19	1,59			1,34	1,56		
Kísérlettervezés	Átlag	1,68	2,29	2,636	<0,05	2,15	2,36	0,976	0,335
	Szórás	1,42	1,14			1,21	1,10		
Következtetés	Átlag	5,78	6,32	1,706	0,096	6,41	6,10	0,789	0,435
	Szórás	1,69	1,77			1,75	1,72		
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,49	5,58	2,748	<0,05	5,32	5,50	0,561	0,578
	Szórás	1,96	1,77			1,54	1,78		
Hipotézis azonosítása	Átlag	4,19	4,73	1,835	0,074	4,54	5,05	1,976	0,056
	Szórás	1,52	1,14			1,23	1,19		
Teljes teszt	Átlag	23,46	27,90	3,943	<0,001	26,85	28,17	0,940	0,353
	Szórás	6,49	6,37			6,46	6,07		

6. kutatási kérdés: Kimutatható-e különbség a biológia tanulási motivációban nemek alapján a fejlesztésbe bevont tanulók között az utómérés során, a fejlesztés hatására?

A fejlesztésbe bevont tanulók a biológia tanulási motiváció esetében nem mutattak szignifikáns különbséget nemek szerint az elő- és utómérésen (42–43. táblázat). A kapott eredmények igazolják hipotézisünket (H_{11}).

42. táblázat. Biológia tanulási motiváció az előmérésen nemek szerinti bontásban (kísérleti csoport)

<i>Alskálák</i>	<i>Statisztikai mutatók</i>	<i>Előmérés</i>		<i>F-próba</i>		<i>t-próba</i>	
		<i>Fiú</i>	<i>Lány</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i> t </i>	<i>p</i>
		<i>(N=44 fő)</i>	<i>(N=39 fő)</i>				
Intrinzik motiváció	Átlag	12,88	13,97	0,172	0,680	1,304	0,196
	Szórás	4,05	3,55				
Önhatékonyság	Átlag	10,85	11,51	2,763	0,100	0,627	0,532
	Szórás	5,14	4,33				
Öndetermináció	Átlag	10,52	11,27	0,770	0,383	0,755	0,452
	Szórás	4,54	4,32				
Jegyért tanulás	Átlag	12,93	13,24	0,146	0,703	0,354	0,724
	Szórás	3,99	4,11				
Karrier motiváció	Átlag	11,00	12,15	0,063	0,803	1,299	0,198
	Szórás	3,90	4,03				
Teljes teszt	Átlag	58,77	62,15	0,945	0,334	0,774	0,441
	Szórás	20,22	18,80				

43. táblázat. Biológia tanulási motiváció az utómérésen nemek szerinti bontásban (kísérleti csoport)

<i>Alskálák</i>	<i>Statisztikai mutatók</i>			<i>F-próba</i>		<i>t-próba</i>	
		<i>Fiú</i>	<i>Lány</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i> t </i>	<i>p</i>
		<i>(N=44 fő)</i>	<i>(N=39 fő)</i>				
Intrinzik motiváció	Átlag	11,59	12,78	0,005	0,944	1,125	0,264
	Szórás	4,56	4,53				
Önhatékonyság	Átlag	9,92	10,54	0,727	0,397	0,495	0,622
	Szórás	5,08	5,66				
Öndetermináció	Átlag	10,32	11,19	0,175	0,677	0,730	0,468
	Szórás	4,93	5,25				
Jegyért tanulás	Átlag	12,13	12,03	5,054	0,028	0,097	0,923
	Szórás	4,15	5,42				
Karrier motiváció	Átlag	11,89	11,05	0,027	0,870	0,734	0,465
	Szórás	4,91	4,88				
Teljes teszt	Átlag	56,60	59,74	0,068	0,796	0,574	0,568
	Szórás	22,30	23,46				

Ezt követően külön vizsgáltuk a lányok és fiúk biológia tanulási motivációját. A kísérleti csoport lány tanulói a kontrollcsoport lány tanulóihoz képest a biológia tanulási motiváció kérdőív minden paraméterére magasabb pontszámot adtak az előmérésen, azonban ez a különbség egyik esetben sem szignifikáns, ahogy az utómérésen sem mutatkozott szignifikáns különbség a kísérleti és kontrollcsoport lány tanulói között. A kísérleti csoport lány tanulójánál az utómérésen szignifikánsan csökkent az intrinzik

($t=2,160$; $p<0,05$) és jegyért tanulás motiváció ($2,073$; $p<0,05$), azonban az intrinzik motiváció szignifikáns csökkenése a kontrollcsoport lány tanulóinál szintén megfigyelhető ($t=3,128$; $p<0,05$) (44. táblázat). Ezért az intrinzik motiváció csökkenése nem a programnak tulajdonítható, ugyanakkor érdemes lehet megvizsgálni, hogy mi okozta a jegyért tanulás motiváció szignifikáns változását a kísérleti lány csoportban. Elképzelhető, hogy a tanév végére a kísérleti csoport lány tanulói jobban kimerültek, a felvételi folyamat is lezárult, és emiatt csökkent a jegyért tanulás motiváció.

44. táblázat. Kontroll- és kísérleti csoport lány tanulóinak eredménye a biológia tanulási motiváció elő- és utómérésén

<i>Alskálák</i>	<i>Statistikai mutatók</i>	<i>Kontrollcsoport (N=60 fő)</i>				<i>Kísérleti csoport (N=39 fő)</i>			
		<i>Elő-mérés</i>	<i>Utó-mérés</i>	<i> t </i>	<i>p</i>	<i>Elő-mérés</i>	<i>Utó-mérés</i>	<i> t </i>	<i>p</i>
Intrinzik motiváció	Átlag	14,72	13,54	3,128	<0,05	13,97	12,78	2,160	<0,05
	Szórás	3,37	4,12			3,55	4,53		
Önhatékonyság	Átlag	11,71	11,87	0,266	0,791	11,51	10,54	1,267	0,214
	Szórás	4,32	4,34			4,33	5,66		
Öndetermináció	Átlag	11,57	11,98	0,776	0,441	11,27	11,19	0,388	0,700
	Szórás	4,10	4,20			4,32	5,25		
Jegyért tanulás	Átlag	14,10	13,66	0,985	0,329	13,24	12,03	2,073	<0,05
	Szórás	3,81	4,11			4,11	5,42		
Karrier motiváció	Átlag	12,38	12,19	0,245	0,808	12,15	11,05	1,333	0,191
	Szórás	4,11	4,58			4,03	4,88		
Teljes teszt	Átlag	64,48	63,24	0,742	0,461	62,15	59,74	1,050	0,301
	Szórás	18,41	19,96			18,80	23,46		

A biológia tanulási motivációt a fiúk almintáján is megvizsgáltuk. A kísérleti csoport fiú tanulói a biológia tanulási motiváció utómérésekor szignifikánsan magasabb pontszámot adtak a karrier motivációra ($t=2,400$; $p<0,05$), mint a kontrollcsoport fiú tanulói. Ugyanakkor a kísérleti csoport fiú tanulóinál a biológia tanulási motiváció elő- és utómérése között nincs szignifikáns különbség. A kontrollcsoport fiú tanulóinál az előméréshez képest az utómérés alkalmával szignifikánsan csökkent az intrinzik motiváció ($t=3,360$; $p<0,001$), az önhatékonyság ($t=2,384$; $p<0,05$), a jegyért tanulás ($t=2,848$; $p<0,05$) és a karrier motiváció ($t=2,448$; $p<0,05$), valamint a teljes biológia tanulási motiváció ($t=2,980$; $p<0,05$). Tehát a kontrollcsoport fiú tanulóinál jelentősen csökkent a tanév végére a biológia tanulási motiváció, míg a kísérleti csoport megtartotta azt a biológia tanulási motivációt, amellyel az előméréskor rendelkezett. Ebből a szempontból az is fontos eredmény lehet, hogy a kísérleti csoport biológia tanulási motivációja nem csökkent szignifikánsan (45. táblázat).

45. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport fiú tanulóinak eredménye a biológia tanulási motiváció elő- és utómérésén

Alskálák	Statistikai mutatók	Kontrollcsoport (N=62 fő)				Kísérleti csoport (N=44 fő)			
		Elő-mérés	Utó-mérés	t	p	Elő-mérés	Utó-mérés	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	11,91	10,67	3,360	<0,001	12,88	11,59	1,603	0,118
	Szórás	4,26	5,30			4,05	4,56		
Önhatékonyság	Átlag	9,52	8,46	2,384	<0,05	10,85	9,92	0,509	0,614
	Szórás	4,55	5,17			5,14	5,08		
Öndetermináció	Átlag	9,49	9,59	0,196	0,846	10,53	10,32	0,581	0,565
	Szórás	4,55	4,94			4,54	4,93		
Jegyért tanulás	Átlag	12,16	11,11	2,848	<0,05	12,93	12,13	0,907	0,370
	Szórás	4,90	5,66			3,99	4,15		
Karrier motiváció	Átlag	10,40	9,29	2,448	<0,05	11,00	11,89	1,449	0,157
	Szórás	4,37	5,28			3,90	4,91		
Teljes teszt	Átlag	54,08	49,13	2,980	<0,05	58,77	56,60	0,219	0,828
	Szórás	20,52	24,61			20,22	22,30		

7. Hogyan vélekednek a tanulók a BioTudós fejlesztőprogramról?

A tanulók a programértékelő kérdőívre adott válaszaik alapján szívesen foglalkoztak a programmal, tetszettek nekik a feladatok, tudtak a programmal önállóan otthon tanulni. Továbbá véleményük szerint a feladatok megértését segítette a tanórákon történő közös feldolgozás, valamint a program feladatai segítették a tananyag és a tudományos kutatás folyamatának megismerését, megértését. A diákoknak tetszettek a tananyaghoz kapcsolódó érdekességek, és szívesen tanulnának más témákról is a program segítségével (46. táblázat). Összességében pozitívan vélekednek a programról, a hipotézisünk (H_{12}) igazolást nyert.

46. táblázat. A tanulói válaszok a programértékelő kérdéseire

Programértékelő kérdések (N=83 fő)	Átlag	Szórás
	1. Mennyire foglalkoztál szívesen a programmal?	2,50
2. Mennyire tetszettek a feladatok?	2,64	0,80
3. Mennyire tudtál otthon önállóan tanulni a programmal?	2,74	0,90
4. Mennyire segítette a feladatok megértését a tanórákon történő közös feldolgozás?	2,73	0,83
5. Mennyire segítették a feladatok a témák tananyagának megértését?	2,63	0,74
6. Mennyire tetszettek a témákhoz kapcsolódó kiegészítő érdekességek (pl. sportszív, naptejek faktorszám, véradás szabályai, inzulinok hatása)?	2,79	0,81
7. Mennyire sikerült elsajátítani a programban szereplő ismereteket?	2,73	0,80
8. Mennyire segítették a feladatok a tudományos kutatás folyamatának megismerését és megértését?	2,72	0,76
9. Mennyire szívesen tanulnál más témákról is a program segítségével?	2,78	0,85

Megjegyzés: 1=egyáltalán nem, 2=inkább nem, 3=inkább igen, 4=nagyon

8. kutatási kérdés: Kimutatható-e nemek szerinti különbség a BioTudós program megítélésében?

A programértékelő (8. melléklet) válaszai alapján a 7. tételnél mutatkozott szignifikáns különbség a fiúk és lányok válaszaiban, amely alapján a fiúk szignifikánsan jobbnak ítélik meg a programból elsajátított ismeretek mértékét, mint a lányok ($t=2,468$; $p<0,05$). Fontos figyelembe venni, hogy a minta meglehetősen kicsi ahhoz, hogy szignifikáns eltéréseket várjunk (47. táblázat). Ugyanakkor sikerült igazolnunk azt a hipotézist (H_{13}), hogy a BioTudós program megítélése eltér a különböző nemű tanulók esetében (Hsieh et al., 2016; Inal & Cagiltay, 2007).

47. táblázat. Kísérleti csoport programértékelőre adott értékei nemek szerinti bontásban

Paraméterek	Statisztikai mutatók	Fiú (N=44 fő)	Lány (N=39 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Programértékelő_1	Átlag	2,58	2,42	0,005	0,944	1,109	0,270
	Szórás	0,81	0,79				
Programértékelő_2	Átlag	2,76	2,50	0,029	0,865	1,754	0,082
	Szórás	0,82	0,77				
Programértékelő_3	Átlag	2,82	2,66	0,258	0,613	0,916	0,361
	Szórás	0,95	0,85				
Programértékelő_4	Átlag	2,82	2,64	0,303	0,583	1,165	0,247
	Szórás	0,83	0,82				
Programértékelő_5	Átlag	2,73	2,53	0,001	0,975	1,453	0,149
	Szórás	0,76	0,72				
Programértékelő_6	Átlag	2,91	2,65	2,263	0,135	1,723	0,088
	Szórás	0,77	0,84				
Programértékelő_7	Átlag	2,90	2,54	2,081	0,152	2,468	<0,05
	Szórás	0,77	0,79				
Programértékelő_8	Átlag	2,82	2,63	0,358	0,551	1,362	0,176
	Szórás	0,77	0,74				
Programértékelő_9	Átlag	2,89	2,65	0,980	0,324	1,568	0,121
	Szórás	0,82	0,87				

9. Hogyan vélekednek a tanárok a BioTudós fejlesztőprogramról és a tanári segédanyagról?

A pedagógusok (N=6 fő) válaszai alapján a program ütemezése megfelelő volt, hasznosnak találták a tanári fiókot a weboldalon, valamint a beépített tanár funkciót. Nagyon hasznosnak ítélték a tanári segédanyagot is. Véleményük szerint a program illeszkedik az új tantervekhez és a 8. évfolyamos biológia tananyaghoz egyaránt (48. táblázat). A mindennapi iskolai, tantermi oktatásban hiánypótlónak írták le a programot. Kiemelték, hogy a segítő szövegek önálló tanulásra is alkalmasak, és a gyerekek szerették, szívesen csinálták a program feladatait. Pozitívként említették a kerettörténet jelenlétét és a program struktúráját. Ugyanakkor nehézségként írták le, hogy okostelefonnal egyelőre nem kompatibilis a program, valamint, hogy akadtak

technikai problémák. Tehát a válaszok egybecsengnek a hipotézisünkkel, amely szerint a tanárok pozitívan vélekednek a programról és hasznosnak találják a tanári segédanyagot (H₁₄).

48. táblázat. Tanári kérdőív zárt kérdéseire adott válaszok

<i>Kérdések (N=6 fő)</i>	<i>Átlag</i>	<i>Szórás</i>
Mennyire tudta megvalósítani a feladatok megbeszélését?	3,0	0,00
Mennyire volt elég egy tanóra a 3 állomás megbeszélésére?	3,0	0,70
Mennyire tartotta hasznosnak a tanári segédanyagot?	3,6	0,89
Mennyire tartotta hasznosnak a saját fiókot (BioTudós weboldalon)?	2,8	1,09
Mennyire tartotta hasznosnak a weboldal „tanár” módját (választható szintér)?	2,8	1,09
Véleménye szerint mennyire illeszkedik a program az új tantervekhez?	3,2	0,84
Véleménye szerint mennyire illeszkedik a program a 8. évfolyamos biológia tananyaghoz?	3,4	0,55

Megjegyzés: 1=egyáltalán nem, 2=inkább nem, 3=inkább igen, 4=nagyon

9.5.4. Összegzés, következtetések

A kísérleti kipróbálás összefoglalásaként elmondható, hogy a kutatási készég teljes teszt (Cronbach- $\alpha_{\text{előmérés}}=0,84$; Cronbach- $\alpha_{\text{utómérés}}=0,88$) és a biológia tanulási motiváció kérdőív (Cronbach- $\alpha_{\text{előmérés}}=0,96$; Cronbach- $\alpha_{\text{utómérés}}=0,97$) megbízhatóan mér. A kísérleti csoport teljesítménye szignifikáns fejlődést mutatott a változók azonosítása ($t=2,680$; $p<0,05$), a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,335$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=3,104$; $p<0,05$) magához képest a fejlesztés időszaka alatt. A kontrollcsoporthoz képest a kísérleti csoport a fejlesztés hatására az utóteszten szignifikánsan jobban teljesített a kutatási kérdés alteszten ($t=2,680$; $p<0,05$) és a teljes teszten ($t=1,980$; $p<0,05$). A kontrollcsoport nem mutatott szignifikáns fejlődést kutatási készség teszten az előméréshez képest. Tehát a BioTudós fejlesztőprogram alkalmas 8. évfolyamos tanulók kutatási készségeinek fejlesztésére. A program jellemzésére többféle hatásméretet (Adey & Shayer, 1994; Cohen, 1988) számoltunk, amelyek alapján a BioTudós program kis hatásméretűnek tekinthető.

A tanulók intrinzik és jegyért tanulás motivációja szignifikánsan csökkent mind a kontroll- ($t=4,604$; $p<0,001$; $t=3,664$; $p<0,05$), mind a kísérleti csoportban ($t=2,637$; $p<0,05$; $t=1,990$; $p<0,05$). Ugyanakkor a kontrollcsoporthoz képest nem csökkent szignifikánsan a kísérleti csoport intrinzik és jegyért tanulás motivációja. Tehát ezek esetében nem a fejlesztőprogram hatása a csökkent motiváció. A kontrollcsoport karrier motivációja ($t=2,004$; $p<0,05$) és a teljes biológia tanulási motivációja is szignifikánsan csökkent az utómérésre ($t=2,692$; $p<0,001$), amelyhez leginkább a kontrollcsoport fiú tanulói biológia tanulási motivációjának szignifikáns csökkenése járult hozzá ($t=2,980$; $p<0,05$). Az eredmények értelmezésekor figyelembe kell venni, hogy a program kipróbálása alatt még a járványidőszak tartott, és a tanév végén egyébként is csökken a tanulási motiváció. A tanulók biológia tantárgyi attitűdje sem változott szignifikánsan. Habár feltételezzük, hogy a BioTudós programban való hat hetes részvétel túl kevés idő ahhoz, hogy a biológia tantárgyi attitűd megváltozzon, a járványhelyzet miatt mégis érdemes újra megvizsgálni a tanulói motivációra és attitűdre gyakorolt hatását egy másik időpontban is.

A nemek szerinti vizsgálatok alapján a kísérleti csoportban elmondható, hogy habár előméréskor a kutatási készség teszten a lányok szignifikánsan jobban teljesítettek a kutatási kérdés azonosítása alteszten ($t=2,128$; $p<0,05$) és a teljes teszten ($t=2,372$;

$p < 0,05$), utóméréskor már nem volt szignifikáns különbség a fiúk és a lányok eredményei között. A kutatási készség teszten előméréskor a kísérleti és kontrollcsoport lány tanulói között nem volt szignifikáns különbség. A kísérleti csoport lány tanulóinak a kutatási készség teszten elő- és utóméréskor mutatott eredményeiben sem volt kimutatható szignifikáns különbség. A kontrollcsoport lány tanulói magukhoz képest nem változtak szignifikánsan a fejlesztés időszaka alatt.

A kutatási készség teszten előméréskor a fiúk esetében szignifikáns különbség volt a változók azonosítása alteszten a kontrollcsoport javára ($t=2,330$; $p < 0,05$). Utóméréskor azonban ez a szignifikáns különbség már nem mutatkozott, mivel a kísérleti csoport fiú tanulói magukhoz képest szignifikánsan fejlődtek a változók azonosítása ($t=2,731$; $p < 0,05$), a változók tervezése ($t=2,059$; $p < 0,05$), a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,748$; $p < 0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=3,943$; $p < 0,001$). Ezzel ellentétben a kontrollcsoport fiú tanulóinak eredménye a kutatási készség teszten utóméréskor saját magukhoz képest nem mutatott szignifikáns változást. Tehát a kutatási készségek változását a nemek vonatkozásában érdemes újra megvizsgálni nagyobb mintán.

A kísérleti csoport fiú és lány tanulói között a biológia tanulási motiváció esetében nem volt szignifikáns különbség az elő- és utómérésen. A kísérleti csoport lány tanulóinál az előméréshez képest az utómérésen szignifikánsan csökkent az intrinzik ($t=2,160$; $p < 0,05$) és jegyért tanulás motiváció ($t=2,073$; $p < 0,05$). Az intrinzik motiváció szignifikáns csökkenése a kontrollcsoport lány tanulóinál is megfigyelhető volt ($t=3,128$; $p < 0,05$).

A kísérleti csoport fiú tanulóinak karrier motivációja szignifikánsan nőtt ($t=2,400$; $p < 0,05$) az utómérésre a kontrollcsoport fiú tanulóihoz képest. A kísérleti csoport fiú tanulóinál a biológia tanulási motivációban az elő- és utómérés között nem volt szignifikáns különbség. Tehát a saját magukhoz képesti változást nem sikerült kimutatni. A kontrollcsoport fiú tanulóinál az előméréshez képest az utómérés alkalmával szignifikánsan csökkent az intrinzik motiváció ($t=3,360$; $p < 0,05$), az önhatékonyság ($t=2,384$; $p < 0,05$), a jegyért tanulás ($t=2,848$; $p < 0,05$), a karrier motiváció ($t=2,448$; $p < 0,05$) és a teljes biológia tanulási motiváció ($t=2,980$; $p < 0,05$).

A tanulói visszajelzések alapján a BioTudós program alkalmas arra, hogy a tanulók otthon, önállóan tanuljanak vele. Ugyanakkor a 8. évfolyamos biológia tananyaghoz is illeszkedik, ezért a biológiaórába integrálható. A tanulók véleménye alapján a program feladatai segítik a tananyag és a tudományos kutatás folyamatának megértését, amely utóbbi fontos célja a természettudományok tanításának.

A programértékelő esetében egy esetben tapasztaltunk szignifikáns különbséget a fiúk javára, miszerint megítélésük szerint jobban el tudták sajátítani a programban szereplő ismereteket, mint a lányok. A programértékelőre adott értékek nagyobb mintán való ismételt vizsgálata szintén indokolt.

A pedagógusok válaszai alapján a program megfelelő a tanórai alkalmazáshoz, és kellő segítséget jelent a tanári segédanyag, a saját BioTudós fiók és a tanár mód a program hatékony, mindennapi gyakorlatban történő használatához.

9.6. Kutatási készségeket játékos kutatásalapú tanulással fejlesztő program hatásvizsgálata – Kiterjesztett hatásvizsgálat

9.6.1. Célok

A kiterjesztett hatásvizsgálat során folytattuk a BioTudós program hatásvizsgálatát, többnyire a kísérleti kipróbálás során bemutatott kutatási kérdések mentén. A kísérleti kipróbálás alkalmával megkérdeztük a fejlesztésben részt vevő

tanárok véleményét a programról és a tanári segédanyagról. Azonban ezt a kutatási kérdést elvetettük a kiterjesztett hatásvizsgálat alkalmával, mivel ugyanazok a pedagógusok vettek részt a kipróbálásban, akik a kísérleti kipróbálás során már kitöltötték azt a kérdőívet. Továbbá a két mérés egymást követő félévben valósult meg, így nem volt indokolt, hogy újra felvegyük a tanári vélemények kérdőívet.

A két hatásvizsgálatot az indokolta, hogy az első 2021 tavaszán kezdődött, amikor a COVID-19 vilájárvány még jobban érezte hatását (pl. karanténba kerültek iskolák, osztályok). A második vizsgálat 2021 őszén kezdődött, ezáltal a tananyag is más volt, továbbá a kísérleti csoportba tartozó tanulók számát jelentősen (83-ról 132-re) tudtuk növelni.

9.6.2. Minta

Mintánkat szegedi általános iskolák 8. évfolyamos tanulói alkották. A kísérleti csoportot 132 fő (fiú: 68; lány: 64), a kontrollcsoportot 125 fő (fiú: 66; lány: 59) alkotta. Az átlagéletkor 13,71 év (szórás=0,50).

9.6.3. Eredmények és megbeszélésük

Az eredmények részben a kutatási kérdéseket a korábban leírt sorrendben válaszoljuk meg.

1. kutatási kérdés: Mennyire megfelelően működik a kutatási készség teszt és a biológia tanulási motiváció kérdőív 8. évfolyamos tanulók esetében?

A kutatási készség teszt esetében, a kísérleti kipróbáláshoz hasonlóan, alacsony reliabilitás értékeket kaptunk az adatértelmezés, a kísérlettervezés és a hipotézis azonosítása alskálakon az elő- és/vagy utóméréskor (49. táblázat). Az alacsony reliabilitás egyik lehetséges oka, hogy a hipotézis azonosítása kutatási készség nehezen mérhető zárt feladatokkal. Ugyanakkor egy nagymintás, kvantitatív méréshez, annak gyors kiértékeléséhez a zárt feladatok a legmegfelelőbbek.

49. táblázat. Kutatási készség teszt reliabilitás értékei az elő- és utómérés során

<i>Kutatási készség</i>	<i>Itemek száma</i>	<i>Cronbach-α előmérés</i>	<i>Cronbach-α utómérés</i>
Adatok értelmezése	4	0,48	0,64
Változók azonosítása	5	0,69	0,71
Változók tervezése	4	0,66	0,75
Kísérlettervezés	4	0,49	0,57
Következtetés	8	0,62	0,60
Kutatási kérdés azonosítása	6	0,63	0,68
Hipotézis azonosítása	8	0,56	0,51
Teljes teszt	39	0,84	0,87

Újra megvizsgáltuk az alskálák közötti korrelációt. A teljes teszt mind a hét alskálával szignifikánsan korrelál, továbbá valamennyi alskála a többi alskálával is szignifikánsan összefügg. Ez alól kivétel a hipotézis azonosítása és a változók azonosítása alteszt (50. táblázat). A szignifikáns összefüggések továbbra is a hét-dimenziós modellt támogatják.

50. táblázat. Kutatási készség teszt alskáláinak korrelációi

Paraméterek	Adat- értelmezés	Változók azonosí- tása	Változók tervezé- se	Kísérlet- tervezés	Követ- keztetés	Kutatási kérdés azonosítása	Hipotézis azonosí- tása	Teljes teszt
Adat- értelmezés	1	0,20**	0,18**	0,24**	0,22 **	0,27**	0,26**	0,46**
Változók azonosítása		1	0,28**	0,27**	0,13*	0,20**	0,12	0,52**
Változók tervezése			1	0,43**	0,29**	0,43**	0,22**	0,63**
Kísérlet- tervezés				1	0,40**	0,34**	0,29**	0,65**
Következ- tetés					1	0,36**	0,41 **	0,64**
Kutatási kérdés azonosítása						1	0,45**	0,72**
Hipotézis azonosítása							1	0,60**
Teljes teszt								1

Megjegyzés: * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$

Ismételten elvégeztük a lineáris regresszióanalízist (*stepwise method*) annak feltárására, hogy az egyes alskálák mennyire magyarázzák a kutatási készség teszten elért teljesítményt. A kísérleti kipróbálás eredményeivel összhangban azt tapasztaltuk, hogy mind a hét alskála hozzájárul a modellhez. Nagyobb mértékben a kutatási kérdés azonosítása és a következtetés változók járulnak hozzá a megmagyarázott varianciához. Ezt a két változót követik a hipotézis azonosítása, a változók tervezése és változók azonosítása, majd a kísérlettervezés változók. A modellhez a legkisebb hozzájárulást az adatértelmezés változó jelenti (51. táblázat).

51. táblázat. A kutatási készség teszten elért teljesítmény mint függő változóra számított regresszióanalízis eredménye

Független változó	r	β	$r \cdot \beta \cdot 100$	p
Kutatási kérdés azonosítása	0,74	0,31	22,94	<0,001
Következtetés	0,67	0,28	18,94	<0,001
Hipotézis azonosítása	0,64	0,23	14,72	<0,001
Változók tervezése	0,64	0,20	12,80	<0,001
Változók azonosítása	0,52	0,24	12,59	<0,001
Kísérlettervezés	0,65	0,19	12,19	<0,001
Adatértelmezés	0,47	0,12	5,79	<0,001
Megmagyarázott variancia (%)	100			

A kutatási kérdés azonosítása és a hipotézis azonosítása alskálák összevonásának ötlete a kísérleti kipróbálás eredményeinek elemzése során is felmerült. A két változó összevonásával keletkezett új változó (kutatási kérdés és hipotézis azonosítás) reliabilitás értékei jelentősen jobbák, mint a két változónak külön-külön (Cronbach- α : előmérés=0,72; utómérés=0,72). Ezért szükségesnek láttuk újra megvizsgálni a kutatási készség teszt hat- és hétdimenziós modelljét.

A megerősítő faktoranalízis eredményei azt mutatják, hogy a hétdimenziós modell illeszkedése jobb, mint a hatdimenziós modellé (52. táblázat). A modellilleszkedés egyik esetben sem tökéletes a CFI és TLI értékei miatt.

52. táblázat. Kutatási készség teszt illeszkedési mutatói hét-és hatdimenziós modell esetében

	<i>Illeszkedési mutatók</i>				
	χ^2/df	<i>RMSEA</i>	<i>SRMR</i>	<i>CFI</i>	<i>TLI</i>
Hétdimenziós modell	1,72	0,05	0,07	0,77	0,75
Hatdimenziós modell	1,70	0,05	0,07	0,73	0,71

A kísérleti kipróbáláshoz hasonlóan, a kiterjesztett hatásvizsgálat alkalmával is a hétdimenziós modell mutatkozik a jobbnak. Szintén a kísérlettervezés és hipotézis azonosítása alacsony reliabilitást, amely itemeket, alskálákat továbbra is fontosnak tartjuk megőrizni a teljes teszthez való hozzájárulásuk miatt. Ugyanakkor ezen a két alteszten mutatott szignifikáns változást nem tudjuk figyelembe venni az eredmények értelmezésekor.

A biológia tanulási motiváció kérdőív a kísérleti kipróbálásnak és a korábbi hazai mérésnek (Korom, B. Németh & Csíkos, 2016) megfelelően az elő- és utómérések alkalmával is megbízhatónak bizonyult. A szakirodalomból tudjuk (Korom, B. Németh & Csíkos, 2016), hogy a mérőeszköz modellilleszkedési mutatói is megfelelőek, ezért a kísérleti kipróbáláshoz hasonlóan, a kiterjesztett hatásvizsgálat esetében is csak a reliabilitás értékeket tüntetjük fel (53. táblázat).

53. táblázat. Biológia tanulási motiváció kérdőív reliabilitás értékei az elő- és utómérés során

<i>Biológia tanulási motiváció</i>	<i>Itemek száma</i>	<i>Cronbach-a előmérés</i>	<i>Cronbach-a utómérés</i>
Intrinzik motiváció	5	0,84	0,83
Önhatékonyság	5	0,80	0,79
Öndetermináció	5	0,84	0,86
Jegyért tanulás	5	0,84	0,84
Karrier motiváció	5	0,81	0,82
Teljes teszt	25	0,96	0,96

A kísérleti kipróbálás alapján feltételeztük, hogy a kutatási készség teszt és a biológia tanulási motiváció kérdőív megfelelően működik 8. évfolyamos tanulók körében (H₁₅). Ezt a hipotézist részben sikerült igazolnunk, a kísérleti kipróbáláshoz hasonlóan.

2. kutatási kérdés: *Kimutatható-e különbség a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont és a kontrollcsoport tanulói között az utómérés során, a fejlesztés hatására?*

Az előmérés időpontjában a kontroll- és a kísérleti csoport teljesítménye között nem volt szignifikáns különbség a kutatási készség teszten. Ezért nem volt szükség a kontrollcsoport illesztésére. A kísérleti kipróbáláshoz hasonlóan, a kiterjesztett hatásvizsgálat alkalmával is, az előmérésen a kísérleti csoport alacsonyabb pontszámot

ért el a legtöbb alteszten és a teljes teszten, ugyanakkor ez a különbség nem szignifikáns (13. melléklet).

A kísérleti csoport szignifikánsan jobban teljesített az utómérésen az adatértelmezés ($t=2,123$; $p<0,05$), a változók azonosítása ($t=4,394$; $p<0,001$), a változók tervezése ($t=6,316$; $p<0,001$), a következtetés ($t=4,296$; $p<0,001$), a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,412$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=5,559$; $p<0,001$) az előmérésen elért teljesítményéhez képest (54. táblázat). A kísérlettervezés és hipotézis azonosítása alteszten mutatott szignifikáns változásokat nem tudjuk figyelembe venni az eredmények interpretációja során. A kontrollcsoport szignifikáns fejlődést mutatott a változók tervezése alteszten ($t=2,880$; $p<0,05$) magához képest a fejlesztés időszaka alatt. Ez feltételezhetően a spontán fejlődésnek köszönhető.

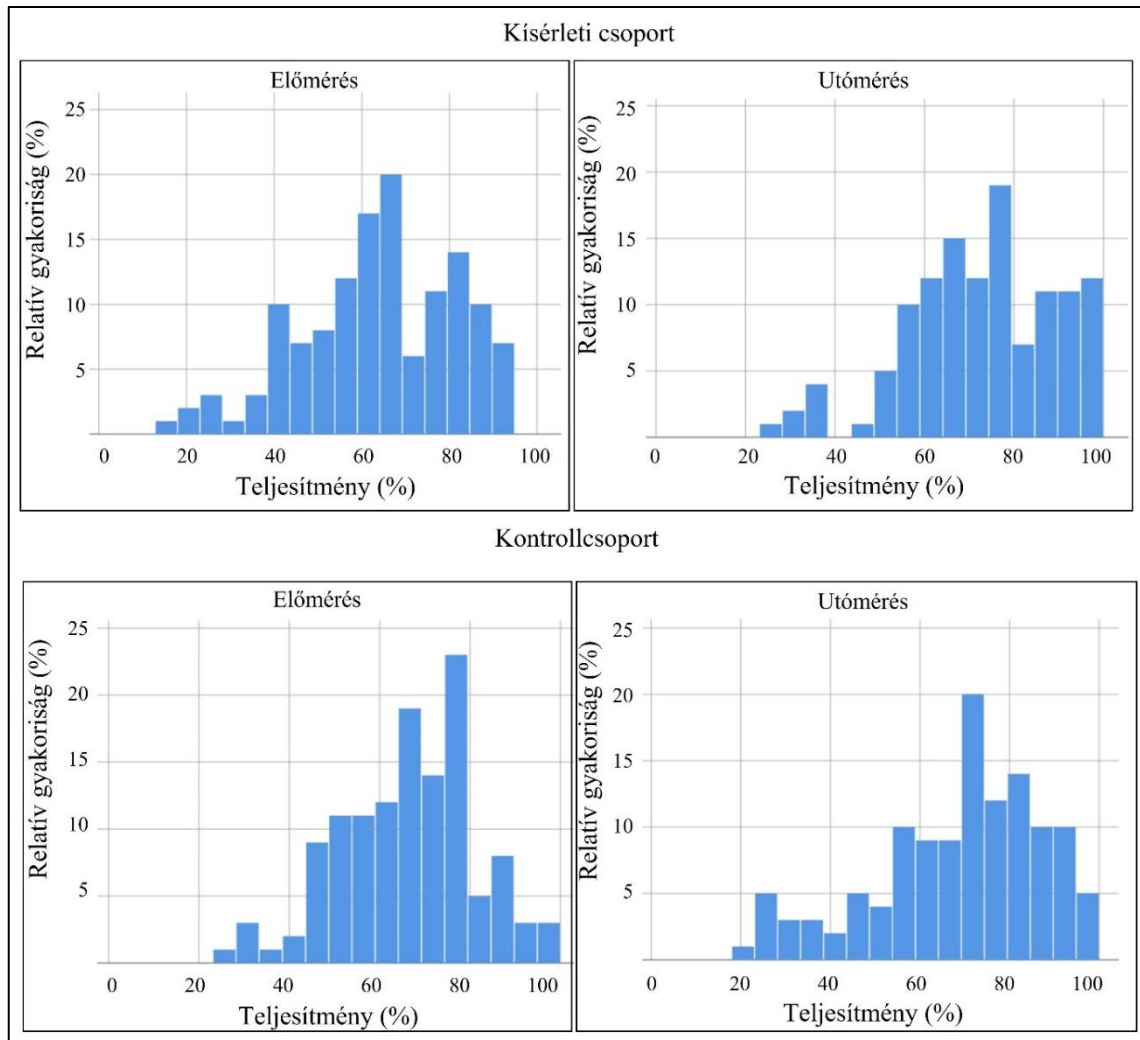
A kontrollcsoporthoz képesti változást kétmintás t-próbával ellenőriztük. A kísérleti csoport a fejlesztés hatására szignifikánsan jobban teljesített a változók azonosítása ($t=2,925$; $p<0,05$), a változók tervezése alteszteken ($t=3,260$; $p<0,001$) és a teljes teszten ($t=2,006$; $p<0,05$). A kísérleti csoport saját magához és kontrollcsoporthoz viszonyított szignifikáns fejlődése megerősíti a kísérleti kipróbálás eredményeit, miszerint a BioTudós program alkalmas arra, hogy 8. évfolyamos tanulók kutatási készségeit fejlessze, tehát H_{16} igazolást nyert.

54. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport kutatási készség teszten elért eredménye az elő- és utómérésen

Kutatási készségek	Statisztikai mutatók	Kontrollcsoport (N=125 fő)				Kísérleti csoport (N=132 fő)			
		Elő-mérés	Utó-mérés	t	p	Elő-mérés	Utó-mérés	t	p
Adatértelmezés	Átlag	3,60	3,55	0,498	0,619	3,46	3,66	2,123	<0,05
	Szórás	0,67	0,92			0,88	0,71		
Változók azonosítása	Átlag	3,28	3,33	0,184	0,854	3,17	3,88	4,394	<0,001
	Szórás	1,47	1,62			1,62	1,35		
Változók tervezése	Átlag	1,15	1,62	2,880	<0,05	1,32	2,22	6,316	<0,001
	Szórás	1,20	1,41			1,34	1,54		
Kísérlettervezés	Átlag	2,17	2,15	0,132	0,895	2,03	2,55	3,927	<0,001
	Szórás	1,12	1,22			1,26	1,25		
Következtetés	Átlag	5,95	6,22	1,291	0,199	5,68	6,48	4,296	<0,001
	Szórás	1,69	1,07			1,94	1,52		
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,79	4,97	0,902	0,369	4,72	5,30	2,412	<0,05
	Szórás	1,98	2,11			2,00	2,10		
Hipotézis azonosítása	Átlag	4,54	4,73	1,457	0,148	4,10	4,54	2,672	<0,05
	Szórás	1,44	1,24			1,53	1,42		
Teljes teszt	Átlag	25,48	26,56	1,579	0,117	24,45	28,32	5,559	<0,001
	Szórás	6,88	6,57			6,88	6,57		

A kísérleti és kontrollcsoport kutatási készség teszten mutatott teljesítményének eloszlása a 33. ábrán látható. A kísérleti csoport esetében kismértékű jobbra tolódás és szűkülés figyelhető meg a teljesítményeloszlásban, amelyek a kutatási készségekben bekövetkezett fejlődésre utalnak. A kísérleti kipróbálás eredményeivel összhangban az

utómérésen jelentősen csökkent a 40% alatt teljesítők száma, és nőtt azoknak a tanulóknak a száma, akik legalább 90%-ra teljesítették a kutatási készség tesztet. A kontrollcsoport teljesítményeloszlásában is látható kismértékű jobbra tolódás, amely a spontán fejlődéssel magyarázható, ugyanakkor az utómérésre nőtt a 40% alatt teljesítő tanulók száma az előméréshez képest.



33. ábra. Kutatási készség teszt teljesítményeloszlása a kísérleti és kontrollcsoportban – kiterjesztett hatásvizsgálat

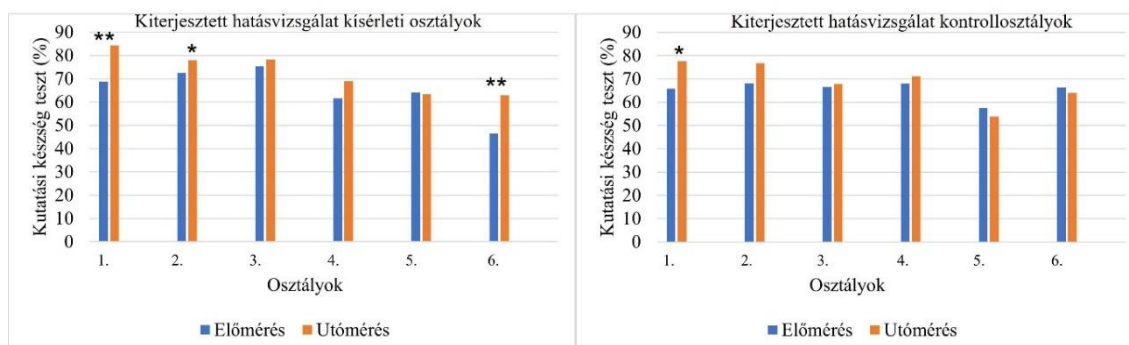
A kísérleti kipróbáláshoz hasonlóan a tanulókat a kutatási készség teszten előméréskor elért eredmények mediánjához ($Me=25,00$) viszonyítva két csoportba soroltuk: sikeres ($Me \geq 25,00$) és kevésbé sikeres ($Me < 25,00$) tanulók. A kísérleti csoport sikeres tanulóit az előmérésen szignifikánsan jobban teljesítették a kutatási készség teszt összes altesztjén (adatértelmezés: $t=4,852$; $p < 0,001$, változók azonosítása: $t=5,724$; $p < 0,001$, változók tervezése: $t=7,732$; $p < 0,001$, következtetés: $t=8,072$; $p < 0,001$, kutatási kérdés azonosítása: $t=7,341$; $p < 0,001$) és a teljes teszten ($t=15,923$; $p < 0,001$) a kísérleti csoport kevésbé sikeres tanulóihoz képest. A kísérleti csoport sikeres tanulóit a kutatási készség utóteszten szignifikánsan jobban teljesítették a változók tervezése ($t=4,127$; $p < 0,001$), a következtetés ($t=2,456$; $p < 0,05$), a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,195$; $p < 0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=3,420$; $p < 0,001$) a kísérleti csoport kevésbé sikeres tanulóihoz képest.

A kísérleti és kontrollcsoport sikeres tanulóinak eredménye között nem volt szignifikáns különbség a kutatási készség teszten az előméréskor, ugyanakkor az utóméréskor a kísérleti csoport sikeres tanulói szignifikánsan jobban teljesítettek a változók azonosítása alteszten ($t=2,753$; $p<0,05$) a kontrollcsoport sikeres tanulóihoz képest.

A kísérleti és kontrollcsoport kevésbé sikeres tanulói között nem volt szignifikáns különbség a kutatási készség teszt eredményeiben előméréskor. Ha megvizsgáljuk a kísérleti csoport kevésbé sikeres tanulóinak utóteszten nyújtott teljesítményét, akkor azt mondhatjuk, hogy a kontrollcsoport kevésbé sikeres tanulóihoz képest a kísérleti csoport kevésbé sikeres tanulói szignifikánsan jobb eredményt értek el a változók tervezése alteszten ($t=4,081$; $p<0,05$).

Ezek az eredmények azt jelentik, hogy azok a tanulók, akik a bemeneti méréskor jobb képességszinttel rendelkeztek, jobban fejlődtek a program hatására. Ugyanakkor a kísérleti csoport kevésbé sikeres tanulói is tudtak fejlődni a kontrollcsoport kevésbé sikeres tanulóihoz képest.

Osztályokra lebontva is megvizsgáltuk a tanulók kutatási készség elő- és utóteszten nyújtott teljesítményét a kísérleti és a kontrollcsoportban (34. ábra). A kísérleti csoportot alkotó hat osztályból három osztályban tapasztaltunk szignifikáns teljesítményjavulást a kutatási készség teszten. A kontrollosztályok esetében csak egy osztályban mutatkozott szignifikáns növekedés a kutatási készség teszt utómérésekor. Ez utóbbi a tanulók spontán fejlődésével magyarázható, ugyanakkor utalhat intézményi szintű különbségekre is, hiszen a kontrollcsoport hat osztályát öt iskola adta.



34. ábra. A kiterjesztett hatásvizsgálat kísérleti és kontrollosztályainak kutatási készség teszten elért eredménye az elő- és utómérésen
(Megjegyzés: * $p<0,05$; ** $p<0,001$)

A kísérleti kipróbáláshoz hasonlóan, tehát ebben az esetben is jelentős különbségek figyelhetők meg mind a kísérleti mind a kontrollosztályok között (14. melléklet), amely tapasztalat már ismert a hazai szakirodalomból (Csapó, 2002; Nagy, 2004).

A BioTudós fejlesztőprogram hatásnagyságának becslésére hatásméretet (d) számoltunk. Adey és Shayer (1994) alapján a program hatásmérete $d=0,24$, Klauer (2001) alapján $d=0,27$. Tehát a BioTudós program kis határméretűnek tekinthető a kiterjesztett hatásvizsgálat adatai alapján is. Ezek az eredmények megerősítik a kísérleti kipróbálás során tapasztaltakat.

3. kutatási kérdés: Kimutatható-e különbség a biológia tanulási motivációban a fejlesztésbe bevont és a kontrollcsoport tanulói között az utómérés során, a fejlesztés hatására?

Az előmérés időpontjában a kontroll- és a kísérleti csoport teljesítménye között nem volt szignifikáns különbség a biológia tanulási motiváció vonatkozásában (55. táblázat). Ugyanezt tapasztaltuk a kísérleti kipróbálás során is.

55. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció előmérésének eredménye

Alskálák	Statisztikai mutatók	Kontroll csoport (N=125 fő)	Kísérleti csoport (N=132 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	13,78	13,68	0,295	0,588	0,195	0,846
	Szórás	4,18	3,99				
Önhatékonyság	Átlag	11,83	11,88	0,021	0,884	0,088	0,930
	Szórás	4,46	4,56				
Öndetermináció	Átlag	11,44	11,65	0,386	0,535	0,379	0,705
	Szórás	4,50	4,45				
Jegyért tanulás	Átlag	13,80	13,58	0,583	0,446	0,415	0,679
	Szórás	4,24	4,12				
Karrier motiváció	Átlag	12,37	12,17	0,161	0,688	0,364	0,716
	Szórás	4,39	4,38				
Teljes teszt	Átlag	63,97	63,17	1,433	0,232	0,286	0,775
	Szórás	20,03	19,51				

A kontrollcsoport biológia tanulási motivációja saját magához képest nem változott szignifikánsan a fejlesztés időszaka alatt. A kísérleti kipróbálás során a kontrollcsoport intrinzik és jegyért tanulás motivációja szignifikánsan csökkent az utómérésre a fejlesztés időszaka alatt. A kiterjesztett hatásvizsgálat tapasztalatait is figyelembe véve, a kísérleti kipróbálás és kiterjesztett hatásvizsgálat közötti különbséget az okozhatta, hogy a kísérleti kipróbálás során a COVID-19 világjárvány még jobban éreztette hatását, gyakoribbnak számított, hogy egész osztályok kerültek karanténba. A másik fontos különbség a mérések időpontja. A kísérleti kipróbálás a tanév második felében, míg a kiterjesztett hatásvizsgálat a tanév első felében történt. A tanév végére a tanulók elfáradnak, csökkenhet a motivációjuk. Így ez a kettő hatás együtt magyarázhatja azt, hogy kísérleti kipróbálás alkalmával csökkent, míg a kiterjesztett hatásvizsgálat végére miért nem változott a kontrollcsoport biológia tanulási motivációja.

A kísérleti csoportban – a kontrollcsoportéhoz hasonlóan – nem változott szignifikánsan a motiváció az utómérés során a fejlesztés időszaka alatt. A kísérleti kipróbálás során a kísérleti csoport intrinzik és jegyért tanulás motivációja szignifikánsan csökkent az utómérésre a fejlesztés időszaka alatt. Ebben az esetben is ugyanazzal indokoljuk a kísérleti kipróbálás és kiterjesztett hatásvizsgálat közötti különbséget, a COVID-19 világjárvány és a tanév végének hatása a kísérleti

kipróbáláskor tapasztalható csökkent motiváció. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció elő- és utómérés eredményeit az 56. táblázat tartalmazza.

A kísérleti és kontrollcsoport biológia tanulási motivációjának összehasonlítása alapján elmondható, hogy egymáshoz képest sem változott szignifikánsan a biológia tanulási motiváció a két csoportban a fejlesztés időszaka alatt. A kísérleti kipróbálás tanulságaként feltételeztük, hogy a kísérleti csoport tanulóinak biológia tantárggyal kapcsolatos motivációja nem változik szignifikánsan a fejlesztés hatására az utóteszten a kontrollcsoport tanulóihoz képest (H_{17}). A kapott eredmények ezt igazolják.

56. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció elő- és utómérés eredményei

Alskálák	Statistikai mutatók	Kontrollcsoport (N=125 fő)				Kísérleti csoport (N=132 fő)			
		Elő-mérés	Utó-mérés	t	p	Elő-mérés	Utó-mérés	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	13,78	13,56	0,346	0,730	13,68	13,03	0,709	0,480
	Szórás	4,18	4,16			3,99	4,38		
Önhatékonyság	Átlag	11,83	11,96	0,118	0,906	11,88	11,38	1,557	0,122
	Szórás	4,46	4,34			4,56	4,60		
Öndetermináció	Átlag	11,44	11,65	0,511	0,610	11,65	11,06	1,045	0,298
	Szórás	4,50	4,47			4,45	5,07		
Jegyért tanulás	Átlag	13,80	13,38	0,831	0,408	13,58	13,07	0,807	0,421
	Szórás	4,24	4,17			4,12	4,87		
Karrier motiváció	Átlag	12,37	12,26	0,332	0,740	12,17	11,78	0,572	0,569
	Szórás	4,39	4,40			4,38	4,85		
Teljes teszt	Átlag	63,97	63,24	0,225	0,822	63,17	60,69	0,847	0,399
	Szórás	20,03	20,61			19,51	22,11		

4. kutatási kérdés: *Változik-e a fejlesztésbe bevont tanulók tantárgyi attitűdje a fejlesztés hatására?*

A kísérleti kipróbáláshoz hasonlóan a kiterjesztett hatásvizsgálat alkalmával sem tapasztaltunk szignifikáns változást sem a kísérleti csoport (előmérés: 3,81, szórás=1,02; utómérés: 3,76, szórás=1,01), sem a kontrollcsoport (előmérés: 3,86, szórás=0,98; utómérés:3,93, szórás=1,00) tantárgyi attitűdjében. Ez az adat megerősíti a kísérleti kipróbálás eredményét és a hipotézist (H_{18}), miszerint egy hat hetes programban való részvétel nem képes megváltoztatni a biológia tantárgyi attitűdöt. Ugyanakkor hazai és nemzetközi mérések eredményeivel is alátámasztható a kapott adat (Pl. Nagy, 2004; Üçgül & Altıok, 2021). A fejlesztőprogram szempontjából a mintaválasztás is indokolhatja a kapott eredményeket. A 8. évfolyamos tanulók révén a tanév első félévében a központi felvételre készülnek, és azokra a tantárgyakra fókuszálnak, amelyek beleszámítanak a felvételi pontjaikba. Ezért az is fontos eredmény lehet, ha nem változik, nem csökken szignifikánsan a tantárgyi attitűd.

5. kutatási kérdés: Kimutatható-e különbség a nemek között a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont tanulók esetében?

A kísérleti és a kontrollcsoport tanulói a kutatási készség teszten előméréskor csak a hipotézis azonosítása alteszten mutattak szignifikáns különbséget nemek szerint, azonban ezt a különbséget nem tudjuk bevonni az eredmények értelmezésébe. Ettől eltekintve nem mutattak szignifikáns különbséget a kutatási készségekben nemek szerint a tanulók az előmérés időpontjában (57. táblázat). Ugyanakkor az utómérésen a kísérleti csoport esetében az adatértelmezés ($t=2,995$; $p<0,05$) alteszten és a teljes teszten ($t=2,356$; $p<0,05$) a fiúk szignifikánsan magasabb pontszámot értek el, mint a lányok (58. táblázat). Ezzel ellentétben, a kontrollcsoportban az adatértelmezés ($t=2,872$; $p<0,05$), következtetés ($t=2,464$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes utóteszten ($t=2,449$; $p<0,05$) a lányok szignifikánsan magasabb pontszámot értek el, mint a fiúk. Az eredmények értelmezését segíti, hogy Korom, Pásztor, Gyenes és B. Németh (2016) is tapasztaltak a nemek között különbséget, az adatértelmezés alteszten a lányok szignifikánsan jobban teljesítettek, mint a fiúk. Tehát nemi különbségek lehetnek a kutatási készség teszten, ugyanakkor azt is fontos megjegyezni, hogy Korom, Gyenes és B. Németh (2016) a kutatási készség teszt kipróbálásakor tapasztalták ezt az eredményt, nem volt fejlesztőprogram, elő- és utómérés típusú kísérlet. A kísérleti kipróbálás eredményeire alapozva feltételeztük, hogy nincs szignifikáns különbség a nemek között a kutatási készségekben a fejlesztésbe bevont tanulók között az utómérés során, a fejlesztés hatására (H_{19}), ugyanakkor ezt a hipotézist el kellett vetnünk.

57. táblázat. A kutatási készség teszten előméréskor elért eredmények nemek szerinti bontásban a kísérleti csoportban

Kutatási készségek	Statistikai mutatók	Fiú ($N=68$ fő)	Lány ($N=64$ fő)	F-próba		t-próba																																																																									
				F	P	t	p																																																																								
Adatértelmezés	Átlag	3,38	3,53	3,686	0,057	0,952	0,343																																																																								
	Szórás	1,01	0,70					Változók azonosítása	Átlag	3,13	3,20	3,382	0,068	0,250	0,803	Szórás	1,73	1,49	Változók tervezése	Átlag	1,33	1,30	0,012	0,914	0,121	0,904	Szórás	1,31	1,37	Kísérlettervezés	Átlag	1,83	2,23	0,002	0,969	1,837	0,068	Szórás	1,27	1,23	Következtetés	Átlag	5,50	5,90	0,813	0,369	1,166	0,246	Szórás	2,06	1,81	Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,57	4,85	0,035	0,852	0,790	0,431	Szórás	2,06	1,94	Hipotézis azonosítása	Átlag	3,80	4,40	1,637	0,203	2,252	<0,05	Szórás	1,60	1,40	Teljes teszt	Átlag	23,54	25,42	0,963	0,328
Változók azonosítása	Átlag	3,13	3,20	3,382	0,068	0,250	0,803																																																																								
	Szórás	1,73	1,49					Változók tervezése	Átlag	1,33	1,30	0,012	0,914	0,121	0,904	Szórás	1,31	1,37	Kísérlettervezés	Átlag	1,83	2,23	0,002	0,969	1,837	0,068	Szórás	1,27	1,23	Következtetés	Átlag	5,50	5,90	0,813	0,369	1,166	0,246	Szórás	2,06	1,81	Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,57	4,85	0,035	0,852	0,790	0,431	Szórás	2,06	1,94	Hipotézis azonosítása	Átlag	3,80	4,40	1,637	0,203	2,252	<0,05	Szórás	1,60	1,40	Teljes teszt	Átlag	23,54	25,42	0,963	0,328	1,553	0,123	Szórás	7,02	6,67						
Változók tervezése	Átlag	1,33	1,30	0,012	0,914	0,121	0,904																																																																								
	Szórás	1,31	1,37					Kísérlettervezés	Átlag	1,83	2,23	0,002	0,969	1,837	0,068	Szórás	1,27	1,23	Következtetés	Átlag	5,50	5,90	0,813	0,369	1,166	0,246	Szórás	2,06	1,81	Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,57	4,85	0,035	0,852	0,790	0,431	Szórás	2,06	1,94	Hipotézis azonosítása	Átlag	3,80	4,40	1,637	0,203	2,252	<0,05	Szórás	1,60	1,40	Teljes teszt	Átlag	23,54	25,42	0,963	0,328	1,553	0,123	Szórás	7,02	6,67																	
Kísérlettervezés	Átlag	1,83	2,23	0,002	0,969	1,837	0,068																																																																								
	Szórás	1,27	1,23					Következtetés	Átlag	5,50	5,90	0,813	0,369	1,166	0,246	Szórás	2,06	1,81	Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,57	4,85	0,035	0,852	0,790	0,431	Szórás	2,06	1,94	Hipotézis azonosítása	Átlag	3,80	4,40	1,637	0,203	2,252	<0,05	Szórás	1,60	1,40	Teljes teszt	Átlag	23,54	25,42	0,963	0,328	1,553	0,123	Szórás	7,02	6,67																												
Következtetés	Átlag	5,50	5,90	0,813	0,369	1,166	0,246																																																																								
	Szórás	2,06	1,81					Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,57	4,85	0,035	0,852	0,790	0,431	Szórás	2,06	1,94	Hipotézis azonosítása	Átlag	3,80	4,40	1,637	0,203	2,252	<0,05	Szórás	1,60	1,40	Teljes teszt	Átlag	23,54	25,42	0,963	0,328	1,553	0,123	Szórás	7,02	6,67																																							
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,57	4,85	0,035	0,852	0,790	0,431																																																																								
	Szórás	2,06	1,94					Hipotézis azonosítása	Átlag	3,80	4,40	1,637	0,203	2,252	<0,05	Szórás	1,60	1,40	Teljes teszt	Átlag	23,54	25,42	0,963	0,328	1,553	0,123	Szórás	7,02	6,67																																																		
Hipotézis azonosítása	Átlag	3,80	4,40	1,637	0,203	2,252	<0,05																																																																								
	Szórás	1,60	1,40					Teljes teszt	Átlag	23,54	25,42	0,963	0,328	1,553	0,123	Szórás	7,02	6,67																																																													
Teljes teszt	Átlag	23,54	25,42	0,963	0,328	1,553	0,123																																																																								
	Szórás	7,02	6,67																																																																												

58. táblázat. A kutatási készség teszten utóméréskor elért eredmények nemek szerinti bontásban a kísérleti csoportban

Kutatási készségek	Statisztikai mutatók	Fiú (N=68 fő)	Lány (N=64 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Adatértelmezés	Átlag	3,83	3,47	18,079	0,001	2,995	<0,05
	Szórás	0,59	0,79				
Változók azonosítása	Átlag	4,01	3,70	0,118	0,732	1,313	0,192
	Szórás	1,41	1,28				
Változók tervezése	Átlag	2,43	1,93	0,272	0,603	1,851	0,067
	Szórás	1,47	1,57				
Kísérlettervezés	Átlag	2,51	2,57	0,767	0,383	0,265	0,791
	Szórás	1,29	1,21				
Következtetés	Átlag	6,69	6,25	0,038	0,846	1,613	0,109
	Szórás	1,57	1,47				
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	5,52	4,98	3,570	0,061	1,454	0,148
	Szórás	1,91	2,27				
Hipotézis azonosítása	Átlag	4,94	4,10	6,752	0,010	3,536	<0,05
	Szórás	1,20	1,52				
Teljes teszt	Átlag	29,52	26,78	0,446	0,505	2,356	<0,05
	Szórás	6,21	6,67				

Ezt követően tovább vizsgáltuk a nemek közötti különbségeket. A fiúk vonatkozásában azt tapasztaltuk, hogy a kutatási készség előteszten nem volt szignifikáns különbség a kontrollcsoport és a kísérleti csoport fiú tanulói között. Azonban a kutatási készség utómérésekor a kísérleti csoport fiú tanulói minden alteszten és a teljes teszten szignifikánsan jobban teljesítettek, mint a kontrollcsoport fiú tanulói. A kísérleti csoport fiú tanulói magukhoz képest is szignifikánsan fejlődtek minden kutatási készség alteszten és a teljes teszten egyaránt. A kontrollcsoport fiú tanulói a változók tervezése alteszten szignifikánsan jobb eredményt ($t=2,422$; $p<0,05$) értek el magukhoz képest a kutatási készség utóteszten, azonban a többi alteszten és a teljes teszten nem mutattak szignifikáns változást. Tehát a fejlesztőprogram hatékonyan fejleszti a fiúk kutatási készségeit (59. táblázat).

A kutatási készség teszten előméréskor a kontrollcsoport és a kísérleti csoport lány tanulói között nem volt szignifikáns különbség. Utóméréskor azonban azt tapasztaltuk, hogy a kontrollcsoport lány tanulói szignifikánsan magasabb pontszámot értek el az adatértelmezés ($t=2,493$; $p<0,05$) alteszten, mint a kísérleti csoport lány tanulói. Tovább vizsgálva ezt a jelenséget azt találtuk, hogy a kísérleti csoport lány tanulói a kutatási készség előteszthez képest szignifikánsan fejlődtek a változók azonosítása ($t=2,175$; $p<0,05$) és változók tervezése alteszteken ($t=2,943$; $p<0,05$). A kontrollcsoport lány tanulói a kutatási készség teszt előméréséhez képest szignifikáns fejlődést mutattak az adatértelmezés ($t=2,205$; $p<0,05$) és következtetés ($t=2,249$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=2,375$; $p<0,05$). Tehát a kísérleti és a kontrollcsoport is fejlődött a fejlesztés időszaka alatt, de eltérő kutatási készségekben mutattak fejlődést. Ugyanakkor érdekes, hogy mi okozhatta a kontrollcsoport lány tanulóinak szignifikánsan jobb teljesítményét a teljes utóteszten. A kísérleti kipróbálás

során azt tapasztaltuk, hogy a kísérleti csoport lány tanulói szinte minden alteszten (kivételem a következtetés alteszt) és a teljes teszten is jobban teljesítettek az utómérés alkalmával a fejlesztés hatására, azonban ez a különbség nem bizonyult szignifikánsnak. Ezt a kis minta elemszámmal magyaráztuk. A kísérleti kipróbálás során a kontrollcsoport lány tanulói magukhoz képest nem változtak szignifikánsan a fejlesztés időszaka alatt. A kiterjesztett hatásvizsgálat során ezért hasonló eredményekre számítottunk. Ezért meglepő a kontrollcsoport lány tanulójának szignifikáns fejlődése, és felmerülhet a kérdés, hogy részt vettek-e más fejlesztésben vagy tehetséggondozó programban, jártak-e felvételi előkészítőre, szakkörré stb.

59. táblázat. A kísérleti csoport kutatási készség teszten elő- és utóméréskor elért eredményei nemek szerinti bontásban

Kutatási készségek	Statistikai mutatók	Fiú (N=44 fő)				Lány (N=39 fő)			
		Elő-mérés	Utó-mérés	t	p	Elő-mérés	Utó-mérés	t	p
Adatértelmezés	Átlag	3,38	3,83	3,277	<0,05	3,53	3,47	0,522	0,604
	Szórás	1,01	0,59			0,70	0,79		
Változók azonosítása	Átlag	3,13	4,01	3,842	<0,001	3,20	3,70	2,175	<0,05
	Szórás	1,73	1,41			1,49	1,28		
Változók tervezése	Átlag	1,33	2,43	5,877	<0,001	1,30	1,93	2,943	<0,05
	Szórás	1,31	1,47			1,37	1,57		
Kísérlettervezés	Átlag	1,83	2,51	3,791	<0,001	2,23	2,57	1,692	0,096
	Szórás	1,27	1,29			1,23	1,21		
Következtetés	Átlag	5,50	6,69	4,704	<0,001	5,90	6,25	1,292	0,201
	Szórás	2,06	1,57			1,81	1,47		
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,57	5,52	3,163	<0,05	4,85	4,98	0,340	0,735
	Szórás	2,06	1,91			1,94	2,27		
Hipotézis azonosítása	Átlag	3,80	4,94	5,149	<0,001	4,40	4,10	1,245	0,218
	Szórás	1,60	1,20			1,40	1,52		
Teljes teszt	Átlag	23,54	29,52	6,980	<0,001	25,42	26,78	1,282	0,205
	Szórás	7,02	6,21			6,67	6,67		

6. kutatási kérdés: *Kimutatható-e különbség a biológia tanulási motivációban nemek alapján a fejlesztésbe bevont tanulók között?*

A fejlesztésbe bevont tanulók a biológia tanulási motiváció esetében nem mutattak szignifikáns különbséget nemek szerint az elő- és utómérésen (60–61. táblázat). Tehát az a hipotézisünk, amely szerint nincs szignifikáns különbség a biológia tanulási motivációban nemek alapján a fejlesztésbe bevont tanulók között az utómérés során, a fejlesztés hatására (H_{20}), igazolást nyert.

60. táblázat. Biológia tanulási motiváció az előmérésen nemek szerinti bontásban a kísérleti csoportban

Alskálák	Statisztikai mutatók	Fiú (N=68 fő)	Lány (N=64 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	13,91	13,39	0,096	0,757	0,728	0,468
	Szórás	4,12	3,92				
Önhatékonyság	Átlag	11,72	12,05	1,610	0,207	0,399	0,690
	Szórás	4,31	4,92				
Öndetermináció	Átlag	11,48	11,80	0,065	0,799	0,389	0,698
	Szórás	4,36	4,64				
Jegyért tanulás	Átlag	13,29	13,86	0,061	0,806	0,781	0,436
	Szórás	4,18	4,10				
Karrier motiváció	Átlag	11,94	12,44	0,002	0,968	0,635	0,526
	Szórás	4,44	4,39				
Teljes teszt	Átlag	62,72	63,54	0,001	0,993	0,466	0,642
	Szórás	19,18	20,34				

61. táblázat. Biológia tanulási motiváció az utómérésen nemek szerinti bontásban a kísérleti csoportban

Alskálák	Statisztikai mutatók	Fiú (N=68 fő)	Lány (N=64 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	13,33	13,33	2,746	0,100	0,014	0,989
	Szórás	4,59	3,78				
Önhatékonyság	Átlag	11,48	11,24	0,248	0,619	0,296	0,768
	Szórás	4,65	4,39				
Öndetermináció	Átlag	11,17	10,93	0,218	0,641	0,264	0,792
	Szórás	5,12	4,92				
Jegyért tanulás	Átlag	12,81	13,52	1,732	0,191	0,823	0,412
	Szórás	4,99	4,41				
Karrier motiváció	Átlag	11,57	12,02	0,852	0,358	0,484	0,629
	Szórás	4,78	4,62				
Teljes teszt	Átlag	59,21	62,36	1,966	0,164	0,742	0,460
	Szórás	22,69	19,77				

Ezt követően külön vizsgáltuk a lányok és fiúk biológia tanulási motivációját. A kontrollcsoport lány tanulói a kísérleti csoport lány tanulóihoz képest az előmérésén minden paraméterre magasabb pontszámot adtak, azonban ez csak az intrinzik motiváció esetében volt szignifikáns ($t=2,926$; $p<0,05$). Ugyanakkor ez a szignifikáns különbség eltűnik az utómérésre, amelyet az okoz, hogy a kontrollcsoport lány tanulói esetében az intrinzik motiváció szignifikánsan csökken az utómérés alkalmával ($t=2,030$; $p<0,05$) (62. táblázat). A kísérleti kipróbálás során az előmérésen a kísérleti

csoport lány tanulói adtak magasabb értéket az egyes biológia tanulási motiváció alskálákra, ugyanakkor ez a különbség sem volt szignifikáns.

A kísérleti csoport lány tanulói az utómérésen szignifikánsan alacsonyabb értéket adtak az öndetermináció paraméterre, mint a kontrollcsoport lány tanulói ($t=2,002$; $p<0,05$), ugyanakkor a kísérleti csoport lány tanulóinak motivációs paraméterei magukhoz képest nem változtak szignifikánsan az utómérés alkalmával. Az is fontos eredmény, hogy habár nem nőtt, de nem is csökkent a kísérleti csoport lány tanulóinak intrinzik motivációja az előméréshez képest a fejlesztés hatására (62. táblázat).

62. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motivációja az elő- és utómérés alkalmával a lányoknál

Alskálák	Statistikai mutatók	Kontrollcsoport (N=59 fő)				Kísérleti csoport (N=64 fő)			
		Elő-mérés	Utó-mérés	t	p	Elő-mérés	Utó-mérés	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	15,27	14,14	2,030	<0,05	13,39	13,33	0,102	0,919
	Szórás	3,02	4,12			3,92	3,78		
Önhatékonyság	Átlag	13,43	12,50	1,307	0,196	12,05	11,24	0,808	0,423
	Szórás	3,66	4,32			4,92	4,39		
Öndetermináció	Átlag	12,92	12,68	0,320	0,750	11,80	10,93	1,028	0,308
	Szórás	3,81	4,55			4,64	4,92		
Jegyért tanulás	Átlag	15,11	14,15	1,587	0,118	13,86	13,52	0,344	0,732
	Szórás	3,51	4,11			4,10	4,41		
Karrier motiváció	Átlag	13,43	13,21	0,647	0,520	12,44	12,02	0,812	0,421
	Szórás	3,95	4,62			4,39	4,62		
Teljes teszt	Átlag	70,17	67,25	1,176	0,245	63,54	62,36	0,420	0,676
	Szórás	16,88	20,75			20,34	19,77		

A biológia tanulási motivációt a fiúk esetében is megvizsgáltuk. A kontrollcsoport fiú tanulói a kísérleti csoport fiú tanulóihoz képest sem az előmérésén, sem az utómérésen nem mutattak szignifikáns különbséget. Ezzel ellentétben a kísérleti kipróbálás során a kísérleti csoport fiú tanulói az utómérésen szignifikánsan magasabb pontszámot adtak a karrier motivációra ($t=2,400$; $p<0,05$), mint a kontrollcsoport fiú tanulói. Ezt az eredményt sajnos nem sikerült a kiterjesztett hatásvizsgálat alkalmával megismételni. Szintén a kísérleti kipróbálás során a kontrollcsoport fiú tanulóinál az előméréshez képest az utómérés alkalmával szignifikánsan csökkent az intrinzik motiváció ($t=3,360$; $p<0,05$), az önhatékonyság ($t=2,384$; $p<0,05$), a jegyért tanulás ($t=2,848$; $p<0,05$) és a karrier motiváció ($t=2,448$; $p<0,05$). A kiterjesztett hatásvizsgálat során azonban nem történt szignifikáns változás a kísérleti csoport és a kontrollcsoport fiú tanulóinak magukhoz viszonyított eredményeiben sem (63. táblázat). Ez az eredmény egybecseng a lányok kiterjesztett hatásvizsgálatának eredményeivel, és arra enged következtetni, hogy a fejlesztőprogramban való munka nincs jelentős hatással a tanulók biológia tanulási motivációjára.

63. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motivációja az elő- és utómérés alkalmával a fiúknál

Alskálák	Statisztikai mutatók	Kontrollcsoport (N=66 fő)				Kísérleti csoport (N=68 fő)			
		Elő-mérés	Utó-mérés	t	p	Elő-mérés	Utó-mérés	t	p
Intrinzik motiváció	Átlag	12,39	13,05	1,010	0,316	13,29	13,33	0,827	0,412
	Szórás	4,64	4,14			4,12	4,59		
Önhatékonyság	Átlag	10,26	11,37	1,609	0,113	11,72	11,48	0,504	0,616
	Szórás	4,63	4,20			4,31	4,65		
Öndetermináció	Átlag	10,07	10,69	0,900	0,372	11,48	11,17	0,399	0,691
	Szórás	4,67	4,20			4,36	5,12		
Jegyért tanulás	Átlag	12,53	12,63	0,235	0,815	13,29	12,81	0,589	0,558
	Szórás	4,53	4,06			4,18	4,99		
Karrier motiváció	Átlag	11,37	11,37	0,089	0,930	11,94	11,57	0,022	0,983
	Szórás	4,57	4,19			4,44	4,78		
Teljes teszt	Átlag	57,77	59,10	0,661	0,512	62,72	59,21	0,641	0,525
	Szórás	21,13	19,29			19,18	22,69		

7. kutatási kérdés: *Hogyan vélekednek a tanulók a BioTudós fejlesztőprogramról*

A kísérleti kipróbálás eredményeihez képest kisebb pontszámokat adtak a tanulók a programértékelő egyes kérdéseire, de az állítások több mint felében még ebben az esetben is inkább pozitívan ítélték meg a programot a tanulók. Tehát a kísérleti kipróbálás alapján megfogalmazott feltételezésünk, amely szerint a tanulók pozitívan vélekednek a programról (H_{21}), részben igazolást nyert.

A tanulók a programértékelőre adott válaszai alapján a feladatok megértését segítette a tanórákon történő közös feldolgozás, valamint a program segítette a tudományos kutatás folyamatának megismerését, megértését. A diákoknak tetszettek a tananyaghoz kapcsolódó érdekességek, és szívesen tanulnának más témákról is a program segítségével (64. táblázat). A BioTudós fejlesztőprogramban nagy hangsúlyt helyeztünk a tudományos kutatás folyamatának megismertetésére és arra, hogy a tanulók megértsék a kutatás folyamatát, ezért kiemelt figyelmet fordítottunk a 8-as kérdésre. Mivel a kísérleti kipróbálás és a kiterjesztett hatásvizsgálat során is úgy vélekedtek a program kipróbálásában részt vevő tanulók, hogy a program segítette a tudományos kutatás folyamatának megismerését és megértését, ezért alátámasztást nyert, hogy a kutatásalapú feladatok alkalmasak arra, hogy segítsék a tudomány működésének megértését (Constantinou et al., 2016).

64. táblázat. A tanulói programértékelő válaszai

<i>Programértékelő kérdések (N=132 fő)</i>	<i>Átlag</i>	<i>Szórás</i>
1. Mennyire foglalkoztál szívesen a programmal?	2,44	0,82
2. Mennyire tetszettek a feladatok?	2,44	0,79
3. Mennyire tudtál otthon önállóan tanulni a programmal?	2,44	0,87
4. Mennyire segítette a feladatok megértését a tanórákon történő közös feldolgozás?	2,50	0,85
5. Mennyire segítették a feladatok a témák tananyagának megértését?	2,50	0,86
6. Mennyire tetszettek a témákhoz kapcsolódó kiegészítő érdekességek (pl. sportszív, naptejek faktorszám, véradás szabályai, inzulinok hatása)?	2,64	0,85
7. Mennyire sikerült elsajátítani a programban szereplő ismereteket?	2,67	0,82
8. Mennyire segítették a feladatok a tudományos kutatás folyamatának megismerését és megértését?	2,53	0,87
9. Mennyire szívesen tanulnál más témákról is a program segítségével?	2,61	0,90

Megjegyzés: 1=egyáltalán nem, 2=inkább nem, 3=inkább igen, 4=nagyon

8. kutatási kérdés: Kimutatható-e nemek szerinti különbség a BioTudós program megítélésében?

Meglepő módon, a kísérleti csoport lány tanulói programértékelőre adott válaszaikban szignifikánsan magasabb értéket adtak az 1., 4., 6. és a 7. állításokra (65. táblázat). Ez alapján a kísérleti csoport lány tanulói szívesebben foglalkoztak a programmal ($t=3,257$; $p<0,05$), és jobban egyetértettek azzal is, hogy a feladatok megértését a tanórákon történő közös feldolgozás segítette ($t=2,744$; $p<0,05$). Továbbá a lányoknak jobban tetszettek a témákhoz kapcsolódó kiegészítő érdekességek ($t=2,828$; $p<0,05$), valamint szignifikánsan jobbnak ítélték meg a programból elsajátított ismeretek mértékét, mint a fiúk ($t=2,005$; $p<0,05$). Ez azért érdekes eredmény, mert a kísérleti kipróbálás során a 7. állítás esetében a fiúk adtak szignifikánsan magasabb pontszámot a lányokhoz képest, tehát a 7. állítás esetében nem egyértelmű, hogy hogyan befolyásolja azt a nem. Mindenesetre az eredmények igazolják, hogy a BioTudós program megítélése különböző lehet nemek szerint (H_{22}).

A tanulói teljesítmény jobb megértéséhez korrelációt számítottunk. A következő változókat vontuk be az elemzésbe: a tanulók biológia tantárgy iránti attitűdje és év végi jegye, intrinzik motiváció, önhatékonyság, öndetermináció, jegyért tanulás motiváció, karrier motiváció, kutatási készség teszt. Az elő- és utómérés eredményeivel külön számoltunk, így az utómérés tesztjeivel való korreláció esetében bevontuk a programértékelő változót is (66–67. táblázat).

A tanulók biológia tantárgy iránti attitűdje és év végi jegye között közepes erősségű a kapcsolat ($r=0,34$). A tanulói teljesítmény és attitűd közötti kapcsolat ismert (Hacieminoglu, 2016), hiszen azok a tanulók, akik jobban kedvelik a tantárgyat, általában jobban teljesítenek az adott tantárgyból.

A biológia tanulási motiváció kérdőív változói között erős kapcsolat van, hiszen ez egy magas reliabilitású mérőeszköz. A kutatási készség teszt változó gyenge kapcsolatban áll az intrinzik motiváció ($r=0,14$), az öndetermináció ($r=0,15$) és a karrier motiváció ($r=0,13$) változókkal. Mivel a természettudományos motiváció összefügg a természettudományos teljesítménnyel (Chow & Jong, 2013), ez a gyenge kapcsolat is értelmezhető (66. táblázat).

65. táblázat. Kísérleti csoport programértékelőre adott értékek nemek szerinti bontásban

Paraméterek	Statisztikai mutatók	Fiú (N=66 fő)	Lány (N=64 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Programértékelő_1	Átlag	2,23	2,71	15,125	0,001	3,257	<0,05
	Szórás	0,91	0,61				
Programértékelő_2	Átlag	2,37	2,53	13,592	0,001	1,132	0,260
	Szórás	0,92	0,58				
Programértékelő_3	Átlag	2,35	2,55	12,462	0,001	1,255	0,212
	Szórás	0,99	0,67				
Programértékelő_4	Átlag	2,32	2,74	7,344	0,008	2,744	<0,05
	Szórás	0,90	0,72				
Programértékelő_5	Átlag	2,37	2,65	10,577	0,002	1,734	0,086
	Szórás	0,96	0,69				
Programértékelő_6	Átlag	2,45	2,88	27,548	0,001	2,828	<0,05
	Szórás	0,98	0,59				
Programértékelő_7	Átlag	2,52	2,82	8,105	0,005	2,005	<0,05
	Szórás	0,89	0,68				
Programértékelő_8	Átlag	2,45	2,61	13,389	0,001	1,003	0,318
	Szórás	0,98	0,66				
Programértékelő_9	Átlag	2,50	2,69	21,736	0,001	1,130	0,261
	Szórás	1,10	0,65				

66. táblázat. Korrelációs számítás a biológia tantárgyi attitűd, biológia év végi jegy, motivációs paraméterek és kutatási készség teszt változók között az előmérés alkalmával

Paraméterek	Biológia attitűd	Év végi jegy	Intrinzik motiváció	Önhatékonyság	Öndetermináció	Jegyért tanulás	Karrier motiváció	Kutatási készség teszt
Biológia attitűd	1	0,34**	0,01	0,02	-0,01	-0,06	-0,03	0,05
Év végi jegy		1	0,05	0,04	0,04	0,08	0,01	0,01
Intrinzik motiváció			1	0,81**	0,82**	0,49**	0,79**	0,14*
Önhatékonyság				1	0,88**	0,52**	0,86**	0,12
Öndetermináció					1	0,46**	0,88**	0,15*
Jegyért tanulás						1	0,49**	-0,01
Karrier motiváció							1	0,13*
Kutatási készség teszt								1

Megjegyzés: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

A korrelációs számításba bevont változók utómérésekor az előméréshez képest változást tapasztaltunk (67. táblázat). A motivációs paraméterek és a kutatási készség teszt közötti gyenge kapcsolat megszűnt. A biológia tanulási motiváció kérdőív belső összefüggései továbbra is jól látszódnak a korreláció magas értékei alapján.

A programértékelő változó gyenge kapcsolatot mutatott az intrinzik motiváció ($r=0,21$), az önhatékonyosság ($r=0,21$), a jegyért tanulás ($r=0,27$) és a kutatási készség teszt ($r=0,28$) változókkal. A programértékelő és az intrinzik motiváció közötti gyenge kapcsolat vonatkozásában feltételezhető, hogy a nagyobb intrinzik motivációval rendelkező tanulók szívesebben foglalkoznak természettudományos gondolkodtató fejlesztőfeladatokkal, hiszen a tanulás motivációja ebben az esetben a tanulásban, megértésben felfedezhető öröm. Az önhatékonyossággal való kapcsolatot a BioTudós programban végzett önálló munka segíthette elő. A jegyért tanulás és a programértékelő gyenge kapcsolata azzal magyarázható, hogy a program zárása közel volt időben a félévzáráshoz. Mivel a program a kutatási készségek fejlesztésére irányult, amelynek mérését a kutatási készség tesztel végeztük, ezért a kutatási készség teszt gyenge kapcsolata a programértékelővel szintén érthető.

67. táblázat. Korrelációs számítás a biológia tantárgyi attitűd, biológia év végi jegy, motivációs paraméterek és kutatási készség teszt változók között az utómérés alkalmával

Paraméterek	Biol. attitűd	Év végi jegy	Intrinzik motiváció	Önhatékonyosság	Öndetermináció	Jegyért tanulás	Karrier motiváció	Kutatási készség teszt	Program-értékelő
Biológia attitűd	1	0,34**	-0,05	-0,01	-0,03	-0,02	0,01	0,09	-0,02
Év végi jegy		1	-0,08	0,08	-0,04	-0,06	-0,06	-0,08	0,03
Intrinzik motiváció			1	0,83**	0,81**	0,82**	0,78**	0,01	0,21*
Önhatékonyosság				1	0,87**	0,84**	0,87**	-0,02	0,21*
Öndetermináció					1	0,85**	0,89**	0,03	0,19
Jegyért tanulás						1	0,85**	0,05	0,27**
Karrier motiváció							1	0,02	0,16
Kutatási készség teszt								1	0,28**
Program-értékelő									1

Megjegyzés: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

9.6.4. Összegzés, következtetések

A kiterjesztett hatásvizsgálat alapján a kutatási készség teljes teszt (Cronbach- $\alpha_{\text{előmérés}}=0,84$; Cronbach- $\alpha_{\text{utómérés}}=0,87$) és a biológia tanulási motiváció kérdőív (Cronbach- $\alpha_{\text{előmérés}}=0,96$; Cronbach- $\alpha_{\text{utómérés}}=0,96$) egyaránt megbízhatóan mér. A kísérleti csoport teljesítménye szignifikáns fejlődést mutatott az adatértelmezés ($t=2,123$; $p < 0,05$), változók azonosítása ($t=4,394$; $p < 0,001$), változók tervezése ($t=6,316$; $p < 0,001$), következtetés ($t=4,296$; $p < 0,001$), kutatási kérdés azonosítása ($t=2,412$; $p < 0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=5,559$; $p < 0,001$) a fejlesztés időszaka

alatt. A kontrollcsoport szignifikáns fejlődést mutatott a változók tervezése alteszten ($t=2,880$; $p<0,05$) az előméréshez képest. A kontrollcsoportéhoz képest a kísérleti csoport a fejlesztés hatására az utóteszten szignifikánsan jobban teljesített a változók azonosítása ($t=2,925$; $p<0,05$), változók tervezése ($t=3,260$; $p<0,001$) alteszteken és a teljes teszten ($t=2,006$; $p<0,05$). A kiszámolt hatásméretetek (Adey & Shayer, 1994; Cohen, 1988) alapján a BioTudós program kis hatásméretűnek tekinthető.

A tanulók biológia tanulási motivációja és biológia tantárgyi attitűdje nem változott szignifikánsan sem a kísérleti, sem a kontrollcsoportban. Ez megerősíti a kísérleti kipróbálás eredményeit, miszerint a program hat hetes alkalmazása nem elegendő a biológia tanulási motiváció és a biológia tantárgyi attitűd növeléséhez.

A kísérleti és a kontrollcsoport tanulói nem mutattak szignifikáns különbséget a kutatási készség teszt előmérésén nemek szerint, ugyanakkor az utómérésen a kísérleti csoportokban az adatértelmezés ($t=2,995$; $p<0,05$) alteszten és a teljes teszten ($t=2,356$; $p<0,05$) a fiúk szignifikánsan magasabb pontszámot értek el, mint a lányok. Ugyanakkor a kontrollcsoportban az adatértelmezés ($t=2,872$; $p<0,05$), következtetés ($t=2,464$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes utóteszten ($t=2,449$; $p<0,05$) a lányok teljesítettek jobban.

A fejlesztésbe bevont tanulók a biológia tanulási motivációjában nem mutattak szignifikáns különbséget nemek szerint az elő- és utóméréskor. Habár a kontrollcsoport lány tanulói a kísérleti csoport lány tanulóihoz képest szignifikánsan magasabb értéket mutattak az intrinzik motiváció esetében ($t=2,926$; $p<0,05$), ezen paraméter kontrollcsoportban történő szignifikáns csökkenése miatt az utómérésen már nincs szignifikáns különbség a kísérleti és a kontrollcsoport lány tanulói között az intrinzik motiváció tekintetében.

Habár a kísérleti csoport fiú tanulói jobban fejlődtek a program hatására, a kísérleti csoport lány tanulói a programértékelő minden szempontjára magasabb értéket adtak. Az adatok alapján a lányok szívesebben foglalkoztak a programmal ($t=3,257$; $p<0,05$), és jobban egyetértettek azzal is, hogy a feladatok megértését a tanórákon történő közös feldolgozás segítette ($t=2,744$; $p<0,05$). A lányoknak jobban tetszettek a témákhoz kapcsolódó kiegészítő érdekességek ($t=2,828$; $p<0,05$), és szignifikánsan jobbnak ítélték meg a programból elsajátított ismeretek mértékét, mint a fiúk ($t=2,005$; $p<0,05$).

A tanulói visszajelzések alapján a BioTudós program alkalmas arra, hogy segítse a tudományos kutatás folyamatának megismerését és megértését. Ugyanakkor fontos, hogy a közös feldolgozás segítette a feladatok megértését, ezért a program alkalmazása esetében mindenképpen érdemes megbeszélni a feladatok megoldását. A tanulóknak tetszettek a tananyaghoz kapcsolódó kiegészítő érdekességek, és úgy ítélték meg, hogy el tudták sajátítani a programban szereplő ismereteket. Ígéretes, hogy a tanulók szívesen tanulnának más témákról is a BioTudós programmal. A programértékelő első három kérdésének (64. táblázat) alacsonyabb pontjait a tanulók nyílt kérdésre adott válaszai alapján az okozhatta, hogy a program nem kompatibilis okostelefonnal. A kísérleti kipróbálás során is felmerült ez az igény, mind a tanárok, mind a tanulók részéről. Habár okostelefont csak ritkán használnak a tanulók a biológiaórákon, megvan rá az igény. Ezért a program ilyen irányú továbbfejlesztése alapvető a közoktatásban való felhasználás megkönnyítése érdekében.

A korrelációsszámítás legfontosabb eredményei, hogy a tanuló attitűdje a tanuló teljesítményével közepesen ($r=0,33$) korrelál, valamint, hogy a biológia tanulási motiváció (intrinzik motiváció: $r=0,14$; öndetermináció: $r=0,15$; karrier motiváció: $r=0,13$) korrelál a természettudományos teljesítménnyel. A programértékelő változó gyenge kapcsolatot mutatott az intrinzik motiváció ($r=0,21$), az önhatékonyság ($r=0,21$),

a jegyért tanulás ($r=0,27$) és a kutatási készség teszt ($r=0,28$) változókkal. Az intrinzik motiváció vonatkozásában feltételezhető, hogy a nagyobb intrinzik motivációval rendelkező tanulók szívesebben foglalkoznak természettudományos gondolkodtató fejlesztőfeladatokkal. Az önhatékonysággal való kapcsolatot a BioTudós programban végzett önálló munka segíthette elő. A jegyért tanulás és a programértékelő gyenge kapcsolata a félévzárás és a program zárásának közeli idejével magyarázható.

Összességében a fejlesztőprogram sikeresnek mondható, hiszen a kitűzött elsődleges cél, a kutatási készségek fejlesztése, megvalósult. A program másik fontos eredménye, hogy a tanulók véleménye szerint a fejlesztőprogram segíti a tudományos kutatás folyamatának megismerését, megértését.

10. ÖSSZEGZÉS

A kutatás célja egy olyan fejlesztőprogram kidolgozása volt, amely a kutatási készségeket (adatértelmezés, kísérlettervezés, változók azonosítása és kontrollja, következtetés, kutatási kérdés azonosítása, hipotézis azonosítása) játékos kutatásalapú tanulókkal fejleszti biológia tantárgyi tartalom, 8. évfolyamos tanulók körében.

A BioTudós program fejlesztésével párhuzamosan zajlott a tanárok digitálisjáték-alapú tanulókkal kapcsolatos nézeteinek vizsgálata. A kérdőívet 102 fő töltötte ki, ami jelentősnek tekinthető szegedi viszonylatban. A kutatás fontos eredménye, hogy a kitöltők pozitívan vélekedtek a digitálisjáték-alapú tanulásról és hajlandóságot mutatnak annak alkalmazására. Azt is fontos volt vizsgálni, hogy milyen játéktípusokat alkalmaznak a tanárok, hiszen ez sugallhat egyfajta preferenciát, amelyet érdemes a fejlesztés során figyelembe venni. A játéktípusok közül a puzzle, szimulációs és szerepjáték bizonyult a leggyakrabban alkalmazott játékoknak. A BioTudós programban ezért több szimuláció is helyet kapott. Mivel a BioTudós elsődleges célja a készségfejlesztés, ezért feltártuk azt is, hogy a kitöltő pedagógusok milyen céllal alkalmaznak digitális oktató játékokat. A pedagógusvizsgálat megerősítette, hogy motiválás, készségfejlesztés és ellenőrzés céljával építik be leginkább a tanárok a játékokat a tanítási gyakorlatukba. Ez azért fontos eredmény, mert a felsorolt célok közül többre is alkalmas lehet a BioTudós program, hiszen a tanulók többnyire szívesen foglalkoztak a programmal, és kutatási készségeik fejlődtek. A tanárok visszajelzése alapján digitális oktató játékokra a leggyakrabban alkalmazott platform a számítógép, és az alkalmazás helyszíne leggyakrabban a tanóra. Ezzel összhangban a BioTudós programot számítógépen, tanórán alkalmazták a tanulók és a tanárok. Azonban a tanuló visszajelzések alapján egyértelműen megfogalmazódott az igény a telefonos applikáció iránt.

A BioTudós program fejlesztése során számos kisebb mérést is lebonyolítottunk, amelynek során minél több tanuló és tanári visszajelzést igyekeztünk beépíteni a készülő programba. Először a feladattípusokat teszteltük, majd az adatbázis és a weboldal működését. Ezek a kutatások fontos mérföldkövet jelentettek a BioTudós program kidolgozásában, hiszen jelentős informatikai háttér munka alapozta és előzte meg a program végső verzióját.

A BioTudós program hatásvizsgálata két lépésben valósult meg: (1) kísérleti kipróbálás és (2) kiterjesztett hatásvizsgálat. A kísérleti kipróbálás eredményeként a kísérleti csoport teljesítménye szignifikáns fejlődést mutatott a változók azonosítása ($t=2,680$; $p<0,05$), a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,335$; $p<0,05$) alteszten és a teljes teszten ($t=3,104$; $p<0,05$) a fejlesztés időszaka alatt. A kísérleti csoport a kontrollcsoportéhoz képest a fejlesztés hatására az utóteszten szignifikánsan jobban teljesített a kutatási kérdés azonosítása ($t=2,680$; $p<0,05$) alteszten és a teljes teszten

($t=1,980$; $p<0,05$). A kontrollcsoport nem mutatott szignifikáns fejlődést kutatási készségeiben az előméréshez képest.

A kiterjesztett hatásvizsgálat során a kísérleti csoport teljesítménye szignifikáns fejlődést mutatott az adatértelmezés ($t=2,123$; $p<0,05$), változók azonosítása ($t=4,394$; $p<0,001$), változók tervezése ($t=6,316$; $p<0,001$), következtetés ($t=4,296$; $p<0,001$), kutatási kérdés azonosítása ($t=2,412$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes teszten ($t=5,559$; $p<0,001$) a fejlesztés időszaka alatt magához képest. A kísérleti csoport a kontrollcsoportéhoz képest a fejlesztés hatására az utóteszten szignifikánsan jobban teljesített a változók azonosítása ($t=2,925$; $p<0,05$), változók tervezése ($t=3,260$; $p<0,001$) alteszteken és a teljes teszten ($t=2,006$; $p<0,05$). A kontrollcsoport szignifikáns fejlődést mutatott a változók tervezése alteszten ($t=2,880$; $p<0,05$) az előméréshez képest. Tehát a BioTudós fejlesztőprogram alkalmas 8. évfolyamos tanulók kutatási készségeinek fejlesztésére.

A pedagógusok visszajelzései alapján a program megfelelőnek bizonyult a tanórai alkalmazáshoz, és kellő segítséget jelentett számukra a tanári segédanyag, a saját BioTudós fiók és a tanár mód a program hatékony, mindennapi gyakorlatban történő használatához. A tanulói visszajelzések alapján a BioTudós program alkalmas arra, hogy a tanulók otthon, önállóan tanuljanak vele. A tanulók véleménye alapján a program feladatai segítik a tananyag és a tudományos folyamat megértését, amely utóbbi fontos célja a természettudományok tanításának.

A biológia tanulási motiváció és a biológia tantárgyi attitűd nem változott meg szignifikánsan a program alkalmazásának hatására sem a kísérleti kipróbálás, sem a kiterjesztett hatásvizsgálat során. Az utóbbi eredmény egybeesik a korábbi nemzetközi (Üçgül & Altıok, 2021) és hazai tapasztalatokkal (Nagy, 2004).

A kiterjesztett hatásvizsgálat kísérleti és kontrollcsoport tanulói nem mutattak szignifikáns különbséget a kutatási készség teszten előméréskor nemek szerint, ugyanakkor az utómérésen a kísérleti csoportban a teljes teszten a fiúk szignifikánsan magasabb pontszámot értek el, mint a lányok ($t=2,356$; $p<0,05$). A kontrollcsoportban az adatértelmezés ($t=2,872$; $p<0,05$), következtetés ($t=2,464$; $p<0,05$) alteszteken és a teljes utóteszten ($t=2,449$; $p<0,05$) a lányok szignifikánsan magasabb pontszámot értek el, mint a fiúk. Habár a kísérleti csoport fiú tanulói jobban fejlődtek a program hatására, a kísérleti csoport lány tanulói a programértékelő minden szempontjára magasabb értékeket adtak. Az adatok alapján a lányok szívesebben foglalkoztak a programmal ($t=3,257$; $p<0,05$), és jobban egyetértettek azzal is, hogy a feladatok megértését a tanórákon történő közös feldolgozás segítette ($t=2,744$; $p<0,05$). A lányoknak jobban tetszettek a témákhoz kapcsolódó kiegészítő érdekességek ($t=2,828$; $p<0,05$), és szignifikánsan jobbnak ítélték meg a programból elsajátított ismeretek mértékét, mint a fiúk ($t=2,005$; $p<0,05$).

Összefoglalva a kutatás eredményeit, elméleti és gyakorlati aspektusokat is szeretnénk kiemelni. A kutatás elméleti jelentősége, hogy felhívja a figyelmet az innovatív, technológiával támogatott hibrid módszerekre. A szakirodalmi feltárás során készült publikációk további kutatásokat alapozhatnak meg a témában. A kutatás gyakorlati jelentősége, hogy a BioTudós fejlesztőprogram kényelmesen elérhető mind a tanulók, mind a tanárok számára, hiszen önálló weboldallal rendelkezik, ahol a tanulói és tanári regisztráció is megoldott. A felhasználók saját fiókjukon keresztül, internet hozzáféréssel bármikor bejelentkezhetnek és használhatják a programot. A program előnye, hogy azonnali visszajelzést ad a tanulóknak a beépített játékelemeknek (hangok, érmék, ajándékok, animált gombok, interaktív felületek) köszönhetően. Továbbá a fejlesztőprogram mintaként is szolgálhat további technológiával támogatott hibrid programok kidolgozásához.

A kutatás korlátait a COVID-19 világjárvány alakította, hiszen számos esetben újra kellett tervezni a mérések és a fejlesztőmunka lépéseit. Folyamatos kihívást jelentett a minta kialakítása és megtartása a soron következő fejlesztőmunkára. Nehézséget jelentett, hogy a kísérleti kipróbálás során karanténba kerültek osztályok, emiatt egy alkalommal az előmérést otthon végezték el a tanulók. Ezek a nehézségek kreatív és rugalmas megoldásokat igényeltek, főleg a mérésben részt vevő pedagógus kollégák és a tanulók részéről. Ugyanakkor arra is érdemes kitérni, hogy a járványhelyzet káros hatással van az oktatásra, beleértve a tanulási zavarok gyakoribb megjelenését, az oktatási és kutatási létesítményekhez való csökkent hozzáférést és a tanulói lemaradás növekedését (Onyema et al., 2020). Ez azt is jelenti, hogy a járványhelyzet elmúlásával még nagyobb hangsúlyt kaphatnak a fejlesztések, különös tekintettel a személyre szabott fejlesztés.

A BioTudós program továbbfejlesztésével kapcsolatban több célt is megfogalmaztunk. Az adatbázisban naplózásra került a tanulók minden lépése a program kidolgozása és hatásvizsgálata alatt. Tehát a BioTudós program logfile adatainak elemzése hasznos eredményeket szolgáltat a kutatási készségek fejlődése, fejlesztése szempontjából. Egy konkrét cél, hogy megvizsgáljuk, van-e összefüggés az információ ikon tartalmának elolvasása és a fejlesztés hatása között. Azt, hogy elolvasták-e a tanulók az információ ikon tartalmát közvetetten tudjuk ellenőrizni (rákattintott-e az ikonra, mennyi időt töltött el a vásznan). Továbbá a tanulók mérési azonosítójukkal regisztráltak a BioTudós programba, ezért a programban való lépések összekapcsolhatók a kutatási készség teszten nyújtott teljesítménnyel. Érdemes lenne megvizsgálni, hogy a kutatási készség teszten különböző szinteken teljesítő tanulók milyen feladatmegoldási stratégiákat alkalmaznak. Ehhez a szimulációknál rendelkezésre álló adatokból lehet következtetni. Ugyanakkor ezek a vizsgálatok a fejlesztőprogramot a személyre szabott tanulás irányába is elindíthatják.

Egy másik cél a telefonos applikáció létrehozása, amely a tanórai integrációt és a kényelmesebb felhasználást tenné lehetővé. Ez az igény a program kipróbálása során többször is megjelent mind a tanulók, mind a pedagógusok részéről. Az alkalmazott Unity platform alkalmas erre, hiszen multiplatform tulajdonságú, ugyanakkor ez a munka további erőforrások befektetését igényli, mind anyagi, mind időráfordítás formájában.

A disszertációban bemutatott kutatásnak nem volt célja a tanulók tartalmi tudásának fejlesztése, mivel az további mérőeszköz felvételét jelentette volna, amely egy újabb biológiaórát vett volna igénybe. A biológia kis óraszám miatt ez nehézséget jelentett volna a kipróbálásban részt vevő iskoláknak. Ugyanakkor a BioTudós program hatásvizsgálatával kapcsolatban érdemes lenne egy újabb mérés alkalmával megvizsgálni a tanulók tartalmi tudásának változását a fejlesztés hatására.

A BioTudós program eredményeinek publikálását követően szeretnénk elérhetővé tenni azt a pedagógusok számára. A program jelenleg a Neveléstudományi Intézet szerverén található. Link birtokában be lehet regisztrálni és használni a program feladatait.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom az SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola vezetőjének, Prof. Dr. Csapó Benőnek, amiért ilyen színvonalas képzésben vehettem részt. Hálával tartozom a szegedi doktori iskolának, amelynek kiváló oktatói és kutatói mindig arra inspiráltak, hogy fejlődjek. Köszönöm a sok szakmai programot és lehetőséget, hogy tanuljak és kutassak, hogy kutatóvá váljak.

Külön hálával tartozom témavezetőmnek, Dr. Nagy Lászlóné Dr. Antal Erzsébetnek, aki mindig bátorított és szakmai útmutatásával segítette a munkám. Köszönöm a szakmai beszélgetéseket, a közösen publikált cikkekben való mentori munkát, a BioTudós program támogatását és a szakmai segítséget a megvalósításban.

Hálás vagyok a kutatási szemináriumon kapott visszajelzésekért és kérdésekért minden oktatómnak és hallgatótársamnak, de különösen Dr. Molnár Edit Katalinnak és Prof. Dr. Vidákovich Tibornak a gondolatébresztő kérdésekért és építő jellegű kritikákért.

Köszönöm Dr. B. Németh Máriának és Dr. Kinyó Lászlónak a disszertáció első változatához írt hasznos és értékes visszajelzéseket, amelyek hozzájárultak a dolgozat minőségének javításához. Köszönettel tartozom Dr. Habók Anitának és Dr. Vigh Tibornak a házi vitán kapott visszajelzésekért.

PhD tanulmányaim alatt több kutatócsoport munkájába is bekapcsolódtam. Köszönöm Dr. Korom Erzsébetnek, hogy 2018-ban invitált az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoportba. Hálás vagyok a közös munkáért és a kutatócsoport támogatásáért, amelynek eredményeképpen elkészíthettem a BioTudós programot. Köszönöm az SZTE Neveléstudományi Intézet vezetőjének, Prof. Dr. Molnár Gyöngyvérnek, hogy 2021-ben bekapcsolódhattam az MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoport munkájába.

Köszönettel tartozom minden pedagógus kollégának és tanulónak, aki bekapcsolódott a BioTudós fejlesztőprogram fejlesztését szolgáló kipróbálásba és hatásvizsgálatába. Nélkülük ez a munka nem tudott volna megvalósulni. Bűn Tamásnak és Dr. Varga Lászlónak a programozói, Szabó Violának és Pap Kincsőnek a grafikus munkákért vagyok hálás. Külön köszönet illeti Dr. Bagyánszki Máriát, aki a program lektorálásába kapcsolódott be. Köszönöm Kállai László Istvánnak az eDia tesztek használatában nyújtott segítséget.

Hálával tartozom az SZTE Neveléstudományi Intézetnek, különös tekintettel a Neveléstudományi Tanszéknek, amiért szeretettel fogadtak és kedvességgel fordultak felém, amikor tanársegédként a tanszék tagja lettem.

Végül köszönöm férjemnek, Zolinak, a szüleimnek és a testvéreimnek az állandó támogatást és bátorítást. Köszönöm, hogy mindig hittetek bennem!

IRODALOM

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Abt, C. (1970). *Serious game*. Viking Press.
- Adey, P., & Shayer, M. (1994). *Really raising standards. Cognitive intervention and academic achievement*. Routledge.
- Adorjárné Farkas, M., Makádi, M., Nagy, L-né, Nahalka, I., Radnóti, K., & Wagner, É. (2014). A problémamegoldás alapjai és szerepe a természettudományos tanulási folyamatban. In K. Radnóti (Ed.), *A természettudomány tanítása* (pp. 463–542). Mozaik Kiadó.
- Ailincai, R., & Gabillon, Z. (2018). Analysing Teachers' Representations of Digital Technology Using a Grounded Theory Approach. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), 1–18. <https://doi.org/10.29333/ejmste/93380>
- Alrababah, S., & Molnár, Gy. (2021). Analyzing contextual data in educational context: educational data mining and logfile analysis. *Journal of Critical Reviews*, 8(1), 261–273. <https://doi.org/10.31838/jcr.08.01.31>
- Alvarez, J., Irrmann, O., Djaouti, D., Taly, A., Rampnoux, O., & Sauvé, L. (2019). Design Games and Game Design: Relations Between Design, Codesign and Serious Games in Adult Education. In S. Leleu-Merviel, D. Schmitt & P. Useille (Eds), *From UXD to LivXD: Living eXperience Design* (pp. 229–253). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119612254.ch11>
- Amory, A. (2001). Building an Educational Adventure Game: Theory, Design, and Lessons. *Journal of Interactive Learning Research*, 192(2–3), 249–264.
- Amory, A., & Seagram, R. (2003). Educational game models: conceptualization and evaluation. *South African Journal of Higher Education*, 17(2), 206–217. <https://doi.org/10.4314/sajhe.v17i2.25314>
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries, OECD Education Working Papers, No. 41, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1023/A:1015171124982>
- Archambault, L. M., & Barnett, J. H. (2010). Revisiting Technological Pedagogical Content Knowledge: Exploring the TPACK Framework. *Computers & Education*, 55(4), 1656–1662. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- Arnold, J. C., Boone, W. J., Kremer, K., & Mayer, J. (2018). Assessment of Competencies in Scientific Inquiry Through the Application of Rasch Measurement Techniques. *Education Sciences*, 8(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/educsci8040184>
- B. Németh, M. (2010). A természettudományi tudás/műveltség értelmezései a nemzeti standardokban. *Iskolakultúra*, 20(12), 92–99.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2),

- Bandura, A. (1997). *Sel-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Bannert, M. (2009). Promoting self-regulated learning through prompts. *Zeitschrift Fur Padagogische Psychologie*, 23(2), 139–145. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.23.2.139>
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Luo, Y., Wang, Y., Li, L., & Wu, N. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Science*; 323(5914), 586–587. <https://doi.org/10.1126/science.1167740>
- Barab, S. A., Gresalfi, M., & Ingram-Goble, A. (2010). Transformational play: using games to position person, content, and context. *Educational Researcher*, 39(7), 525–536. <https://doi.org/10.3102/0013189X10386593>
- Beavis, C., Rowan, L., Dezuanni, M., McGillivray, C., O’Mara, J., Prestridge, S., Stieler-Hunt, C., Thompson, R., & Zagami, J. (2014). Teachers’ Beliefs about the Possibilities and Limitations of Digital Games in Classrooms. *E-Learning and Digital Media*, 11(6), 569–581. <http://dx.doi.org/10.2304/elea.2014.11.6.569>
- Bell, R. L., & Trundle, K. C. (2008). The Use of a Computer Simulation to Promote Scientific Conceptions of Moon Phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 346–372. <https://doi.org/10.1002/tea.20227>
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349–377. <https://doi.org/10.1080/09500690802582241>
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. In P. Griffin & E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17–66). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Biológia érettségi követelmény (2012). Biológia részletes érettségi vizsgakövetelmény. https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/vizsgakovetelmenyek2017/biologia_vk.pdf Utolsó letöltés: 2022.02.09.
- Biológia érettségi követelmény (2020). Biológia részletes érettségi vizsgakövetelmény. https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/vizsgakovetelmenyek2024/bio_2024_e.pdf Utolsó letöltés: 2022.02.09.
- Black, A. E.; & Deci, E. L (2000). The Effects of Instructors’ Autonomy Support and Students’ Autonomous Motivation on Learning. *Science Education*, 84, 740–756. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<740::AID-SCE4>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<740::AID-SCE4>3.0.CO;2-3)
- Blackwell, C. K., Lauricella, A. R., Wartella, E., Robb, M., & Schomburg, R. (2013). Adoption and use of technology in early education: The interplay of extrinsic barriers and teacher attitudes. *Computers & Education*, 69, 310–319. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.024>
- Bónus, L., & Antal, E. (2021a). Innovative Inquiry-based method in Learning and Teaching Science. *Journal of Studies in Education*, 11(3), 1–22. <https://doi.org/10.5296/jse.v11i3.18700>
- Bónus, L., & Antal, E. (2021b). Surveying Hungarian Teachers’ Beliefs about Digital Game-based Learning. *Journal of Studies in Education*, 11(4), 17–31. <https://doi.org/10.5296/jse.v11i4.18992>
- Bónus, L., & Nagy, L.-né (2020a). Kutatási készségek fejlesztése digitálisjáték-alapú tanulással tantárgyi tartalom. *Iskolakultúra*, 30(8), 82–96. <https://doi.org/10.14232/ISKKULT.2020.8.82>

- Bónus, L., & Nagy, L.-né (2020b). A játékokkal kapcsolatos fogalmak szakirodalmi áttekintése. *Iskolakultúra*, 30(6), 3–15. <https://doi.org/10.14232/ISKKULT.2020.6.3>
- Bónus, L., & Nagy, L.-né (2020c). Didaktikus játékok használata a természettudományos gondolkodás fejlesztésére biológiaórán: esettanulmány. *Iskolakultúra*, 30(1–2), 3–13. <https://doi.org/10.14232/ISKKULT.2020.1-2.3>
- Bopegedera, A. M. R. P., & Coughenour, C. L. (2020). An Interdisciplinary, Project-Based Inquiry into the Chemistry and Geology of Alkaline Surface Lake Waters in the General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1352–1360. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00315>
- Boss, S., & Krauss, J. (2007). *Reinventing project-based learning: Your field guide to real-world projects in the digital age*. International Society for Technology in Education.
- Bourgonjon, J., De Grove, F., De Smet, C., Van Looy, J., Soetaert, R., & Valcke, M. (2013). Acceptance of game-based learning by secondary school teachers. *Computers & Education*, 67, 21–35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.010>
- Boyle, E., Connolly, T. M., & Hainey, T. (2011). The role of psychology in understanding the impact of computer games. *Entertainment Computing*, 2(2), 69–74. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2010.12.002>
- Bressler, M. D., & Bodzin, A. M. (2016). Investigating Flow Experience and Scientific Practices During a Mobile Serious Educational Game. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 795–805. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9639-z>
- Breuer, J., & Bente, G. (2010). Why so serious? On the relation of serious games and learning. *Journal for Computer Game Culture*, 4(1), 7–24.
- Brown, T. A. (2006). Confirmatory factor analysis for applied research. Guilford publications.
- Buckingham, D. (2007). That's edutainment: New Media, Marketing and Education in the Home. In K. M. Ekström & B. Tufte (Eds.), *Children, Media and Consumption* (pp. 33–45). The International Clearinghouse on Children, Youth and Media.
- Bybee, R. W. (2006). Scientific Inquiry and Science Teaching. In F. Lawrence & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 1–15). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_1
- Caillois, R. (1961). *Man, Play and Games* (transl. Meyer Barash). University of Illinois Press.
- Calderhead, J. (1996). Teachers: Beliefs and knowledge. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 709–725). Macmillan Library Reference.
- Cavas, B. (2012). The meaning of and need for „Inquiry based science education (IBSE)”. *Journal of Baltic Science Education*, 11(1), 4–6.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., Tsai, C.-C., Tan, L. L. W. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers & Education*, 57(1), 0–1193. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.007>

- Chalmers, A. F. (1999). *What is this thing called science?* (3rd ed.). Open University Press.
- Chang, K-E., Sung, Y-T., & Lee, C-L. (2003). Web-based collaborative inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 56–69. <https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2003.00006.x>
- Chatterjee, S., Williamson, V. M., McCann, K., & Peck, M. L. (2009). Surveying Students' Attitudes and Perceptions toward Guided-Inquiry and Open-Inquiry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 86(12), 1427–1432. <https://doi.org/10.1021/ed086p1427>
- Chen, C-H. (2008). Why Do Teachers Not Practice What They Believe Regarding Technology Integration? *The Journal of Educational Research*, 102(1), 65–75, <http://dx.doi.org/10.3200/JOER.102.1.65-75>
- Chen, R-J. (2010). Investigating model for preservice teachers' use of technology to support student centered learning. *Computers & Education*, 55(1), 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.11.015>
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120.
- Chow, S. J., & Yong, B. C. S. (2013). Secondary School Students' Motivation and Achievement in Combined Science. *US-China Education Review*, 3(4), 213–228.
- Chu, K. W. S. (2009). Inquiry Project-Based Learning with a Partnership of Three Types of Teachers and the School Librarian. *Journal of American Society for Information Science and Technology*, 60(8), 1671–1686. <https://doi.org/10.1002/asi.21084>
- Chu, K. W. S., Tse, S. K., & Chow, K. (2011). Using collaborative teaching and inquiry project-based learning to help primary school students develop information literacy and information skills. *Library & Information Science Research*, 33, 132–143. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2010.07.017>
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, V. W. Y. (2017). *21st Century Skills Development through Inquiry-Based Learning from Theory to Practice*. Springer Nature Singapore Pte Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2481-8>
- Chuang, T-Y., & Chen, W-F. (2009). Effect of Computer-Based Video Games on Children: An Experimental Study. *Educational Technology & Society*, 12 (2), 1–10.
- Clark, D. B., & Linn, M. C. (2013). The knowledge integration perspective: connections across research and education. In S. Vosniadou (Ed), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 520–538). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203154472.ch27>
- Clark, R. E., Kirschner, P. A., & Sweller, J. (2013). Putting students on the path to learning: The case for fully guided instruction. *American Educator*, 36(1), 6–11.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge
- Comber, C., Motschnig, R., Mayer, H., & Haselberger, D. (2019). Engaging Students in Computer Science Education through Game Development with Unity. In A. K. Ashmawy & S. Schreiter (Eds.), *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 199–205). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725135>
- Constantinou C. P., Tsivitanidou O. E., Rybska E. (2018). What Is Inquiry-Based Science Teaching and Learning? In O. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca & C. Constantinou (Eds.), *Professional Development for Inquiry-Based Science*

- Teaching and Learning* (pp. 1–23). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0_1
- Corti, K. (2006). Games-based Learning; a serious business application. *Informe de Pixel Learning*, 34(6), 1–20.
- Csapó, B. (2000). A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. *Magyar Pedagógia*, 100(3), 343–366.
- Csapó, B. (2002). Az osztályok közötti különbség és a pedagógiai hozzáadott érték. In: B. Csapó (Ed.), *Az iskolai műveltség* (pp. 269–297). Osiris Kiadó.
- Csapó, B. (2003). *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Akadémiai Kiadó.
- Csapó, B. (2015). A kutatásalapú tanárképzés: nemzetközi tendenciák és magyarországi lehetőségek. *Iskolakultúra*, 25(11), 3–16. <https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2015.11.3>
- Csapó, B., & Adey, P. (2012). A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In B. Csapó & G. Szabó (Eds.), *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez* (pp. 17–58). Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Csapó, B., Csíkos, Cs., & Korom, E. (2016). Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban: a SAILS projekt. *Iskolakultúra*, 26(3), 3–16. <https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2016.3.3>
- Csíkos, Cs. (2010). A PRIMAS-projekt. *Iskolakultúra*, 20(12), 4–12. <https://doi.org/10.25656/01:7120>
- Csíkos, Cs. (2012). Melyik a kedvenc tantárgyad? : tantárgyi attitűdök vizsgálata a nyíltvégű írásbeli kikérdezés módszerével. *Iskolakultúra*, 22(1), 3–13.
- de Jong, T. (2011). Instruction Based on Computer Simulations. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of Research on Learning and Instruction* (pp. 446–466). Routledge.
- de Jong, T. (2019). Moving towards engaged learning in STEM domains; there is no simple answer, but clearly a road ahead. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(2), 153–167. <https://doi.org/10.1111/jcal.12337>
- Deen, M., van den Beemt, A., & Schouten, B. (2015). The Differences between Problem-Based and Drill and Practice Games on Motivations to Learn. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 7(3), 44–59. <https://doi.org/10.4018/ijgcms.2015070103>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game design elements to gamefulness: defining Gamification. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrec Conference: Envisioning Future Media Environments* (9–15). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Djaouti, D., Alvarez, J., & Jessel, J. P. (2011). Classifying Serious Games: The G/P/S model. In Felicia, P. (Ed), *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches Improving Learning and Motivations through educational games: Multidisciplinary Approach* (pp. 118–136). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0>
- Dobroné Tóth, M., & Rekákvé Markóczi, I. (2015). IBL, PBL és metakogníció a biológiatanításban. In S. Maticsák & A. N. Tóth (Eds.), *Biológiatanítás az IKT és IBL világában* (pp. 5–13). Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Dorji, U., Panjaburee, P., & Srisawasdi, N. (2015). A learning cycle approach to developing educational computer game for improving students' learning and awareness in electric energy consumption and conservation. *Educational Technology & Society*, 18(1), 91–105.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Open University Press.

- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press.
- Dudás, M. (2007). Tanárjelöltek belépő nézeteinek feltárása. In I. Falus (Ed.), *A tanárrá válás folyamata* (pp. 46–120). Gondolat Kiadó.
- Dunbar, K. N., & Klahr, D. (2012). Scientific Thinking and Reasoning. In K. J. Holyoak, R. G. Morrison & F. Lawrence (Eds.), *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning* (pp. 1–52). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734689.013.0035>
- Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy? In J. R. Durant & J. Gregory (Eds.), *Science and culture in Europe* (pp. 129–137). Science Museum.
- Eady, M. J., & Lockyer, L. (2013). *Tools for learning: technology and teaching strategies: Learning to teach in the primary school*. Queensland University of Technology.
- Eastwell, P. (2014). Understanding Hypotheses, Predictions, Laws, and Theories. *Science Education Review*, 13(1), 16–21.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3–4), 391–450. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0803&4_3
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2007). Third generation educational use of computer games. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16(3), 263–281.
- El-Habra, C., Garcia, X., Paliyawan, P., & Thawonmas, R. (2019). Runner: A 2D platform game for physical health promotion. *SoftwareX*, 10, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2019.100329>
- Elmas, R., Bodner, M. G., Aydogdu, B., & Saban, Y. (2018). The inclusion of science process skills in multiple-choice questions: Are we getting any better? *European Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 13–23. <https://doi.org/10.30935/scimath/9519>
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47–61. <https://doi.org/10.1007/BF02299597>
- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: the final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 25–39.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423–435. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>
- Falus, I. (2001). Pedagógus mesterség – pedagógiai tudás. *Iskolakultúra*, 2, 21–28.
- Firman, M. A., Ertikanto, C., & Abdurrahman, A. (2019). Description of meta-analysis of inquiry-based learning of science in improving students' inquiry skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022018>
- Fromann, R. (2017). *Játékos lét, a gamifikáció világa*. Typotex.
- Germann, P. J., & Aram, R. (1996). Students' performance on the science process skills of recording data, analysing data, drawing conclusions and providing evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 773–798.
- Gijlers, H., & de Jong, T. (2013). Using Concept Maps to Facilitate Collaborative Simulation-Based Inquiry Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 22(3), 340–374. <https://doi.org/10.1080/10508406.2012.748664>

- Gilakjani, A. P. (2012). EFL Teachers' Beliefs toward Using Computer Technology in English Language Teaching. *Journal of Studies in Education*, 2(2), 62–80. <http://dx.doi.org/10.5296/jse.v2i2.1174>
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasobshirazi, G. (2011). Science Motivation Questionnaire II: Validation With Science Majors and Nonscience Majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159–1176. <https://doi.org/10.1002/tea.20442>
- González, J. D., Escobar, J. H., Sánchez, H., Hoz, J. D. la, & Beltrán, J. R. (2017). 2D and 3D virtual interactive laboratories of physics on Unity platform. *Journal of Physics: Conference Series*, 935, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/935/1/012069>
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., Clair, L. St., & Harris R. (2009). TPACK Development in Science Teaching: Measuring the TPACK Confidence of Inservice Science Teachers. *TechTrends*, 53(5), 70–79. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0328-0>
- Gyllenpalm, J., & Wickman, P. (2011). The Uses of the Term Hypothesis and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1993–2015. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.538938>
- Hacieminoglu, E. (2016). Elementary School Students' Attitude toward Science and Related Variables. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(2), 35–52. <https://doi.org/10.12973/ijese.2016.288a>
- Hallinger, P., & Wang, R. (2019). The Evolution of Simulation-Based Learning Across the Disciplines, 1965–2018: A Science Map of the Literature. *Simulation & Gaming*, 51(1), 9–32. <https://doi.org/10.1177/1046878119888246>
- Hermans, R., Tondeur, J., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on the classroom use of computers. *Computers & Education*, 51(4), 1499–1509. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.02.001>
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. In P. Griffin, B. McGaw & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 37–56). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_2
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 791–806. <https://doi.org/10.1002/tea.20072>
- Hsieh, Y. H., Lin, Y. C., & Hou, H. T. (2016). Exploring the role of flow experience, learning performance and potential behavior clusters in elementary students' game-based learning. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 178–193. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.834827>
- Hsu, C.-Y., Liang, J.-C., Chai, C.-S., & Tsai, C.-C. (2013). Exploring preschool teachers' technological pedagogical content knowledge of educational games. *Journal of Educational Computing Research*, 49, 461–479. <https://doi.org/10.2190/EC.49.4.c>
- Hsu, C.-Y., Tsai, M.-J., Chang, Y.-H., & Liang, J.-C. (2017). Surveying In-Service Teachers' Beliefs about Game-Based Learning and Perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge of Games. *Educational Technology & Society*, 20(1), 134–143.

- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Huang, K., Ge, X., & Eseryel, D. (2016). Metaconceptually-enhanced simulation-based inquiry: effects on eighth grade students' conceptual change and science epistemic beliefs. *Educational Technology Research and Development*, 65(1), 75–100. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9462-5>
- Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 6–10. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01242.x>
- Hwang, G.-J., & Chen, C.-H. (2017). Influences of an inquiry-based ubiquitous gaming design on students' learning achievements, motivation, behavioral patterns, and tendency towards critical thinking and problem solving. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 950–971. <https://doi.org/10.1111/bjet.12464>
- Hwang, G.-J., Chiu, L. Y., & Chen, C.-H. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computer & Education*, 81, 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.006>
- Ibrahim, A., Vela, F. L. G., Rodríguez, P. P., Sánchez, J. L. G., & Zea, N. P. (2012). Educational Video Game Design Based on Educational Playability: A Comprehensive and Integrated Literature Review. *International Journal on Advances in Intelligent Systems*, 5(3–4), 400–414.
- Inal, Y., & Cagiltay, K. (2007). Flow experiences of children in an interactive social game environment. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 455–464. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00709.x>
- Inan, F., & Lowter, D. (2010). Laptops in K-12 classrooms: exploring factors impacting use. *Computers & Education*, 55(3), 937–944. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.04.004>
- Jang, S.-J., & Tsai, M.-F. (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education*, 59(2), 327–338. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.003>
- Juul, J. (2003). The game, the player, the world: looking for a heart of gameness. In M. Copier & J. Raessens (Eds.), *Level Up: Digital Games Research Conference Proceedings* (pp. 30–45). Utrecht University.
- Karakainen, M.-T., Kivinen, O., & Vainio, T. (2018). Performance-based testing for ICT skills assessing: a case study of students and teachers' ICT skills in Finnish schools. *Universal Access in the Information Society*, 17(2), 349–360. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0553-9>
- Kaimara, P., Fokides, E., Oikonomou, A., & Deliyannis, I. (2021). Potential Barriers to the Implementation of Digital Game-Based Learning in the Classroom: Pre-service Teachers' Views. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09512-7>
- Kanari, Z., & Millar, R. (2004). Reasoning from data: How students collect and interpret data in science investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 748–769. <https://doi.org/10.1002/tea.20020>
- Kennedy-Clark, S., Galstaun, V., & Anderson, K. (2011). Death in Rome: Using an online game for inquiry-based learning in a pre-service teacher training course. In Y. Baek & N. Whitton (Eds.), *Cases on Digital Game-Based Learning: Methods*,

- Models, and Strategies* (pp. 364–382). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2848-9.ch018>
- Kerettanterv Biológa 7–10. évfolyam (2020). OFI. https://www.oktatas.hu/koznevelés/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_gimn_7_12_evf Utolsó letöltés: 2022.02.09.
- Kerettanterv Biológa 7–8. évfolyam (2020). OFI. https://www.oktatas.hu/koznevelés/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_alt_isk_5_8 Utolsó letöltés: 2022.02.09.
- Kerettanterv Biológa 9–10. évfolyam (2020). OFI. https://www.oktatas.hu/koznevelés/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_gimn_9_12_evf Utolsó letöltés: 2022.02.09.
- Kerettanterv Természettudomány 5–6. évfolyam (2020). OFI. https://www.oktatas.hu/koznevelés/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_alt_isk_5_8 Utolsó letöltés: 2022.02.09.
- Kerr, S. T. (1996). Visions of sugarplums: The future of technology, education, and the schools. In S. T. Kerr (Ed.), *Technology and the future of schooling: Ninety-fifth yearbook of the National Society for the Study of Education (part 2)* (pp. 1–27). University of Chicago Press.
- Ketelhut, D., Nelson, B., Clarke, J., & Dede, C. (2010). A Multi-user virtual environment for building higher order inquiry skills in science. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 56–68. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01036.x>
- Khan, P., & O'Rourke, K. (2005). Understanding enquiry-based learning. In T. Barrett, I. Maclabhrainn & H. Fallon (Eds), *Handbook of enquiry and problem based learning* (pp. 1–12). Centre for Excellence in Learning and Teaching.
- Kim, C., Kim, M. K., Lee, C., Spector, J. M., & DeMeester, K. (2013). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and Teacher Education*, 29, 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.08.005>
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). *FutureLab series, report 8: Literature review in games and learning*. Futurelab.
- Kirschner, P. A., & van Merriënboer, J. J. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education. *Educational Psychologist*, 48(3), 169–183. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.804395>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Klauer, K. J. (2001). *Handbuch Kognitives Training*. Hogrefe-Verlag.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C.-C. (2012). Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: a structural equation modeling approach. *Instructional Science*, 41(4), 793–809. <https://doi.org/10.1007/s11251-012-9249-y>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as a source of learning and development*. Prentice Hall.
- Kollar, I., Fischer, F., & Slotta, J. D. (2007). Internal and external scripts in computer-supported collaborative inquiry learning. *Learning and Instruction*, 17(6),

- 708–721. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.021>
- Kontai, T., & Nagy L.-né (2011c). Példák, ötletek a kutatásalapú tanítás/tanulás módszer alkalmazására a biológia tanításában. *A Biológia Tanítása*, 19(4) 15–33.
- Kontai, T., & Nagy, L.-né (2011a). A kutatásalapú tanítás/tanulás jegyeinek feltárása a hazai biológiaoktatásban. *A Biológia Tanítása*, 19(2) 17–29.
- Kontai, T., & Nagy, L.-né (2011b). A kutatásalapú tanítás/tanulás fokozatainak bemutatása példákon keresztül. *A Biológia Tanítása*, 19(3), 15–28.
- Korom, E. (2010). A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén. *Iskolakultúra*, 20(12), 78–91.
- Korom, E., B. Németh, M., & Csíkos, Cs. (2016). Motiváció a természettudományok tanulásában: 8. évfolyamos tanulók vizsgálata az SMQ kérdőívvel. In Gy. Molnár & E. Bús (2016) (Eds.), *XIV. Pedagógiai Értékelési Konferencia Program – Előadás-összefoglalók* (p. 69). Szegedi Tudományegyetem.
- Korom, E., Pásztor, A., B. Németh, M., & Gyenes, T. (2016). Kutatási készségek online mérése a 8–11. évfolyamon. *Iskolakultúra*, 26(3), 117–130. <https://doi.org/10.17543/iskkult.2016.3.117>
- Koubek, A., & Macleod, H. (2004). Game-Based Learning. In M. Pivec, A. Koubek & C. Dondi (Eds.), *Guidelines for Game-Based Learning* (pp. 15–19). Pabst.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *Project-based Learning* (pp. 317–334). Washington University, University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.020>
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3–4), 313–350. <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672057>
- Kriska Gy. (2005) A számítógép alkalmazása a biológia tanításában IV. *A biológia tanítása - módszertani folyóirat*, 13(2), 25–27.
- Kriska, Gy. (2004). Számítógép alkalmazása a biológia tanításában III., Flash animációk a Világhálón. *A biológia tanítása - módszertani folyóirat*, 12(4), 26–27.
- Kuang, X., Eysinck, T. H. S., & de Jong, T. (2020). Effects of providing partial hypotheses as a support for simulation-based inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(4), 1–15. <https://doi.org/10.1111/jcal.12415>
- Kuhn, D. (2002). What is Scientific Thinking and How Does it Develop? In U. Goswami (Ed.), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 371–393). Blackwell Publishers Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470996652.ch17>
- Kuhn, D., & Pease, M. (2008). What Needs to Develop in the Development of Inquiry Skills? *Cognition and Instruction*, 26(4), 512–559. <https://doi.org/10.1080/07370000802391745>
- Kuhn, D., Amsel, E., & O’ Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. Academic Press.
- Kukkonen, J. E., Kärkkäinen, S., Dillon, P., & Keinonen, T. (2013). The Effects of Scaffolded Simulation-Based Inquiry Learning on Fifth-Graders’ Representations of the Greenhouse Effect. *International Journal of Science Education*, 36(3), 406–424, <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2013.782452>
- Kuo, C. Y., Wu, H. K., Jen, T. H., & Hsu, Y. S. (2015). Development and validation of a multimediasbased assessment of scientific inquiry abilities. *International Journal of Science Education*, 37(14), 2326–2357. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1078521>

- Kuo, M-J. (2007). How does an online game based learning environment promote students' intrinsic motivation for learning natural science and how does it affect their learning outcomes? In T-W. Chan, A. Paiva, D. W. Shaffer, Kinshuk, J-C. Yang (Eds.), *2007 First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL'07)* (pp. 135–142). IEEE. <https://doi.org/10.1109/DIGITEL.2007.28>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- Lazonder, A. W., Hagemans, M. G., & de Jong, T. (2010). Offering and discovering domain information in simulation-based inquiry learning. *Learning and Instruction*, 20, 511–520. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.08.001>
- Lederman, C. N. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In F. Lawrence & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 1–15). Springer.
- Lederman, C. N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lederman, G. N. (2019). Contextualizing the Relationship Between Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry. *Science and Education*, 28(7), <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00030-8>
- Lederman, G. N., Antink, A., & Bartos, S. (2012). Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry. *Science & Education*, 23, 285–302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>
- Lester, J. C., Spires, H. A., Nietfeld, J. L., Minogue, J., Mott, B. W., & Lobene, E. V. (2014). Designing game-based learning environments for elementary science education: A narrative-centered learning perspective. *Information Sciences*, 264, 4–18. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.09.005>
- Lin, T-C., Tsai, C-C., Chai, C. S., & Lee, M-H. (2012). Identifying Science Teachers' Perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 325–336. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9396-6>
- Linn, M. C., Clark, D., & Slotta, J. D. (2003). WISE design for knowledge integration. *Science Education*, 87(4), 517–538. <https://doi.org/10.1002/sce.10086>
- Lomos, C., Hofman, R. H., & Bosker, R. J. (2011). The relationship between departments as professional learning communities and student achievement in secondary schools. *Teaching and Teacher Education*, 27(4), 722–731. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.12.003>
- Loyens, S. M. M., Kirschner, P., & Paas, F. (2012). Problem-based Learning. In K. R. Harris, S. Graham & T. Urdan (Eds.), *APA Educational Psychology Handbook: Vol 3. Application to learning and teaching* (pp. 403–425). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13275-016>
- Mäkitalo-Siegl, K., Kohlne, C., & Fischer, F. (2010). Computer-supported collaborative inquiry learning and classroom scripts: Effects on help-seeking processes and learning outcomes. *Learning and Instruction*, 21, 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.07.001>
- Mayer, R. E. (2018). Computer Games in Education. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 531–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102744>

- McComas, W. F. (2003). A Textbook Case of the Nature of Science: Laws and Theories in the Science of Biology. *International Journal of Science and Mathematics Education, 1*(2), 141–155. <https://doi.org/10.1023/B:IJMA.0000016848.93930.9c>
- Means, B., & Olson, K. (1995). *Technology and education reform: Technical research report*. SRI International.
- Meesuk, K., & Srisawasdi, N. (2014). Implementation of Student-associated Game-based Open Inquiry in Chemistry Education: Results on Students' Perception and Motivation. In C-C. Liu, C-C. H. Ogata, S. C. Kong & A. Kashihara (Eds.), *Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education* (pp. 219–226). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Michael, D., & Chen, S. (2005). *Serious Games: Games that educate, train and inform*. Course Technology PTR.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A Framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Molnár, Gy., & Csapó, B. (2013). Az eDia online diagnosztikus mérési rendszer. In K. Józsa & J. B. Fejes (Eds.), *XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia Program Előadás-összefoglalók* (p. 82). Szegedi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Moseley, A., & Whitton, N. (Eds.). (2014). *New Traditional Games for Learning: A Case Book*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203597514>
- Mulder, G. Y., Lazonder, A. W., & de Jong, T. (2015). Simulation-Based Inquiry Learning and Computer Modeling: Pitfalls and Potentials. *Simulations & Gaming, 46*(3–4), 322–347. <https://doi.org/10.1177/1046878115577159>
- Murphy, P., & Mason, L. (2006). Changing knowledge and beliefs. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (2nd edition; pp. 305–324). Erlbaum.
- Nagy, L.-né (2008). A természet-megismerési kompetencia és fejlesztése a természettudományos tantárgyakban. *A Biológia Tanítása, 16*(4), 3–7.
- Nagy, L.-né (2010). A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra, 20*(12), 31–51. <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/21100>
- Nagy, L.-né, & Nagy, M. T. (2016). Kutatásalapú tanítás-tanulás a biológiaoktatásban és a biológiatanár-képzésben. *Iskolakultúra, 26*(3), 57–69. <https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2016.3.57>
- Nagy, L.-né, Bónus, L., & Korom, E. (2021). A természettudományos gondolkodásról a biológiatanítás tükrében. In E. Korom & L.-né Nagy (Eds.), *Gondolkodtató természettudomány-tanítás, Biológia, Módszertani kézikönyv* (pp. 7–22). Mozaik Kiadó.
- Nagy, L.-né, Fazekas, E. A., & Korom, E. (2021). A kutatási készségek fejlesztése problémaalapú tanulással. In E. Korom & L.-né Nagy (Eds.), *Gondolkodtató természettudomány-tanítás, Biológia, Módszertani kézikönyv* (pp. 145–160). Mozaik Kiadó.
- Nagy, L.-né, Korom, E., Pásztor, A., Veres, G., & B. Németh, M. (2015). A természettudományos gondolkodás online diagnosztikus értékelése. In B. Csapó, E. Korom & Gy. Molnár (Eds.), *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei* (pp. 87–113). Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet.
- Nagy, L.-né, Répás, L., Kissné Gera, Á., Juhász, F., Bónus, L., & Korom, E. (2021). A kutatási készségek fejlesztése kutatásalapú tanulással. In E. Korom & L.-né Nagy

- (Eds.), *Gondolkodtató természettudomány-tanítás, Biológia, Módszertani kézikönyv* (pp. 113–144). Mozaik Kiadó.
- Nagy; L.-né (2004). Az analógiás gondolkodás fejlesztése a biológia tantárgy keretében. Doktori disszertáció. Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Nagy; L.-né (2006). *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Kiadó.
- NAT (1993). Nemzeti Alaptanterv. Művelődési és Közoktatási Minisztérium.
- NAT (2003). Nemzeti Alaptanterv. Oktatási Minisztérium.
- NAT (2007). Nemzeti Alaptanterv. *Magyar Közlöny*, 102, 7640–7795.
- NAT (2012). Nemzeti Alaptanterv. *Magyar Közlöny*, 66, 10639–10847.
- NAT (2020). Nemzeti Alaptanterv. *Magyar Közlöny*, 17, 290–446.
- National Research Council (NRC) (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/4962>
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/9596>
- National Research Council (NRC) (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19(4), 317–328. <https://doi.org/10.1080/0022027870190403>
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- OECD (2000). *Measuring student knowledge and skills: The PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. OECD. https://doi.org/10.1787/journal_dev-v1-2-en
- OECD (2013). *PISA 2015 draft science framework*. OECD.
- OECD (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*, revised edition. PISA, OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-8-en>
- OECD (2018). *Hungary - Country Note - PISA 2018 Results, 21st-century readers*. OECD Publishing.
- OECD (2019). “*PISA 2018 Science Framework*”, in *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f30da688-en>
- Onyema, E. M., Eucheria, N. C., Obafemi, F. A., Sen, S., Atonye, F. G., Sharma, A., & Alsayed, A. O. (2020). Impact of Coronavirus Pandemic on Education. *Journal of Education and Practice*, 11(13), 108–121. <https://doi.org/10.7176/JEP/11-13-12>
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 265–279. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.07.006>
- Overbay, A., Patterson, A. S., Vasu, E. S., Grable, L. L. (2010). Constructivism and technology use: findings from the IMPACTing Leadership project. *Educational Media International*, 47(2), 103–120. <https://doi.org/10.1080/09523987.2010.492675>
- Overton, W. F. (1990). *Reasoning, necessity, and logic: Developmental perspectives*. Psychology Press.
- Özlegen, S. (2012). Students’ Science Process Skills within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(4), 283–292. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.846a>

- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307–332. <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>
- Palak, D., & Walls, R. T. (2009). Teachers' Beliefs and Technology Practices: A Mixed-methods Approach. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 417–441. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782537>
- Park, S. H., & Ertmer, P. A. (2008). Impact of problem-based learning (PBL) on teachers' beliefs regarding technology use. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 247–267. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782507>
- Pásztor, A. (2013). Digitális játékok az oktatásban. *Iskolakultúra*, 23(9), 37–48. <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/21419>
- Pásztor, A. (2016). *Az induktív gondolkodás technológia alapú mérése és fejlesztése*. PhD értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Pedaste, M., Leijen, Ä., Saks, K., de Jong, T., & Gillet, D. (2017). How to link pedagogy, technology and STEM learning? In Y. Hayashi, T. Supnithi, M. Mathews, S. L. Wong, A. F. Mohd Ayub, A. Mitrovic, W. Chen & J-C. Yang (Eds.), *ICCE 2017 - 25th International Conference on Computers in Education: Technology and Innovation: Computer-Based Educational Systems for the 21st Century, Workshop Proceedings* (pp. 578–586). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Piaget, J. (1970). Science of education and the psychology of the child. Trans. D. Coltman. Orion.
- Pine, J., Aschbacher, P., Roth, E., Jones, M., McPhee, C., Martin, C., Phelps, S., Kyle, T., & Foley, B. (2006). Fifth graders' science inquiry abilities: A comparative study of students in hands-on and textbook curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 467–484. <https://doi.org/10.1002/tea.20140>
- Prensky, M. (2001). *Fun, Play and Games: What Makes Games Engaging*. McGraw-Hill.
- Prentice Hall (2001). *Inquiry Skills Activity Book (Prentice Hall Science Explorer)*. Prentice Hall.
- Proctor, M. D., & Marks, Y. (2013). A survey of exemplar teachers' perceptions, use, and access of computer-based games and technology for classroom instruction. *Computers & Education*, 62, 171–180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.022>
- Prokop, P., Prokop, M., & Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education Winter*, 1, 36–39.
- Quian, M., & Clark, R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills. *Computers in Human Behavior*, 63(10), 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Radnóti, K. (2006). Milyen oktatási és értékelési módszereket alkalmaznak a pedagógusok a mai magyar iskolában? In: Z. Kerber (Ed.), *Hidak a tantárgyak között* (pp. 131–167). Országos Közoktatási Intézet.
- Radnóti, K., & Adorjánhé Farkas, M. (2016). A kutatásalapú tanulás lehetőségei a fizikaórán. *Fizikai Szemle*, 65(6), 198–204.
- Raes, A., Schellens, T., Wever, D. B., & Vanderhoven, E. (2012). Scaffolding information problem solving in web-based collaborative inquiry learning. *Computers & Education*, 59, 82–94. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.11.010>
- Reeve, J., Hamm, D., & Nix, G. (2003). Testing models of the experience of self determination in intrinsic motivation and the conundrum of choice. *Journal of*

Educational Psychology, 95(2), 375–392. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.375>

- Reid, N., & Yang, M. J. (2002). The solving of problems in chemistry: The more open-ended problems. *Research in Science & Technological Education*, 20(1), 83–98. <https://doi.org/10.1080/02635140220130948>
- Resnick, L. (1987). Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16(9), 13–20. <https://doi.org/10.2307/1175725>
- Revákné Markóczi, I. (2015). *Természettudományos problémamegoldás kisiskolás korban*. Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Lawrence Erlbaum Associates.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education (Vol. II)* (pp. 545–558). Routledge.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W., Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit.
- Rooney P. (2012). A theoretical framework for serious game design: Exploring pedagogy, play and fidelity and their implications for the design process. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 2(4), 41–60. <https://doi.org/10.4018/ijgbl.2012100103>
- Ross, J. A. (1988). Controlling variables: A meta-analysis of training studies. *Review of Educational Research*, 58(4), 405–437.
- Rowe, J. P., Shores, L. R., Mott, B. W., & Lester, J. C. (2011). Integrating Learning, Problem Solving, and Engagement in Narrative-Centered Learning Environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21, 115–133.
- Sabourin, J. L., & Lester, J. C. (2014). Affect and Engagement in Game-Based Learning Environments. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 5(1), 45–56. <https://doi.org/10.1109/T-AFFC.2013.27>
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2003). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. The MIT Press.
- Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 345–372. <https://doi.org/10.1002/sci.10130>
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1). 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Scherer, R., Siddiq, F., & Teo, T. (2015). Becoming more specific: Measuring and modeling teachers' perceived usefulness of ICT in the context of teaching and learning. *Computers & Education*, 88, 202–214. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.05.005>
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning and motivation. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 299–323.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009) Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>

- Schumm, M. F., & Bogner F. X. (2016). Measuring adolescent science motivation. *International Journal of Science Education*, 38(3), 434–449. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147659>
- Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T., & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, 39, 37–63. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching, Foundations of the New Reform Harvard. *Educational Review*, 57(1), 1–22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 67, 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Shute, V. J. & Ke, F. (2012). Games, Learning, and Assessment. In D. Ifenthaler, D. Eseryel & X. Ge (Eds.), *Assessment in Game-Based Learning* (pp. 43–58). Springer Science. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4>
- Simon, H. A. (1977). *Models of discovery*. D. Reidel Publishing.
- Sjoberg, S. (2019). *Critical Perspectives on Inquiry-Based Science Education (IBSE) in Europe*. Position Paper written for European Schoolnet.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- So, H-J., & Seo, M. (2018). Systematic literature review of gamebased learning and gamification research in Asia. In J. K. Kennedy & J. C-K Lee (Eds.), *Routledge International Handbook of Schools and Schooling in Asia* (pp. 396–412). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315694382-37>
- Somogyi, Á. (2016). A SAILS projekt tapasztalatai a pedagógus szemszögéből: a kutatásalapú tanulás szervezésének és értékelésének hatása a pedagógus attitűdjére. *Iskolakultúra*, 26(3), 101–108. <https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2016.3.101>
- Sousa, J., & Rocha, Á. (2019). Leadership styles and skills developed through game-based learning. *Journal of Business Research*, 94, 360–366. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.01.057>
- Spires, H. A., Hervey, L. G., Morris, G., & Stelpflug, C. (2012). Energizing Project-Based Inquiry: Middle-Grade Students Read, Write, and Create Videos. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 55(6), 483–493. <https://doi.org/10.1002/jaal.00058>
- Spronken-Smith, R., Angelo, T., Matthews, H., O'Steen, B., & Robertson, J. (2007). *How Effective is Inquiry-Based Learning in Linking Teaching and Research?* Paper prepared for an International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry, Marwell, Wichester, UK, April 19–21. http://portal-live.solent.ac.uk/university/rtconference/colloquium_papers.aspx
- Srisawasdi, N. (2018). Transforming Chemistry Class with Technology-Enhanced Active Inquiry Learning for the Digital Native Generation. In C. Cox & W. E. Schatzberg (Eds), *International Perspectives on Chemistry Education Research and Practice* (pp. 221–233). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/bk-2018-1293.ch014>
- Srisawasdi, N., & Panjaburee, P. (2015). Exploring effectiveness of simulation-based inquiry learning in science with integration of formative assessment. *Journal of Computers in Education*, 2, 323–352. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0037-y>
- Srisawasdi, N., & Panjaburee, P. (2018). Implementation of Game-transformed Inquiry-based Learning to Promote the Understanding of and Motivation to Learn

- Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 28(2), 152–164. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9754-0>
- Stewart, J., Bleumers, L., Van Looy, J., Marien, I., All, A., Schurmans, D., Willaert, K., De Grove, F., Jacobs, A., Misuraca, G. & Centeno Mediovilla, I. C. (2013). *The Potential of Digital Games for Empowerment and Social Inclusion of Groups at Risk of Social and Economic Exclusion: Evidence and Opportunity for Policy*. Publication Office of the European Union. <https://doi.org/10.2791/88148>
- Suppe, F. (1977). *The structure of scientific theories (2nd ed.)*. University of Illinois Press.
- Szalay, L. (2016). A kutatásalapú tanulás esete a magyar valósággal. *Magyar kémikusok lapja*, 71(11), 338–341.
- Szélpál, Sz., & Kopasz, K. (2016). A kutatásalapú tanulás alkalmazása a tehetségzongorázásban. *Iskolakultúra*, 26(3), 109–116. <https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2016.3.109>
- Tan, P. H., Ling, S. W., & Ting, C. Y. (2007). Adaptive digital game based learning framework. In K. K. W. Wong, A. D. Cheok, R. Nakatsu, N. Tosa & L. C. C. Fung (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Digital Interactive Multimedia in Entertainment and Arts* (pp. 142–146). Association for Computing. <https://doi.org/10.1145/1306813.1306844>
- Tan, W. H., Johnston-Wilder, S., & Neill, S. (2008). Examining the potential of game-based learning through the eyes of maths trainee teachers. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 28(3), 120–124.
- Tang, S., Hanneghan, M., & El Rhalibi, A. (2009). Introduction to Games-Based Learning. In T. Connolly, M. Stansfield & L. Boyle (Eds), *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices* (pp. 1–17). Information Science Reference. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-360-9.ch001>
- Tóth, Z. (2016). Kutatási eredményekre épülő kémiaoktatás. *Magyar kémikusok lapja*, 71(11), 362–363.
- Trautmann, N., MaKinster, J., & Avery, L. (2004). What makes inquiry so hard? (and why is it worth it?). In J. Staver, D. Zandvliet, J. Tillotson, C. W. Anderson, F. Crawley (Eds.), *Proceedings of the National Association for Research in Science 2004 Annual Meeting*. National Association for Research on Science Teaching.
- Tsai, C-Y., & Chai, C. S. (2012). The “third”-order barrier for technology-integration instruction: Implications for teacher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(Special issue, 6), 1057–1060. <https://doi.org/10.14742/ajet.810>
- Tsai, C-Y., Lan, H-S., & Liu, S. C. (2019). The effect of pedagogical GAME model on students' PISA scientific competencies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(3), 359–369. <https://doi.org/10.1111/jcal.12406>
- Ulus, B., & Oner, D. (2020). Fostering Middle School Students' Knowledge Integration Using the Web-Based Inquiry Science Environment (WISE). *Journal of Science Education and Technology*, 29(2), 242–256. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09809-4>
- Urhahne, D., Schanze, S., Bell, Mansfield, T., & Holmes, J. (2010). Role of the Teacher in Computer-supported Collaborative Inquiry Learning. *International Journal of Science Education*, 32(2), 221–243. <https://doi.org/10.1080/09500690802516967>
- Uribe P., Jiménez A., Araya R., Lämsä J., Hämäläinen R., & Viiri J. (2020). Automatic Content Analysis of Computer-Supported Collaborative Inquiry-Based Learning Using Deep Networks and Attention Mechanisms. In P. Vittorini, T. Di Mascio, L.

- Tarantino, M. Temperini, R. Gennari & F. De la Prieta (Eds.), *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning, 10th International Conference* (pp. 95–105). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52538-5_11
- Üçgül, M., & Altıok, S. (2021). You are an astronereer: the effects of robotics camps on secondary school students' perceptions and attitudes towards STEM. *International Journal of Technology and Design Education, 32*, 1679–1699. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09673-7>
- Vámos, Á., & Gazdag, E. (2015). Magyarországi akciókutatások kritikai elemzése. *Neveléstudomány, 1*, 35–52.
- Veres, G. (2016). Gondolkodás- és képességfejlesztés: kihívások és megoldások a SAILS projektben. *Iskolakultúra, 26*(3), 43–56. <https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2016.3.43>
- Voit, E. O. (2019). Perspective: Dimensions of the scientific method. *PLoS Computational Biology, 15*(9), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007279>
- Vongkulluksn, V. W., Xie, K., & Bowman, M. A. (2018). The role of value on teachers' internalization of external barriers and externalization of personal beliefs for classroom technology integration. *Computers & Education, 118*, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.009>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: the development of higher mental processes*. Harvard University Press.
- Wang, J., & Wang, X. (2012). *Structural equation modeling: Applications using Mplus*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118356258>
- Wen, C-T., Liu, C-C., Chang, H-Y., Chang, C-J., Chang, M-H., Chiang, S-H., Yang, C-W., & Wang, F-K. (2020). Students' guided inquiry with simulation and its relation to school science achievement and scientific literacy. *Computers & Education, 149*, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103830>
- Wenning, C. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online, 4*(2), 21–24.
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How Game Thinkig Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.
- White, K., & McCoy, L. P. (2019). Effects of Game-Based Learning on Attitude and Achievement in Elementary Mathematics. *Networks: An Online Journal for Teacher Research, 21*(1), 1–19. <https://doi.org/10.4148/2470-6353.1259>
- Whitton, N. (2012). The place of game-based learning in age of austerity. *Electronic Journal of e-Learning, 10*(2), 249–256.
- Windschitl, M., & Sahl, K. (2002). Tracing teachers' use of technology in a laptop computer school: The interplay of teacher beliefs, social dynamics, and institutional culture. *American Educational Research Journal, 39*(1), 165–205. <https://doi.org/10.3102/00028312039001165>
- Wu, H-K., & Hsieh, C-E. (2006). Developing Sixth Graders' Inquiry Skills to Construct Explanations in Inquiry-based Learning Environments. *International Journal of Science Education, 28*(11), 1289–1313. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690600621035>
- Wu, M. L. (2018). Making Sense of Digital Game-Based Learning: A Learning Theory-Based Typology Useful for Teachers. *Journal of Studies in Education, 8*(4), 1–14. <https://doi.org/10.5296/jse.v8i4.13022>
- Xu, G., & Xu, X. (2011). Qualitative research of web-based collaborative inquiry learning in higher education. *Proceddings of the International Conference on*

- Electrical and Control Engineering*, 6710–6714.
<https://doi.org/10.1109/ICECENG.2011.6056916>
- Yang, K. K., Lin, S. F., Hong, Z. R., & Lin, H. S. (2016). Exploring the assessment of and relationship between elementary students' scientific creativity and science inquiry. *Creativity Research Journal*, 28(1), 16–23.
<https://doi.org/10.1080/10400419.2016.1125270>
- Z. Orosz, G., B. Németh, M., & Korom, E. (2018). A kutatási készségek vizsgálata középiskolások és egyetemisták körében. In A. Fehérvári, K. Széll & H. Misley (Eds.), *Kutatási sokszínűség, oktatási gyakorlat és együttműködések: Absztrakt kötet: XVIII. Országos Neveléstudományi Konferencia* (p. 462). ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar, MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság.
- Z., Orosz, G.; Németh, V.; & Korom, E. (2019). A kutatási készségek fejlesztése kémiaórán 10. évfolyamosok körében – Részletek az előmérés eredményeiből. In A. Varga, H. Andl, Zs. Molnár-Kovács (Eds.), *Neveléstudomány – Horizontok és dialógusok. Absztraktkötet: XIX. Országos Neveléstudományi Konferencia* (p. 587). MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság, Pécsi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Neveléstudományi Intézet.
- Zhou, S., Han, J., Koenig, K., Raplinger, A., Pi, Y., Li, D., Xiao, H., Fu, Z., & Bao, L. (2016). Assessment of scientific reasoning: The effects of task context, data, and design on student reasoning in control of variables. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 175–187. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.11.004>
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172–223.
<https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001>
- Zion, M., & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International*, 23(4), 383–399.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25–32. <https://doi.org/10.1109/MC.2005.297>

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

CFA	Confirmatory Factor analysis / Megerősítő faktoranalízis
CFI	Comparative Fit Index
CK	Content Knowledge / Tartalmi tudás
COTS	Commercial Off-the Shelf-games / Kereskedelmi játékok
CVS	Control of Variables Strategy / Változók kontrollja stratégia
DGBL	Digital Game-based Learning / Digitálisjáték-alapú tanulás
EFA	Exploratory Factor analysis / Feltáró faktoranalízis
GBL	Game-based Learning / Játékalapú tanulás
GK	Game Knowledge / Játéktudás
GOM	Game Object Model / Játékcél Modell
GPACK	Game Pedagogical Content Knowledge / Játék pedagógiai tartalmi tudás
GPK	Game Pedagogical Knowledge / Játék pedagógiai tudásból
GTBS	Game-based-learning Teaching Belief Scale
IBL	Inquiry-based Learning / Kutatásalapú tanulás
IBSE	Inquiry Based Science Education / Kutatásalapú természettudományos oktatás
IKT	Információs és kommunikációs technológia
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin mutató
NAT	Nemzeti Alaptanterv
NGSS	Next Generation Science Standards
NOS	Nature of Science / Tudomány természete
NOSK	Nature of Scientific Knowledge / Tudomány természete
NRC	National Research Council
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development / Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet
PBL	Problem-based Learning / Problémaalapú-tanulás
PCK	Pedagogical Content Knowledge / Pedagógiai tartalmi tudás
PjBL	Project-based Learning / Projektalapú tanulás
PjIBL	Project-based Inquiry Learning / Projektalapú kutatás
PK	Pedagogical Knowledge / Pedagógiai tudás

PRIMAS	Promoting inquiry-based learning in mathematics and science education across Europe
RMSEA	Root Mean Square Error of Approximation
SAILS	Strategies for Inquiry Learning in Science / Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban
SBIL	Simulation-based inquiry learning / Szimulációalapú kutatás
SBL	Simulation-based learning / Szimulációalapú tanulás
SIC	Scientific Inquiry Competence / Természettudományos kutatás kompetencia
SMQ	Science Motivation Questionnaire / Természettudományos motiváció kérdőív
SRMR	Standardized Root Mean Square Residual
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
TCK	Technological Content Knowledge / Technológiai tartalmi tudás
TK	Technological Knowledge / Technológiai tudás
TLI	Tucker-Lewis Index
TPACK	Technological Pedagogical Content Knowledge / Technológiai Pedagógiai Tartalmi Tudás
TPK	Technological Pedagogical Knowledge / Technológiai pedagógiai tudás
WCIL	Web-based Collaborative Inquiry Learning / Webalapú kollaboratív kutatás
WISE	Web-based Inquiry Science Environment / Webalapú természettudományos kutatási környezet

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. A természettudományos gondolkodás négy fázisa (Kuhn, 2002).....	9
2. ábra. A tudományos módszerek terei (Voit, 2019. p. 10).....	11
3. ábra. A Természettudományos kutatás kompetencia alkompenciái és kompetencia- szempontjai (Arnold et al., 2018 alapján).....	14
4. ábra. Változók kontrollja stratégia alkészségei.....	16
5. ábra. Kutatási ciklus (Nagy et al., 2021. p. 115).....	21
6. ábra. Az IBL hatékony alkalmazásához szükséges tanári kompetencia elemei	22
7. ábra. A problémaalapú, a projektalapú, a kutatásalapú és a projekt- és kutatásalapú tanulási megközelítések közötti kapcsolat (Boss & Krauss, 2007; Krajcik & Blumenfeld, 2006; Sproken-Smith et al., 2007 alapján).....	26
8. ábra. A webalapú kollaboratív kutatás fázisai (Chang et al., 2003 alapján).....	27
9. ábra. A „play” és „games” fogalmak kapcsolatának lehetséges értelmezései	32
10. ábra. A komoly játékok, gamifikáció, játékszerek és játékos rendszerek kifejezések kapcsolata (Fromann, 2017. p. 114)	36
11. ábra. Az oktatási céllal alkalmazott játékokkal kapcsolatos fogalmak egymáshoz való viszonya (Beuer & Bente, 2010. p. 11; Bónus & Nagy, 2020b p. 12).....	37
12. ábra. A játéktól a komoly játékig (Zyda, 2005 alapján)	40
13. ábra. A TPACK modell Mishra és Koehler (2006) alapján.....	45
14. ábra. Technológiai Pedagógiai Tartalmi Tudás keretrendszer Hsu et al. (2013) alján.....	46
15. ábra. A kutatás szerkezete.....	48
16. ábra. Elméleti modell: A GTBS kérdőív szerkezete.....	54
17. ábra. Példák a BioTudós feladattípusaira	65
18. ábra. Példafeladat adatértelmezésre	67
19. ábra. Példafeladat következtetésre	67
20. ábra. Változók azonosítása és kontrollja.....	67
21. ábra. Példafeladat kísérlettervezésre	68
22. ábra. Érme és ajándék szerzésének képernyőképe.....	68
23. ábra. Rossz válasz és segítség képernyőképek	69
24. ábra. Játékelemek.....	69
25. ábra. BioTudós regisztrációs felület	70
26. ábra. Példa a tanulói kérdőív felületre vonatkozó kérdésére	72
27. ábra. Mintafeladat kutatási készség (adatértelmezés) mérésére (Korom, Pásztor et al., 2016).....	73
28. ábra. Példa a biológia tanulási motiváció mérésére	74
29. ábra. Példa tanári kérdőívételre	74
30. ábra. Példa a tanulói programértékelő kérdéseire	84
31. ábra. Kutatási készség teszt teljesítményeloszlása a kísérleti és kontrollcsoportban – kísérleti kipróbálás	90
32. ábra. A kísérleti kipróbálás kísérleti és kontrollosztályainak kutatási készség teszten elért eredményei az elő- és utómérésen	91
33. ábra. Kutatási készség teszt teljesítményeloszlása a kísérleti és kontrollcsoportban – kiterjesztett hatásvizsgálat	107
34. ábra. A kiterjesztett hatásvizsgálat kísérleti és kontrollosztályainak kutatási készség teszten elért eredménye az elő- és utómérésen	108

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. A természettudományos kutatáshoz szükséges képességek és a tudományos kutatás megértésének aspektusai 5–8. évfolyamon (Bybee, 2006; NRC, 1996)	12
2. táblázat. Kutatási készségek és leírásuk (Wenning, 2007; Elmas et al., 2018 alapján; Bónus & Nagy, 2020a. p. 84)	14
3. táblázat. A természettudományos kompetencia összetevői (NAT, 2007)	17
4. táblázat. A kutatás szintjei a tanár által nyújtott információ mennyisége alapján (Banchi & Bell, 2008 alapján; Bónus & Nagy, 2020a. p. 87)	22
5. táblázat. A projektalapú, a webalapú kollaboratív és a szimulációalapú tanulás összehasonlítása	31
6. táblázat. Az oktatási céllal alkalmazott játékok generációi (Egenfeldt-Nielsen, 2007 alapján).....	33
7. táblázat. A komoly játékokhoz szorosan kapcsolódó fogalmak rendszere (Fromann, 2017 alapján).....	37
8. táblázat. A GTBS kérdőív eredeti struktúrájának modellilleszkedési mutatói magyar mintán	54
9. táblázat. GTBS kérdőív modell illeszkedési mutatói Mo3 item elhagyásával	55
10. táblázat. A GTBS alsókálához tartozó Likert-típusú skálán adott értékek átlaga és szórása.....	55
11. táblázat. Általános és középiskolai tanárok digitálisjáték-alapú tanulásról kialakított nézete	56
12. táblázat. Pedagógusok digitálisjáték-alapú tanulásról kialakított nézete nemek szerint.....	56
13. táblázat. Varianciaanalízis eredményei a GTBS alsókálain, életkori csoportok szerinti bontásban	57
14. táblázat. Pedagógusok GTBS alsókálain végzett ANOVA vizsgálatának eredményei tanítási tapasztalat szerint	58
15. táblázat. Digitális oktató játékok alkalmazásának nehézségei.....	59
16. táblázat. Játéktípusok előfordulási gyakorisága.....	60
17. táblázat. Digitális oktató játékok alkalmazásának célja.....	60
18. táblázat. A digitális oktató játékok alkalmazásához segítségként használt források	61
19. táblázat. A BioTudós program feladatstruktúrája.....	64
20. táblázat. BioTudós program tematikus térképe kutatási készség szerint.....	66
21. táblázat. A fejlesztőprogram tesztelésébe és fejlesztésébe bevont tanulók száma, nemek szerinti megoszlása és átlagéletkora.....	71
22. táblázat. Tanulói kérdőív szerkezete.....	71
23. táblázat. Biológia tanulási motiváció kérdőív alsókálái, azok leírása és egy példa item	74
24. táblázat. A pedagógus véleménye a fejlesztőprogramról	79
25. táblázat. A tanulók eredménye a kutatási készség elő- és utóteszten	80
26. táblázat. A tanulók eredménye a kutatási készség elő- és utóteszten	80
27. táblázat. A fejlesztőprogram kidolgozásába és hatásvizsgálatába bevont tanulók száma, nemek szerinti megoszlása és átlagéletkora.....	81
28. táblázat. A kísérleti kipróbálás és a kiterjesztett hatásvizsgálat tanulóinak tantárgyi attitűdje	82
29. táblázat. Biológiaórán alkalmazott eszközök.....	82
30. táblázat. Biológiaórán alkalmazott módszerek	83
31. táblázat. Kutatási készség teszt reliabilitás értékei az elő- és utómérés során.....	86
32. táblázat. Kutatási készség teszt alsókálainak korrelációi.....	86

33. táblázat. A kutatási készség teszten elért teljesítmény mint függő változóra számított regresszióanalízis eredménye	87
34. táblázat. Kutatási készség teszt illeszkedési mutatói hét- és hatdimenziós modell esetében.....	88
35. táblázat. Biológia tanulási motiváció kérdőív reliabilitás értékei az elő- és utómérés során.....	88
36. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport kutatási készség teszten elért eredménye az elő- és utómérésen	89
37. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció előmérésének eredménye.....	92
38. táblázat. Kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció értékei az elő- és utómérésen	93
39. táblázat. Kutatási készség teszt előmérésen elért eredmények nemek szerinti bontásban, a kísérleti csoportban	94
40. táblázat. Kutatási készség teszt utómérésen elért eredmények nemek szerinti bontásban, a kísérleti csoportban	95
41. táblázat. A kísérleti csoport kutatási készség teszt elő- és utóméréseinek eredménye nemek szerint	96
42. táblázat. Biológia tanulási motiváció az előmérésen nemek szerinti bontásban (kísérleti csoport)	97
43. táblázat. Biológia tanulási motiváció az utómérésen nemek szerinti bontásban (kísérleti csoport)	97
44. táblázat. Kontroll- és kísérleti csoport lány tanulóinak eredménye a biológia tanulási motiváció elő- és utómérésén	98
45. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport fiú tanulóinak eredménye a biológia tanulási motiváció elő- és utómérésén	99
46. táblázat. A tanulói válaszok a programértékelő kérdéseire	99
47. táblázat. Kísérleti csoport programértékelőre adott értékei nemek szerinti bontásban	100
48. táblázat. Tanári kérdőív zárt kérdéseire adott válaszok	101
49. táblázat. Kutatási készség teszt reliabilitás értékei az elő- és utómérés során.....	103
50. táblázat. Kutatási készség teszt alskáláinak korrelációi.....	104
51. táblázat. A kutatási készség teszten elért teljesítmény mint függő változóra számított regresszióanalízis eredménye	104
52. táblázat. Kutatási készség teszt illeszkedési mutatói hét-és hatdimenziós modell esetében.....	105
53. táblázat. Biológia tanulási motiváció kérdőív reliabilitás értékei az elő- és utómérés során.....	105
54. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport kutatási készség teszten elért eredménye az elő- és utómérésen	106
55. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció előmérésének eredménye.....	109
56. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motiváció elő- és utómérés eredményei.....	110
57. táblázat. A kutatási készség teszten előméréskor elért eredmények nemek szerinti bontásban a kísérleti csoportban	111
58. táblázat. A kutatási készség teszten utóméréskor elért eredmények nemek szerinti bontásban a kísérleti csoportban	112
59. táblázat. A kísérleti csoport kutatási készség teszten elő- és utóméréskor elért eredményei nemek szerinti bontásban	113

60. táblázat. Biológia tanulási motiváció az előmérésen nemek szerinti bontásban a kísérleti csoportban	114
61. táblázat. Biológia tanulási motiváció az utómérésen nemek szerinti bontásban a kísérleti csoportban	114
62. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motivációja az elő- és utómérés alkalmával a lányoknál.....	115
63. táblázat. A kontroll- és kísérleti csoport biológia tanulási motivációja az elő- és utómérés alkalmával a fiúknál	116
64. táblázat. A tanulói programértékelő válaszai.....	117
65. táblázat. Kísérleti csoport programértékelőre adott értékek nemek szerinti bontásban	118
66. táblázat. Korrelációs számítás a biológia tantárgyi attitűd, biológia év végi jegy, motivációs paraméterek és kutatási készség teszt változók között az előmérés alkalmával.....	118
67. táblázat. Korrelációs számítás a biológia tantárgyi attitűd, biológia év végi jegy, motivációs paraméterek és kutatási készség teszt változók között az utómérés alkalmával.....	119
68. táblázat. Kutatási készség előmérés eredmények a kontroll- és kísérleti csoportban a kísérleti kipróbálás során	196
69. táblázat. Kísérleti osztályok kutatási készség teszten elért eredménye közötti különbség ANOVA vizsgálata.....	197
70. táblázat. Kontrollosztályok kutatási készség teszten elért eredményei közötti különbségének ANOVA vizsgálata	197
71. táblázat. Kutatási készség előmérés eredmények a kontroll- és kísérleti csoportban	198
72. táblázat. Kiterjesztett hatásvizsgálat kísérleti osztályainak eredménye a kutatási készség teszt elő- és utómérésekor	199
73. táblázat. Kiterjesztett hatásvizsgálat kontrollosztályainak eredménye a kutatási készség teszt elő- és utómérésekor	199

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. melléklet: Tanári nézetek vizsgálat – GTBS kérdőív képernyőképe	150
2. melléklet: Képernyőképek a BioTudós program feladatairól.....	159
3. melléklet: Saját fejlesztésű tanulói kérdőív a demo kipróbálása során	164
4. melléklet: Biológia tanulási motiváció kérdőív (Korom, B. Németh & Csikos, 2016). 176	
5. melléklet: Tanári segédanyag a BioTudós program alkalmazásához.....	179
6. melléklet: Saját fejlesztésű tanári programértékelő	184
7. melléklet: Kutatási készség teszt (Korom, Pásztor et al., 2016).....	187
8. melléklet: Tanulói programértékelő.....	193
9. melléklet: Szülői nyilatkozat	194
10. melléklet: Tanulóknak küldött tájékoztató a BioTudós programról.....	195
11. melléklet: Kutatási készség előmérés eredmények a kontroll- és kísérleti csoportban a kísérleti kipróbálás során	196
12. melléklet: A kísérleti és kontrollosztályok kutatási készség teszten elért eredményei közötti különbségek vizsgálata (kísérleti kipróbálás).....	197
13. melléklet: Kutatási készség előmérés eredmények a kontroll- és kísérleti csoportban a kiterjesztett hatásvizsgálat során.....	198
14. melléklet: Kísérleti és kontrollosztályok közötti különbségek a kutatási készség teszten a kiterjesztett hatásvizsgálat során.....	199

MELLÉKLETEK

1. melléklet: Tanári nézetek vizsgálat – GTBS kérdőív képernyőképe

Digitális játék-alapú tanulás a biológiatanárok tükrében

Tisztelt Kitöltő!

Bónus Lilla vagyok, az SZTE-BTK Neveléstudományi Doktori Iskola első éves hallgatója. Jelen kérdőív a digitális játék alapú tanulás alkalmazására, az alkalmazás okaira és akadályaira vonatkozik.

A felmérésben kizárólag a közoktatásban tanító biológiatanárok véleményére vagyunk kíváncsiak.

A kérdőív anonim, semmilyen kötelezettséggel nem jár. Az adatokat bizalmasan kezeljük. A kitöltés körülbelül 5-10 percet vesz igénybe.

A kérdőívvel kapcsolatos kérdések, észrevételek az alábbi e-mail címre küldhetők:

bonus.lilla@edu.u-szeged.hu.

Segítségét előre is köszönjük!

Bónus Lilla
SZTE-BTK Neveléstudományi Doktori Iskola
I. évf. hallgató

Dr. Nagy Lászlóné Dr. Antal Erzsébet
SZTE-TTIK Biológiai Szakmódszertani Csoport

A beírt űrlapadatok mentéséhez [jelentkezzen be a Google-fiókjába](#). [További információ](#)

Következő

Űrlap tartalmának törlése

Digitális játék-alapú tanulás a biológiatanárok tükrében

A beírt űrlapadatok mentéséhez [jelentkezzen be a Google-fiókjába](#). További információ

*Kötelező

Háttéradatok

Az Ön neme *

- Férfi
- Nő

Az Ön életkora *

Kérjük, számértékkel válaszoljon!

Saját válasz

Tanári pályán töltött évek száma *

Kérjük, számértékkel válaszoljon!

Saját válasz

Közoktatási intézmény típusa, ahol jelenleg tanít *

- általános iskola
- középiskola
- mindkettő

Tanított tantárgyak *

Saját válasz _____

Vissza

Következő

Ürlap tartalmának törlése

Digitális játék-alapú tanulás

A digitális játék-alapú tanulás (Digital Game-Based Learning, DGBL) valamely digitális eszközön (iPad, iPhone, tablet, interaktív tábla, számítógép) megjelenített játékos fejlesztő alkalmazás.

Kérjük, értékelje, hogy mennyire ért egyet az alábbi állításokkal! 1= Egyáltalán nem értek egyet, 7= Teljes mértékben egyetértek.

A digitális játékok javíthatják a tanítás hatékonyságát. *

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A digitális játékok használata megkönnyíti a tanítást. *

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A digitális játékok problémamegoldási lehetőségeket kínálnak a diákoknak. *

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nehézséget okoz számomra a digitális játékok beépítése a tanítási folyamatba. *

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fogalmam sincs, hogyan tudnám beépíteni a digitális játékokat a tanmenetembe. *

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Mindig frusztrált leszek, amikor digitális játékokat használok az órán. *

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nem fogok digitális játékokat használni az óráimon. *

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tervezem a digitális játékok használatát a tanítási óráimon. *

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Miközben az óráimra készülök, a tananyagot digitális játékokkal egészítem ki. *

1 2 3 4 5 6 7

Vissza Következő [Ürlap tartalmának törlése](#)

Alkalmazás

Milyen gyakran alkalmaz Ön digitális játékokat a tanítási gyakorlatában? *

Egyáltalán nem

Néha

Gyakran

Nagyon gyakran

Vissza Következő [Ürlap tartalmának törlése](#)

„Néha”, „Gyakran” és „Nagyon gyakran” válaszok esetében a kérdőív folytatódik az „Alkalmazott digitális játék” résznél.

Egyáltalán nem válasz esetében a „Nehézségek” rész következik.

Alkalmazott digitális játék

Milyen típusú digitális oktató játékokat alkalmaz a tanítási gyakorlatában? *

- Szerepjáték
- Kalandjáték
- Puzzle
- Akciójáték
- Stratégiai játék
- Szimulációs játék
- Egyéb: _____

Milyen céllal alkalmazza a digitális oktató játékokat? *

- Motiválás
- Tartalmi tudás gyarapítása
- Készségfejlesztés
- Értékelés
- Ellenőrzés
- Tehetséggondozás
- Felzárkóztatás
- Egyéb: _____

Milyen platformon alkalmaz digitális oktató játékokat?

- számítógép
- mobiltelefon
- tablet

Mikor alkalmazza a digitális oktató játékokat? *

- Tanórán
- Tanórán kívül

Milyen forrásokból kap segítséget a digitális oktató játékok alkalmazásával kapcsolatban? *

- Továbbképzés
- Egyetem
- Szaktanácsadás
- Önfelkészítés
- Egyéb: _____

Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

Kitöltés vége

Amennyiben további véleménye, észrevétele, tapasztalata van a digitális játékokkal kapcsolatban, ebben a mezőben megteheti.

Saját válasz

Vissza

Küldés

Űrlap tartalmának törlése

Nehézségek

Kérjük, értékelje, hogy mennyire ért egyet a fenti állítással! 1= Egyáltalán nem értek egyet, 5= Teljes mértékben egyetértek.

Ismerek digitális oktató játékokat. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Rendelkezésemre áll a megfelelő infrastruktúra az iskolában. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Elegendő idő áll rendelkezésemre a tanórákon. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ha segítséget kapnék, szívesen alkalmaznék digitális oktató játékokat. *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

Kitöltés vége

Amennyiben további véleménye, észrevétele, tapasztalata van a digitális játékokkal kapcsolatban, ebben a mezőben megteheti.

Saját válasz

Vissza

Küldés

[Ürlap tartalmának törlése](#)

2. melléklet: Képernyőképek a BioTudós program feladatairól



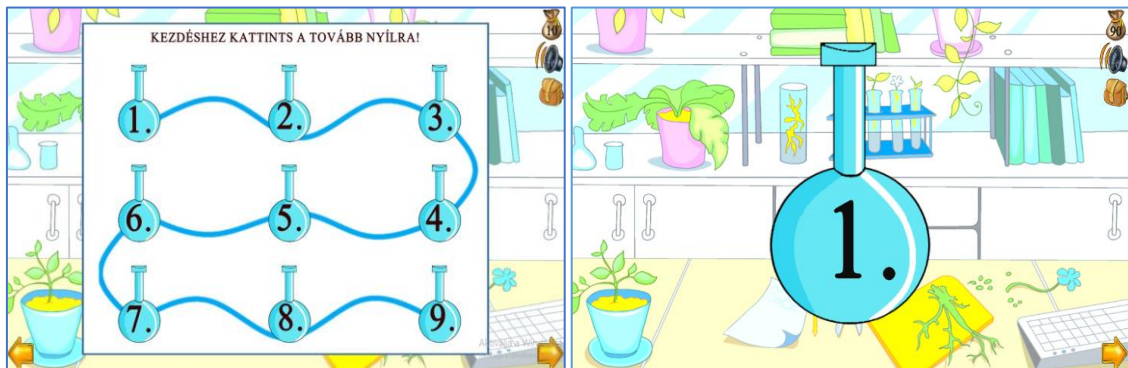
BioTudós nyitóképek

Tanulók köszöntése



A család bemutatása

Szimbólumok feloldása



9 állomás bemutatása

1. állomás nyitóképe



Tünde strandra megy – kontextus

Strandolás feladat – adatértelmezés

Válaszd ki a táblázatból, hogy Tünde melyik naptejet vigye magával, ha strandolni megy 10 és 12 óra között! Kattints a válaszra! További információkért kattints az Információ ikonra!

Stempel	A naptej	B naptej	C naptej
Kiszűrt sugárzás	UV-A UV-B	UV-A UV-B	UV-A UV-B
Faktorszám	30	15	6

A naptejek faktorszámja megmutatja, hogy mennyi ideig tartózkodhatunk a napon napfény, birkárosodás nélkül.

Egy átlagos bőrtípusú felnőtt 20 percet képes tartózkodni a napon leges nélkül. Ezt a számot kell megszorítani a naptejek faktorszámával, amelynek végeredményeként kapott szám azt az időjelölt percekben, amennyit a napon tölthetünk leges nélkül az adott naptej alkalmazásával.

Például, ha 30-as faktorszámú naptejet használunk, akkor a napon tölthető idő percekben $20 \times 30 = 600$ perc.

A naptej
B naptej
C naptej
C naptej több rétegben

Strandolás feladat – információ ikon

Helyes!
A válaszáért 1 érmét kapsz!

Helyes válasz – pergő érme

Tünde a strandon belépett egy szögbe. Vajon hogyan alakul ki a fájdalomérzet?

Tünde szögbe lép – kontextus

Próbáld kitalálni, melyik ingerhez melyik receptor tartozik! Húzd az inger ikonját a receptor alatti négyzethez, és figyeld meg, melyik „kapszol be”, azaz vált zöldre!

iz fájdalom nyomás tapintás

hideg meleg

Bőr érzékelése feladat – játékos

Helyes!
A válaszáért 1 érmét kapsz!

Helyes válasz – pergő érme

Vajon mi az oka annak, hogy a fájdalomreceptor egészen közel a bőr felszínéhez, a hámban helyezkedik el? Kattints a válaszra!

A fájdalomreceptor veszélyre hívja fel a figyelmet.
A fájdalmat a szabad idegvégződések képesek érzékelni.
A fájdalomreceptorok csupasz idegvégződések.

Bőr érzékelése – következtetés

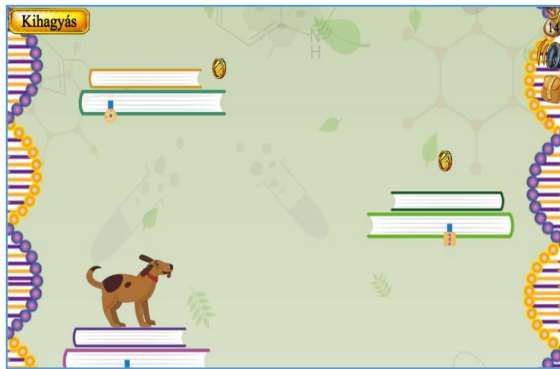
Teljesítetted az 1. állomást!
Jutalmad 5 extra érme!

1. állomás vége

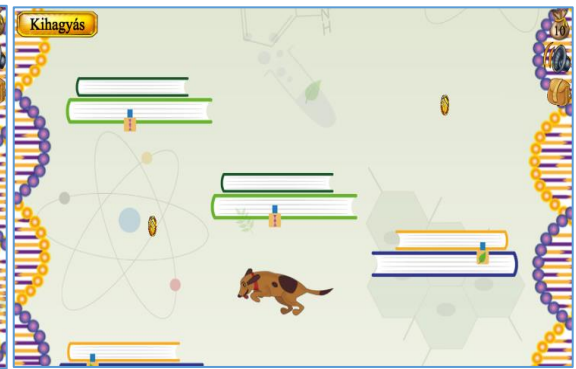
SZEREZZ EXTRA ÉRMÉKET!

Használd az
A + D
gombokat!
Kezdés

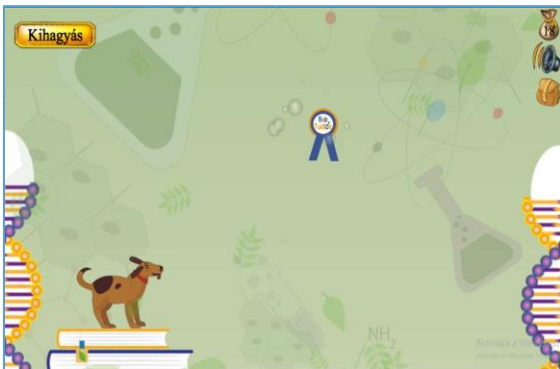
Extra érmegyűjtési lehetőség – játék



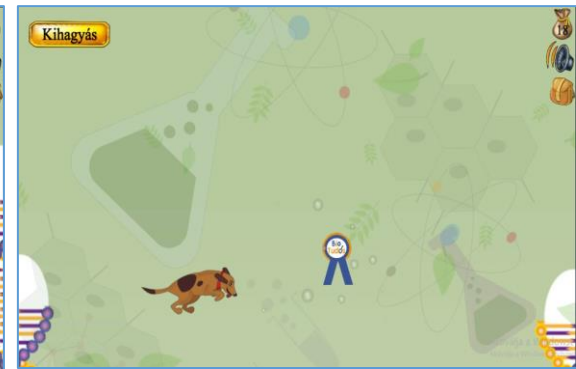
Extra éremgyűjtési lehetőség – játék



Extra éremgyűjtési lehetőség – játék



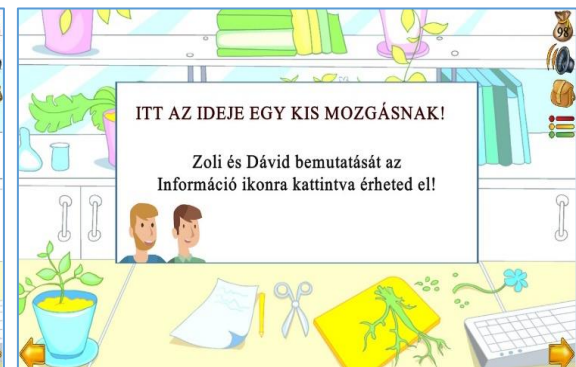
Extra éremgyűjtési lehetőség – játék



Extra éremgyűjtési lehetőség – játék



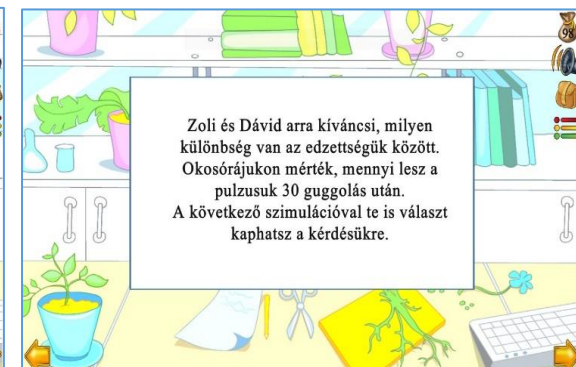
2. állomás nyitóképe



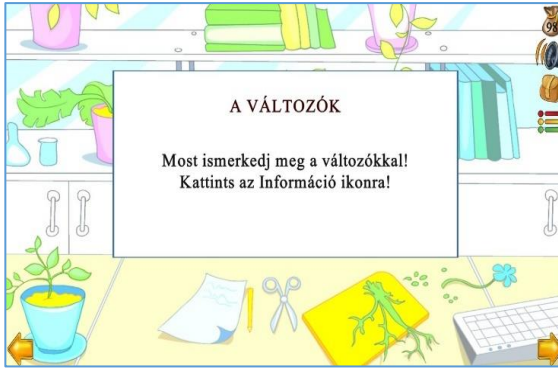
Zoli és Dávid – kontextus



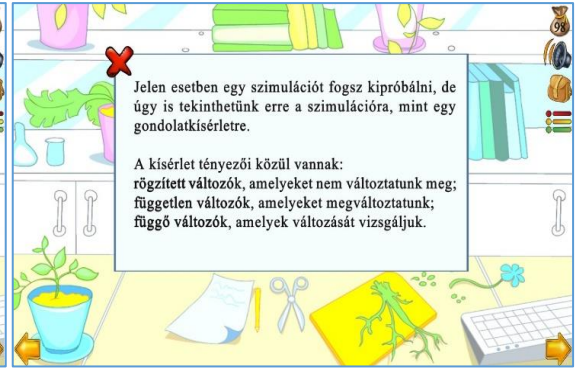
Zoli és Dávid leírás – kontextus



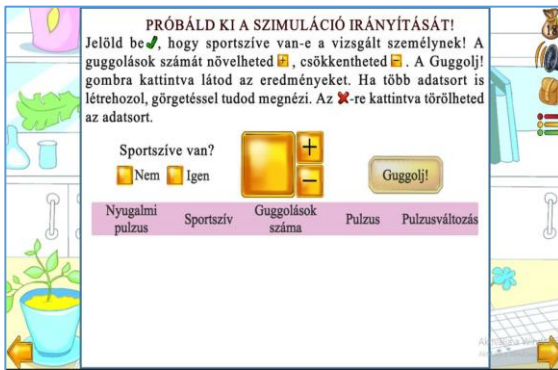
Zoli és Dávid – kontextus



Változók fogalma – utasítás



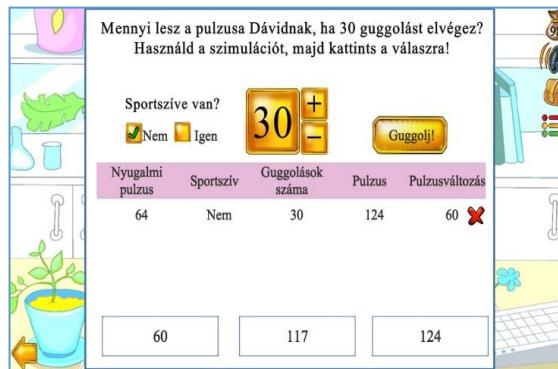
Változók fogalma – információ ikon



Sportszív szimuláció – próba



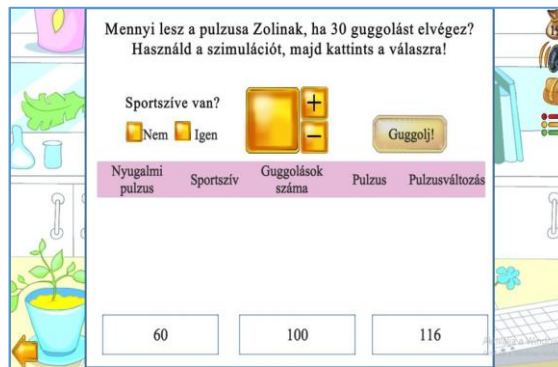
Sportszív szimuláció – próba



Sportszív szimuláció – változók azonosítása



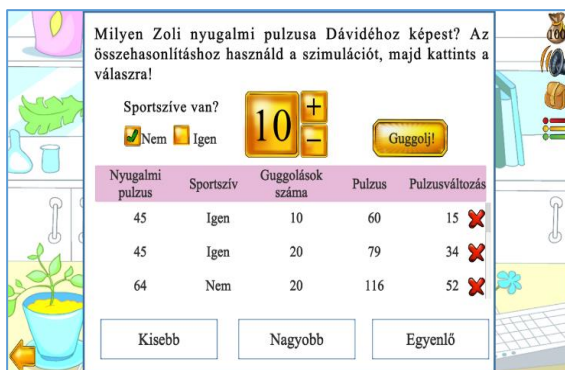
Helyes válasz



Sportszív szimuláció – változók azonosítása



Helyes válasz



Sportszív szimuláció – változók azonosítása



Helyes válasz



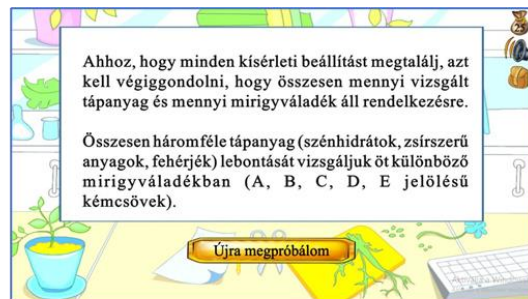
Sportszív szimuláció – változók kontrollja



Helyes válasz



Nyitott hátizsák, amiben az ajándékok vannak



Segítség – 1 érmébe kerül



Utolsó oldal

3. melléklet: Saját fejlesztésű tanulói kérdőív a demo kipróbálása során



Tanulói vélemények a Unity programról

Kedves Tanulói!

A véleményre vagyok kíváncsi az elvégzett feladatokkal kapcsolatban. A feladatok beazonosításához egy-egy képernyőképet helyeztem el az állítások előtt. A feladatok megoldásával és a kérdőív kitöltésével segíthetsz egy biológia témájú, játékos program kidolgozásában. Minden visszajelzés hasznos számomra, így minden véleménynek nagyon örülök! A kérdőív kitöltése anonim, 5-10 percet vesz igénybe.

Nagyon köszönöm az együttműködésed!

Bónus Lilla
SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola
SZTE-MTA Természettudomány Tanítása Kutatócsoport

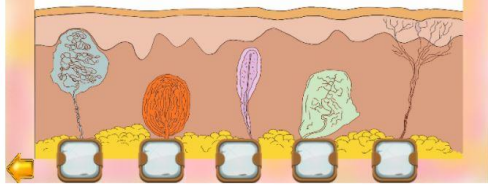
A beírt űrlapadatok mentéséhez jelentkezzen be a Google-fiókjába. További információ

*Kötelező

Kérlek, értékeld, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

Próbáld kitalálni, melyik ingerhez melyik receptor tartozik! Húzd az inger ikonját a receptor alatti négyzethez, és figyeld meg, melyik „kapcsol be”!

íz fájdalom nyomás tapintás meleg hideg



1.1. A mozgóelemek (íz, fájdalom, tapintás stb. ikonok) használata kényelmes. *

Igen

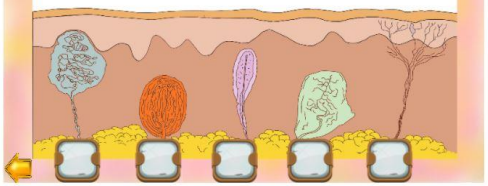
Nem

Következő Űrlap tartalmának törlése

1.2.

Próbáld kitalálni, melyik ingerhez melyik receptor tartozik! Húzd az inger ikonját a receptor alatti négyzethez, és figyeld meg, melyik „kapcsol be”!

íz fájdalom nyomás tapintás meleg hideg



1.2. A képernyőkép alján található négyzetekbe pontosan illik a mozgóelem. *

Igen

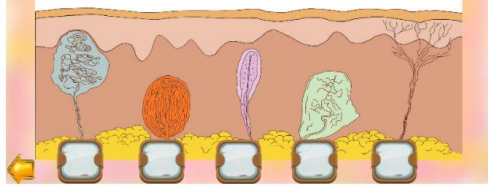
Nem

Vissza Következő Űrlap tartalmának törlése

1.3.

Próbáld kitalálni, melyik ingerhez melyik receptor tartozik! Húzd az inger ikonját a receptor alatti négyzethez, és figyeld meg, melyik „kapcsol be”!

íz fájdalom nyomás tapintás meleg hideg



1.3. A rossz helyre húzott mozgóelem piros jelölése könnyen kivehető. *

Igen

Nem

Vissza Következő Űrlap tartalmának törlése

1.4.

Próbáld kitalálni, melyik ingerhez melyik receptor tartozik! Húzd az inger ikonját a receptor alatti négyzethez, és figyeld meg, melyik „kapcsol be”!

iz fájdalom nyomás tapintás meleg hideg

1.4. A jó helyre húzott mozgóelem zöld jelölése könnyen kivethető. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

2.1.

Kérlek, értékelj, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

PRÓBÁLD KI A SZIMULÁCIÓ IRÁNYÍTÁSÁT!
Jelöld be , hogy sportszíve van-e a vizsgált személynek! A guggolások számát növelheted , csökkentheted . A Guggolj gombra kattintva látod az eredményeket. Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézni. Az -re kattintva törölheted az adatsort.

Sportszíve van?
 Nem Igen

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás

2.1. A +jelre kattintás során fennakadás nélkül változnak a számok. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

2.2.

PRÓBÁLD KI A SZIMULÁCIÓ IRÁNYÍTÁSÁT!
Jelöld be , hogy sportszíve van-e a vizsgált személynek! A guggolások számát növelheted , csökkentheted . A Guggolj gombra kattintva látod az eredményeket. Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézni. Az -re kattintva törölheted az adatsort.

Sportszíve van?
 Nem Igen

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás

2.2. A - jelre kattintás során fennakadás nélkül változnak a számok. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

2.3.

PRÓBÁLD KI A SZIMULÁCIÓ IRÁNYÍTÁSÁT!
Jelöld be , hogy sportszíve van-e a vizsgált személynek! A guggolások számát növelheted , csökkentheted . A Guggolj gombra kattintva látod az eredményeket. Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézni. Az -re kattintva törölheted az adatsort.

Sportszíve van?
 Nem Igen

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás

2.3. A „Guggolj!” gombra kattintás során azonnal megjelenik egy új sor a táblázatban. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

2.4.

PRÓBÁLD KI A SZIMULÁCIÓ IRÁNYÍTÁSÁT!
 Jelöld be ☑, hogy sportszive van-e a vizsgált személynek! A guggolások számát növelheted ☒, csökkentheted ☒. A Guggolj gombra kattintva látod az eredményeket. Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézi. Az ✖-re kattintva törölheted az adatsort.

Sportszive van?
 Nem Igen

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás

2.4. Az X gombbal törölhető az adatsor. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

2.5.

PRÓBÁLD KI A SZIMULÁCIÓ IRÁNYÍTÁSÁT!
 Jelöld be ☑, hogy sportszive van-e a vizsgált személynek! A guggolások számát növelheted ☒, csökkentheted ☒. A Guggolj gombra kattintva látod az eredményeket. Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézi. Az ✖-re kattintva törölheted az adatsort.

Sportszive van?
 Nem Igen

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás

2.5. A táblázat sorai jól láthatók. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

2.6.

PRÓBÁLD KI A SZIMULÁCIÓ IRÁNYÍTÁSÁT!
 Jelöld be ☑, hogy sportszive van-e a vizsgált személynek! A guggolások számát növelheted ☒, csökkentheted ☒. A Guggolj gombra kattintva látod az eredményeket. Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézi. Az ✖-re kattintva törölheted az adatsort.

Sportszive van?
 Nem Igen

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás

2.6. A táblázat könnyen gördül fel-le. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

3.1.

Kérlek, értékelj, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsövekbe húzod, majd kattints az Ellenőrzés gombra! Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézi.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag
1.	A	szénhidrát ✖
2.	B	szénhidrát ✖
3.	C	szénhidrát ✖
4.	D	szénhidrát ✖
5.	E	szénhidrát ✖
6.	A	fehérje ✖

3.1. A mozgóelemek (tápanyagok ikonjai) használata kényelmes. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

3.2.

Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsövekbe húzod, majd kattints az Ellenőrzés gombbal! Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézi.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag
1.	A	szénhidrát
2.	B	szénhidrát
3.	C	szénhidrát
4.	D	szénhidrát
5.	E	szénhidrát
6.	A	fehérje

3.2. A tápanyagok ikonjai kellő távolságra vannak a kémcsövektől. *

Igen

Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

3.3.

Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsövekbe húzod, majd kattints az Ellenőrzés gombbal! Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézi.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag
1.	A	szénhidrát
2.	B	szénhidrát
3.	C	szénhidrát
4.	D	szénhidrát
5.	E	szénhidrát
6.	A	fehérje

3.3. Az X gombbal törölhető az adatsor. *

Igen

Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

3.4.

Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsövekbe húzod, majd kattints az Ellenőrzés gombbal! Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézi.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag
1.	A	szénhidrát
2.	B	szénhidrát
3.	C	szénhidrát
4.	D	szénhidrát
5.	E	szénhidrát
6.	A	fehérje

3.4. A táblázat sorai jól láthatók. *

Igen

Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

3.5.

Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsövekbe húzod, majd kattints az Ellenőrzés gombbal! Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézi.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag
1.	A	szénhidrát
2.	B	szénhidrát
3.	C	szénhidrát
4.	D	szénhidrát
5.	E	szénhidrát
6.	A	fehérje

3.5. A táblázat könnyen gördül fel-le. *

Igen

Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

3.6.

Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsövekbe húzod, majd kattints az Ellenőrzés gombra! Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézni.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag
1.	A	szénhidrát
2.	B	szénhidrát
3.	C	szénhidrát
4.	D	szénhidrát
5.	E	szénhidrát
6.	A	fehérje

3.6. A táblázat sorainak áttekintésében segít a sorszámozás. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

3.7.

Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsövekbe húzod, majd kattints az Ellenőrzés gombra! Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézni.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag
1.	A	szénhidrát
2.	B	szénhidrát
3.	C	szénhidrát
4.	D	szénhidrát
5.	E	szénhidrát
6.	A	fehérje

3.7. Az ellenőrzés gomb jól látható helyen van. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

3.8.

Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsövekbe húzod, majd kattints az Ellenőrzés gombra! Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézni.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag
1.	A	szénhidrát
2.	B	szénhidrát
3.	C	szénhidrát
4.	D	szénhidrát
5.	E	szénhidrát
6.	A	fehérje

3.8. Az ellenőrzés gombra való utalás a szövegben hasznos. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

4.1.

Kérlek, értékeld, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

MOST HATÁROZD MEG ZOLI VÉRCSOPORTJÁT!
Húzd Zoli vérmintáját a piros körrel határolt területre, majd értelmezd az eredményeket! Vércsoporttáblázat az információs ikonnál!

ZOLI VÉRCSOPORTJA A B AB 0

4.1. A mozgóelemek (vérminta) használata kényelmes. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

4.2.

Tartalomra vonatkozó állítások.

Kérlek, értékelj, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

MOST HATÁROZD MEG ZOLI VÉRCSOPTJÁT!
 Húzd Zoli vérmintáját a piros körrel határolt területre, majd értelmezd az eredményeket! Vércsoporttáblázat az információs ikonnál!

anti-A

anti-B

kontroll

Zoli vérmintája

ZOLI VÉRCSOPTJA A B AB 0

4.2. Zavaró, hogy az információs ikonra kell kattintani a táblázat eléréséhez. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

5.1.

Tartalomra vonatkozó állítások.

Kérlek, értékelj, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

KEDVES TANULÓ!

Néhány feladatot mutatok neked, és arra kérek, figyelmesen oldd meg ezeket!

A feladatok mellett látható szimbólumok jelentése:

- Ebben gyűjtöd az érmeket.
- Itt rejtheted el a kapott ajándékokat.
- Erre kattintva hasznos információkat olvashatsz.
- Tovább lépés.
- Visszalépés.

5.1. Hasznos volt ez a dia számomra, hogy értsem az oldalsó ikonok működését. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

5.2.

Tartalomra vonatkozó állítások.

Kérlek, értékelj, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

Ügyes vagy!
 Jutalmad egy titkos kulcs, amely bekerült a hátizsákodba.

5.2. A megszerzett kulcs kíváncsiságot keltett bennem. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

5.3.

Tartalomra vonatkozó állítások.

Kérlek, értékelj, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

PRÓBÁLD KI A SZIMULÁCIÓ IRÁNYÍTÁSÁT!

Jelöld be , hogy sportszíve van-e a vizsgált személynek! A guggolások számát növelheted , csökkentheted . A Guggolj! gombra kattintva látod az eredményeket. Ha több adatsort is létrehozol, görgetéssel tudod megnézni. Az -re kattintva törölheted az adatsort.

Sportszíve van?
 Nem Igen Guggolj!

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás

5.3. Hasznosnak tartom, hogy a konkrét feladat előtt lehetőség van a szimuláció kipróbálására. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

5.4.

Tartalomra vonatkozó állítások.

Mennyi lesz a pulzusa Dávidnak, ha 30 guggolást elvéggez?
Használd a szimulációt, majd kattints a válaszra!

Sportszíve van? Nem Igen + - Guggolj!

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás
60	117	124		

5.4. A feladat könnyen megoldható a szimuláció segítségével. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

5.5.

Tartalomra vonatkozó állítások.

Mennyi lesz a pulzusa Dávidnak, ha 30 guggolást elvéggez?
Használd a szimulációt, majd kattints a válaszra!

Sportszíve van? Nem Igen + - Guggolj!

Nyugalmi pulzus	Sportszív	Guggolások száma	Pulzus	Pulzusváltozás
60	117	124		

5.5. A feladatot meg tudtam oldani a szimuláció segítségével. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

5.6.

Tartalomra vonatkozó állítások.

✘ Zoli és Dávid ikrek, mindketten 18 évesek.

Zoli versenyszerűen úszik, heti 4 alkalommal edz. Teljesítménye és edzettsége alapján kiemelkedik a korosztályából. Zolinak azt mondta a sportorvosa, hogy sportszíve van.

Dávid szeret focizni a barátaival hétfőente. Szívesen szurkol Zolinak a versenyeken, de nem szeretne sportoló lenni. Átlagos edzettségű.

A pulzus a szív lökötése a vérerekben. Ezt az értéket nyugalmiszívfrekvenciaként szokták meghatározni, amelynek értéke egészséges emberben 60-100 ütés/ perc között van. Átlagos értéke nyugalmi állapotban felnőttben 72/ perc. Rendszeres fizikai edzés következtében kialakulhat az ún. sportszív, amelynek jellemzője, hogy a szív teljesítőképessége fokozódik.

5.6. Az Információ ikon alatt olvasható információk hasznosak a feladat elvégzése szempontjából. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

5.7.

Tartalomra vonatkozó állítások.

✘

Vércsoport	Molekula a vörösvértest felszínén	Ellenanyag a vérplazmában
A	A molekula	anti-B
B	B molekula	anti-A
AB	A és B molekula	nincs
0	Nincs	anti-A, anti-B

5.7. Az Információ ikon alatt olvasható információk hasznosak a feladat elvégzése szempontjából. *

Igen
 Nem

Vissza Következő Úrlap tartalmának törlése

5.8.

Tartalomra vonatkozó állítások.

Kicsapódás			Véresoport
anti-A	anti-B	kontroll	
van	nincs	nincs	A
nincs	van	nincs	B
van	van	nincs	AB
nincs	nincs	nincs	0

5.8. Az Információ ikon alatt olvasható információk hasznosak a feladat elvégzése szempontjából. *

- Igen
 Nem

Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

5.9.

Tartalomra vonatkozó állítások.

Sorszám	Kémcső	Tápanyag	„Emésztés”
1.	A	szénhidrát	✗
2.	B	szénhidrát	✗
3.	C	szénhidrát	✓
4.	D	szénhidrát	✓
5.	E	szénhidrát	✓
6.	A	zsírszerű anyagok	✓
7.	B	zsírszerű anyagok	✗
8.	C	zsírszerű anyagok	✓
9.	D	zsírszerű anyagok	✓
10.	E	zsírszerű anyagok	✗
11.	A	fehérje	✗
12.	B	fehérje	✓
13.	C	fehérje	✓
14.	D	fehérje	✓
15.	E	fehérje	✗

5.9. Az információs ikon alatt található táblázat fontos a feladat megoldásához. *

- Igen
 Nem

Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

6.

Általános benyomás
Kérek, értékeld, hogy egyet értesz-e az alábbi állításokkal!

6.1. A feladatok leírása egyértelmű. *

- Igen
 Nem

Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

6.2.

6.2. A felület könnyen kezelhető. *

- Igen
 Nem

Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

6.3.

6.3. A feladatok könnyen megoldhatók. *

- Igen
 Nem

Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

6.4.

6.4. Összességében tetszettek a feladatok. *

- Igen
 Nem

Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

7.

Idő

7.1. Körülbelül mennyi időt töltöttél a feladatok megoldásával? *

- 10 perc
- 11-20 perc
- 21-30 perc
- több mint 30 perc

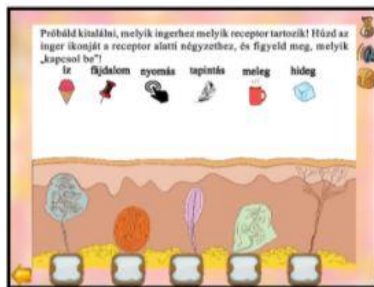
Vissza

Következő

Űrlap tartalmának törlése

8.

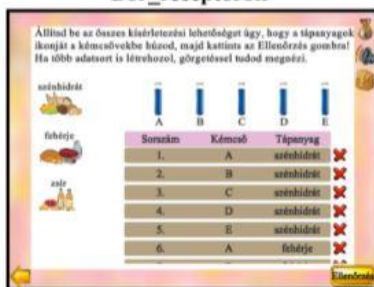
Értékelj a feladatokat az alapján, hogy mennyire tetszettek!



Bőr_receptorok



Sportszív



Emésztés



Véradás

8.1. Bőr_receptorok *

egyáltalán nem tetszett 1 2 3 4 5 nagyon tetszett

8.2. Sportszív *

1 2 3 4 5

egyáltalán nem tetszett nagyon tetszett

8.3. Emésztés *

1 2 3 4 5

egyáltalán nem tetszett nagyon tetszett

8.4. Véradás *

1 2 3 4 5

egyáltalán nem tetszett nagyon tetszett

Vissza [Úrlap tartalmának törlése](#)

9. Felhasználás

9.1. Milyen körülmények között tanulnál szívesen ezzel a programmal? *

Tanórán

Tanórán kívül (házi feladat)

Mindkettő

Vissza [Úrlap tartalmának törlése](#)

Elágazik a kérdőív: Tanórán, Tanórán kívül, Tanórán és azon kívül

Tanórán

Miért tanórán használnád szívesen ezt a programot? *

Saját válasz

Vissza Következő Űrlap tartalmának törlése

Tanórán kívül

Miért tanórán kívül használnád szívesen ezt a programot? *

Saját válasz

Vissza Következő Űrlap tartalmának törlése

Tanórán és azon kívül

Miért használnád szívesen ezt a programot tanórán és azon kívül is? *

Saját válasz

Vissza Következő Űrlap tartalmának törlése

Közös folytatás:

Továbbfejlesztési javaslatok

Véleményed szerint hogyan lehetne továbbfejleszteni ezt a programot?

Saját válasz

Vissza Következő Űrlap tartalmának törlése

Bezárás

Kedves Tanuló!

Nagyon szépen köszönöm, hogy kitöltötted a kérdőívet!

Vissza **Küldés** Űrlap tartalmának törlése

4. melléklet: *Biológia tanulási motiváció kérdőív* (Korom, B. Németh & Csikos, 2016)

Milyen gyakran gondoltad vagy érezted a következőket a biológiaórákon?
Kattints a válaszra!

1 = Soha 2 = Ritkán 3 = Néha 4 = Gyakran 5 = Mindig

Amit biológiából tanultok, fontos része az életednek.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Szeretek a társaimnál jobban teljesíteni a biológia dolgozatokon.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
A biológia tanulása érdekes.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Fontos számomra, hogy jó jegyet kapjak biológiából.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Kellő energiát fektetek a biológia tanulásába.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

Következő →

Milyen gyakran gondoltad vagy érezted a következőket a biológiaórákon?
Kattints a válaszra!

1 = Soha 2 = Ritkán 3 = Néha 4 = Gyakran 5 = Mindig

Különböző módszereket/stratégiákat használok azért, hogy jól megtanuljam a biológiát.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
A biológia tanulása segíteni fog abban, hogy jó állást találjak.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Fontos számomra, hogy ötöst kapjak biológiából.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Biztos vagyok benne, hogy jól fogok teljesíteni a biológia dolgozatokon.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
A biológia tudása előnyt fog jelenteni a munkám során.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

Következő →

Milyen gyakran gondoltad vagy érezted a következőket a biológiaórákon?
Kattints a válaszra!

1 = Soha 2 = Ritkán 3 = Néha 4 = Gyakran 5 = Mindig

Sok időt töltök a biológia tanulásával.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
A biológia tanulása tartalmasabbá teszi az életemet.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
A biológia megértése hasznos lesz a munkám során.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Biztos vagyok benne, hogy jól fogok teljesíteni a gyakorlati feladatokon és a projekteken biológiából.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Azt gondolom, el tudom sajátítani a biológiából elvárt ismereteket és készségeket.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

[Következő](#) →

Milyen gyakran gondoltad vagy érezted a következőket a biológiaórákon?
Kattints a válaszra!

1 = Soha 2 = Ritkán 3 = Néha 4 = Gyakran 5 = Mindig

Jól felkészülök a biológia dolgozatokra.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Érdekelnek a természettudományokhoz kapcsolódó tudományos felfedezések.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Azt gondolom, ötöst tudok szerezni biológiából.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Szeretek biológiát tanulni.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Foglalkoztat, hogy milyen jegyet kapok biológiából.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

[Következő](#) →


Milyen gyakran gondoltad vagy érezted a következőket a biológiaórákon?
Kattints a válaszra!

1 = Soha 2 = Ritkán 3 = Néha 4 = Gyakran 5 = Mindig

Biztos vagyok benne, hogy meg tudom érteni a biológia tananyagot.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Keményen dolgozom, hogy megtanuljam a biológiát.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
A jövőbeni munkám kapcsolódni fog a biológiához.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Fontos számomra, hogy jó eredményt érjek el a biológia dolgozatokon.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
A munkám során használni fogom a biológiából tanult problémamegoldó készségeket.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

Következő -

5. melléklet: Tanári segédanyag a BioTudós program alkalmazásához



Kutatási készségek fejlesztése játékos kutatásalapú tanulással biológia tantárgyi tartalom 8. évfolyamon

Tanári segédanyag

2021/22 tanév, őszi

A program célja

A program célja 8. évfolyamos tanulók kutatási készségeinek fejlesztése játékos kutatásalapú tanulással biológia tantárgyi tartalom.

A természettudományos kutatás készségei a természettudományos gondolkodás specifikus elemeinek tekinthetők. A kutatási készségek sokoldalú tevékenységet jelölnek, melyek hat kategóriába sorolhatók: (1) kérdésfelvetés, hipotézisalkotás, (2) kutatás tervezése, (3) kutatás kivitelezése, (4) következtetés, (5) eredmények bemutatása, (6) alkalmazás (Fradd, Lee, Sutman & Saxton, 2001).

1. táblázat: Kutatási készségek és leírásuk (Wenning, 2007; Elmas és mtsai, 2018 alapján)

Kutatási készségek	Bővebb leírás
A vizsgálandó probléma azonosítása	
Hipotézis megalkotása	Előrejelzések és általánosítások megfogalmazása egy eseményről vagy helyzetről a tapasztalatok alapján, figyelembe véve, hogy mi miért történik. Egy ideiglenes állítás arra vonatkozóan, hogy mi okozza az eredményeket.
Kísérlet tervezése a hipotézis ellenőrzésére	Megfigyelések, észrevételek felhasználása egy hipotézis tesztelésére. Rézre a változók azonosítása és kontrollja.
Tudományos kísérlet végzése	A kísérlet kivitelezése.
Adatgyűjtés, adatok rendezése és precíz elemzése	Adatok rögzítése, összerendezése és értelmezése a kísérletek során.
Következtetés és érvelés	Számolás és statisztikai módszerek alkalmazása, hogy következtetésre jussunk, és azt alátámasszuk. Az eredmények alapján következtetéseket és magyarázatokat javasolunk.

A Nemzeti alaptantervben biológiából 7-8. évfolyamon megnevelik a természettudományos műveltség és a kutatási készségek fejlesztése, hangsúlyos a kritikai gondolkodás, a problémamegoldás, a tanulók aktív foglalkoztatása, és olyan módszereknek a gyakoroltatása, mint a megfigyelés. A természettudományok közül a biológia tantárgyra jellemző sajátja, hogy a megfigyelések, vizsgálódások a mikroszkopikus tartománytól kezdve egészen a makroszkopikus méretéig terjednek. 9-12. évfolyamon gimnáziumokban a tanulóknak tudniuk kell, hogy mi az a kutatási kérdés, hipotézis, kísérlet, kísérleti változó, valószínűség. Tudniuk kell kísérleti megfigyeléseket végezni, mérési és statisztikai adatokat megfelelően rögzíteni, rendezni és feldolgozni, majd megfogalmazni az ebből levonható következtetéseket és további kutatási kérdéseket. Továbbá tudniuk kell irányított kutatási tervet készíteni, önállóan hipotézist alkotni, megállapítani a függő és független változókat (NAT, 2020).

[Aktiválva](#)
[Aktiválva a W](#)

A fejlesztésbe bevont kutatási készségek az (1) adatok értelmezése, (2) következtetés, (3) változók azonosítása és kontrollja, (4) kísérlettervezés.

Az adatok értelmezése során a tanulóknak tudniuk kell adatokat leolvasni és értelmezni táblázatból, grafikonból, valamint képesnek kell lenniük adatsorok összehasonlítására. Következtetés során a tanulóknak a rendelkezésre álló információk alapján el kell dönteniük, hogy az adott következtetések helyesek-e vagy sem. A kísérlettervezés az egyik legösszetettebb kutatási készség, hiszen számos lépésből áll. Változókat kell azonosítani és manipulálni, kontrollálni. Ehhez a tanulóknak tisztában kell lenniük a változó fogalmával, a függő és független változókkal, valamint képesnek kell lenniük arra, hogy a kutatási kérdéshez, hipotézishez megfelelő változókat azonosítsák és fordítva.

A program általános bemutatása

A program kilenc állomást foglal magában, állomásonként 3-8 feladattal. A kilenc állomás témakörönkénti feldolgozást tesz lehetővé, hiszen sorra érinti a 8. évfolyamos biológia tananyagot. A feladatok középpontjában egy-egy kutatási készség áll, ezért a feladatok megoldásához általában nincs szükség specifikus háttérismeretre. Ha mégis igényli a feladatok tantárgyi tartalmát, akkor ezek az Információ ikonra kattintással érhetők el. Az állomások összeállításánál törekedtünk a fokozatosság elvének betartására, így a tanuló először mindig könnyebb, majd fokozatosan nehezebb feladatokat kap.

A program felépítése során a játékos kutatásalapú tanulás megközelítést alkalmaztuk, tehát játékelemekkel és kerettörténettel egészítettük ki a fejlesztőfeladatokat. A tanulóknak teljesíteniük kell mind a 9 állomást. A feladatok megoldásáért érmeiket és ajándékokat kapnak (vitálkapacitás-mérő, BMI-kulcs, varázkémcso, vizeletcso). Az érmeikért cserébe segítséget vásárolhatnak a feladatok megoldásához. Az ajándékok az állomások közötti vagy az állomáson belüli tovább haladáshoz szükségesek. Ha a tanuló elrontja a feladatot, kötelező segítséget vásárolnia, és csak helyes megoldás esetén léphet a következő feladatra.

Érintett témakörök

- A bőr
 - Bőrünk védelme – naptej
 - Bőr mint érzékszerv
- Pulzusváltozás mozgás hatására
- A szervezet anyagforgalma
 - Emésztés

- Vitálkapacitás (Légzés)
- Vércsoportok (Keringés)
- Kiválasztás
- Életfolyamatok szabályozása
 - Cukorbetegség (Hormonrendszer)

Feladatstruktúra

Állomás sorszáma	Szintér neve	Téma	Készség	Feladatok száma
-	Bemutathatók a program	-	-	-
1.	A bőr	Bőr	Adatértelmezés Következtetés (játék)	1 1
2.	Sportzavir	Pulzusváltozás mozgás hatására	(felvezető feladatok) Változók azonosítása és kontrollja	3 4
3.	Emésztés és BMI	Emésztés BMI	Kísérlettervezés Következtetés Adatértelmezés (saját BMI kiszámítása)	1 2 3 1
4.	Mandulagyulladás	Légzés és egészség Tüszős mandulagyulladás	Adatértelmezés Kísérlettervezés Következtetés Változók azonosítása és kontrollja	1 2 1 1
5.	Véradás	Vércsoportok	Adatértelmezés Következtetés	1 1
6.	Vitálkapacitás	Légzés és egészség Vitálkapacitás	(felvezető feladatok) Változók azonosítása és kontrollja	4 4
7.	Cukorbetegség	Cukorbetegség	Adatértelmezés Következtetés	5 3
8.	Vese	Kiválasztás	(felvezető feladat) Adatértelmezés Változók azonosítása és kontrollja Kísérlettervezés	1 1 2 1

[Aktiválva](#)
[Aktiválva a W](#)

9.	Emésztés – kemcsőkísérletek	Emésztés	Kísérlettervezés	6
	Kutatási készség Adatok értelmezése – 12 Következtetés – 9 Tulajdonság azonosítása és kontrollja – 11 Kísérlettervezés – 9			41
	Felvezető feladatok			8
	Egyéb (saját BMI, bőr receptorai)			2
	Összesen			51

Gyakorlati megvalósítás

Az állomások megoldása részben otthoni, részben tanórai feladat. A tanulók házi feladatként megoldanak 3 állomást 2 hét alatt. Ezt követi egy tanórai feldolgozás, ahol a tanár által vezetett, közös feladatmegoldás történik. A fejlesztés 6 hétig tart, amely során 3 közös tanórai feldolgozást javasolt beiktatni.

Ütemezés

Alkalm	Hét (2021.09.01- 12.17.)	Tanulói feladat	Tanári feladat
	2021. szeptember	Szülői nyilatkozatok kiosztása, Az aláírt nyilatkozatokat az iskola őrzi meg Tanulók mérési azonosítójának összegyűjtése	
		09.01-09.10. Szülői nyilatkozatok kiosztása	
		09.13-09.24. Aláírt nyilatkozatok begyűjtése, ezzel párhuzamosan a tanulók mérési azonosítójának összegyűjtése és továbbítása: bonusilla8@gmail.com legkésőbb 09.29-ig.	
1.	10.04-10.08.	Előmérés	Előmérés
2.	10.11-10.15.	Előmérés	Előmérés
3.	10.18-10.22.	1. és 2. állomás	-
-	10.23-11.01.	őzti szünet	

4.	11.02.-11.05.	3 állomás	1. közös tanórai feldolgozás (1.+2.+3. állomás) Javasolt ideje: 11.04-11.05.
5.	11.08.-11.12.	4. + 5. állomás	2. közös tanórai feldolgozás (4.+5.+6. állomás) Javasolt ideje: 11.18-11.19.
6.	11.15-11.19.	6 állomás	
7.	11.22-11.26.	7. + 8. állomás	3. közös tanórai feldolgozás (7.+8.+9. állomás) Javasolt ideje: 12.02-12.03.
8.	11.29-12.03.	9 állomás	
9.	12.06-12.10.	Utómérés	Utómérés
10.	12.13-12.17.	Utómérés	Utómérés
-	UTOLSÓ HÉT A TÉLI SZÜNET ELŐTT		

Feladatok bemutatása

1. Állomás

Téma: Bőrünk védelme - naptej

Tartalmi tudás: naptej, faktorszám

Kutatási készség: adatok értelmezése

Feladat: Válassz ki a táblázatból, hogy Tünde melyik naptejet vigye magával, ha strandolni megy 10 és 12 óra között! kattints a válasza! További információkért kattints az Információ ikonra!

Megoldás: C naptej

Magyarázat: A megoldandó egyenlet.

20 x Faktorszám = Napon töltött idő percekben

A feladathoz 10 és 12 óra között, vagyis 2 órát éri direkt napsugárzás a bőrt.

2 óra (2x60 perc) = 120 perc

Megoldás kiszámítása: Faktorszám = 120 / 20 = 6

Aktiválja
Aktiválja a V

Téma: Bőr mint érzékszerv

Tartalmi tudás: bőr receptorai

Kutatási készség: -

Feladat: Próbáld kitalálni, melyik ingerhez melyik receptor tartozik! Húzd az inger ikonját a receptor alatti négyzethez, és figyeld meg, melyik „kapszol be”, azaz vált zöldre!

Téma: Bőr mint érzékszerv

Tartalmi tudás: fájdalomreceptor

Kutatási készség: következtetés

Feladat: Vajon mi az oka annak, hogy a fájdalomreceptor egészen közel a bőr felszínéhez, a hámban helyezkedik el? Kattints a válasza!

Megoldás: A fájdalomreceptor veszélyre hívja fel a figyelmet.

Magyarázat: A kérdésben az okát keressük annak, hogy a fájdalomreceptor miért a bőr felső rétegében helyezkedik el. Ok-okozat kapcsolatot feltételezve, az okozat: A fájdalomreceptor a bőr felső rétegében helyezkedik el.

Emiatt a lehetséges válaszokat érdemes úgy megvizsgálni, hogy lehet-e a felsorolt állításnak logikus és észszerű következménye az, hogy a fájdalomreceptor a hámban helyezkedik el.

Például:
A fájdalmat csak a szabad idegvégződések képesek érzékelni. Ez egy igaz állítás, viszont nem oka az okozatnak, mert nem következik ebből, hogy a fájdalomreceptor a bőr felső rétegében helyezkedik el.

2. Állomás

Téma: Sportszív

Tartalmi tudás: pulzus, nyugalmi pulzus, sportszív

Kutatási készség: változók azonosítása és kontrollja

Feladat_1: Mennyi lesz a pulzus Dávidnak, ha 30 guggolást elvégz? Használd a szimulációt, majd kattints a válasza!

Megoldás_1: 124

Magyarázat_1: A sportszív változónál a „Nem” opciót választjuk ki, majd beállítjuk a guggolások számát 30-ra.

Feladat_2: Mennyi lesz a pulzus Zolinak, ha 30 guggolást elvégz? Használd a szimulációt, majd kattints a válasza!

Megoldás_2: 100

Magyarázat_1: A sportszív változónál a „Igen” opciót választjuk ki, majd beállítjuk a guggolások számát 30-ra.

Feladat_3: Milyen Zoli nyugalmi pulzus Dávidéhoz képest? Az összehasonlításához használd a szimulációt, majd kattints a válasza!

Megoldás_3: Kiseb

Magyarázat_3: Az összehasonlításához Zoli és Dávid esetében is létrehozunk egy-egy adatsort. Arra kell figyelni, hogy a guggolások száma egyezzen meg a fiúknál!

Feladat_4: Mi befolyásolja a fiúk nyugalmi pulzusának értékét? Használd a szimulációt, majd kattints a válasza!

Megoldás_4: Sportszív

Magyarázat_4: Az összehasonlításához Zoli és Dávid esetében is létrehozunk két-két adatsort. Például Zoli és Dávid guggoljon 10-et, majd 20-at! Így az adatokból könnyen kiolvasható, hogy a nyugalmi pulzust a sportszív befolyásolja, hiszen a guggolások számának növelésével nem változik.

Feladat_5: Mely kísérleti tényezők változtak a szimulációban? Húzd a tényezőz ikonját a megfelelő helyre, majd kattints az ellenőrzés gombra! Egy helyre több ikon is kerülhet!

Megoldás_5: Megváltoztattam a szimuláció során: sportszív, guggolások száma, Változását figyeltem a szimuláció során: pulzus, nyugalmi pulzus

Magyarázat_5: -

Aktiválja
Aktiválja a V

Feladat_6: Válassz ki a felsoroltak közül, hogy melyik kérdés megválaszolására alkalmas a szimuláció! kattints a válaszra!
 Megoldás_6: Van-e összefüggés a nyugalmi pulzus és a sportszív között?
 Magyarázat_6: Azért erre a kérdésre ad választ a szimuláció, mert a sportszív meglete nagy hiánya az a változó, amit manipulálni lehet, és azt vizsgáljuk, hogy a nyugalmi pulzus hogyan függ ettől.

3. Állomás

Téma: Emésztés
Tartalmi tudás: A tápanyagok lebontásában részt vevő mirigyek, váladékok neve és szerepe
Kutatási készség: Kísérlettervezés

Feladat_1: Állítsd be az összes kísérletezési lehetőséget úgy, hogy a tápanyagok ikonját a kémcsővekre húzd, majd kattints az Ellenőrzés gombra! Ha több beállítást is létrehozol, görgetéssel tudod megnézni.
 Megoldás_1: Mind a három tápanyagot behúzzuk az összes kémcsőbe, így 15 beállítást kapunk.
 Magyarázat_1: Kombinatorika

Kutatási készség: Következtetés

Feladat_2: Melyik kémcsőben melyik mirigyváladék található? Húzd a kémcső betűjelet a táblázatba! A C kémcsővet már beírtuk helyetted. A megoldáshoz használd az Információ ikont!
 Megoldás_2: Fentről lefelé haladva: E, B, A, C (be van írva), D
 Magyarázat_2: Nézzük meg a táblázatot, amely azt tartalmazza, hogy melyik kémcsőben történt „emésztés”. Azért tesszük idezőjelbe az emésztést, mert az epe csak emulgeál, apró cseppekbe osztja a zsírokat. Figyeljük meg a táblázatban azt, hogy van-e olyan kémcső, amelyben csak egyetlen tápanyag emésztése valósul meg! Így könnyen kizárható az A kémcső, amelyben a nyál (csak a szénhidrátot bontja) és a gyomornedv (csak a fehérjét bontja) van. További feladat, hogy megkeressük, melyik kémcső tartalma hat kizárólag a zsírokra! Majd marad két kémcső, amelyben a bélnedv és a hasnyál egyaránt lehet, viszont mivel a feladat megadta, hogy a C kémcsőben van a hasnyál, így kizárásos alapon csak az A jeli kémcsőben lehet a bélnedv.

Téma: Emésztés
Tartalmi tudás: BMI (testtömegindex)
Kutatási készség: -

Feladat_3: Próbáld ki a kalkulátort! Az eredmény értelmezéséhez kattints az Információ ikonra!
 Megoldás_3: -
 Magyarázat_3: -

Kutatási készség: Adatértelmezés

Feladat_4: Döntsd el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak a táblázat alapján!
 Megoldás_4: Hamis
 Magyarázat_4: -

Feladat_5: Döntsd el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak a táblázat alapján!
 Megoldás_5: Igaz
 Magyarázat_5: -

Feladat_6: Döntsd el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak a táblázat alapján!
 Megoldás_6: Hamis
 Magyarázat_6: -

Kutatási készség: Következtetés

Feladat_7: Melyik kérdés megválaszolására alkalmasak az adatok? BMI táblázat az Információ ikonnál!
 Megoldás_7: életkor
 Magyarázat_7: Azért ez a megoldás, mivel az adatok a gyerekek életkorára és típláltsági állapotára vonatkoznak.

Aktiválja
Aktiválja a V

4. Állomás

Téma: A légzőszervrendszer egészsége
Tartalmi tudás: antibiotikum, antibiotikum-rezisztencia
Kutatási készség: Kísérlettervezés

Feladat_1: Melyik antibiotikum alkalmazható az adott baktériumtörzs okozta megbetegedés kezelésére? Tervezd meg a vizsgálatokat! Húzd az anyagok nevét a Petri-csészék alá, majd kattints az ellenőrzés gombra!
 Megoldás_1: Mind a három kémcsőbe behúzzuk a baktériumtörzset és egy-egy antibiotikumot. Például: baktériumtörzs + antibiotikum 1; baktériumtörzs + antibiotikum 2; baktériumtörzs + antibiotikum 3
 Magyarázat_1: Kombinatorika

Kutatási készség: Adatértelmezés

Feladat_2: Melyik állítás igaz a következők közül? Fejezd be a mondatot a válasza kattintással! A kísérlet eredményeit az Információ ikonra érheted el.
 Megoldás_2: A 2-es antibiotikum alkalmas.
 Magyarázat_2: A baktériumtörzs a 2-es számú antibiotikum hatására elpusztult. A többi antibiotikumra rezisztens a baktérium, mivel az antibiotikum jelenlétében tovább szaporodtak/ nem pusztultak el.

Kutatási készség: Következtetés

Feladat_3: Indokold ezt az állítást! „A kísérlet alapján a baktériumtörzs okozta betegség kezelésére a 2-es számú antibiotikum alkalmas.”
 Megoldás_3: A baktériumok a 2-es számú antibiotikum hatására elpusztultak.
 Magyarázat_3: -

Feladat_4: Fejezd be a mondatot a válasza kattintással! A kísérlet eredményeit az Információ ikonra érheted el.
 Megoldás_4: 1-es antibiotikumra.
 Magyarázat_4: A baktériumtörzs rezisztens az 1-es számú antibiotikumra, mert jelenlétében elpusztul.

Kutatási készség: Változók azonosítása és kontrollja

Feladat_5: Válassz ki, hogy melyik kérdésre ad választ a bemutatott kísérleti elrendezés!
 Megoldás_5: hőmérséklet
 Magyarázat_5: A két kísérleti elrendezés csak a hőmérsékletben különbözik.

5. Állomás

Téma: A vércsoportok
Tartalmi tudás: vércsoportok
Kutatási készség: Adatértelmezés

Feladat_1: Most határozd meg Gábor vércsoportját!
 Megoldás_1: 0
 Magyarázat_1: Nem volt kicsapódás egyik antanyagra sem.

Kutatási készség: Következtetés

Feladat_2: Válassz ki a felsoroltak közül, hogy melyik kérdés megválaszolására alkalmas a vizsgálat! Kattints a válaszra!
 Megoldás_2: Befolyásolja-e a vércsoportot a vörösterítessen található molekula?
 Magyarázat_2: -

6. Állomás

Téma: A vitálkapacitás
Tartalmi tudás: vitálkapacitás
Kutatási készség: Változók azonosítása és kontrollja

Feladat_1: Mekkora a vitálkapacitása egy 13 éves nem sportoló tanulóknak a szimuláció alapján? Kattints a válaszra!
 Megoldás_1: 2900 ml
 Magyarázat_1: -

Aktiválja
Aktiválja a V

Feladat 2: Mekkora a vitalkapacitása egy 13 éves sportoló tanulónak a szimuláció alapján? kattints a válaszra!

Megoldás 2: 2920 ml

Magyarázat 2: –

Feladat 3: Mekkora különbség van egy 12 éves nem sportoló és ugyanennyi idős sportoló vitalkapacitása között a szimuláció alapján? kattints a válaszra!

Megoldás 3: 30 ml

Magyarázat 3: –

Feladat 4: Hogyan viszonyul egymáshoz egy 16 éves sportoló és egy 18 éves nem sportoló vitalkapacitása a szimuláció alapján? kattints a válaszra!

Megoldás 4: Egyenlő

Magyarázat 4: –

Feladat 5: Hogyan változik a vitalkapacitás sportolás hatására a szimuláció alapján? kattints a válaszra!

Megoldás 5: Nő

Magyarázat 5: A kérdés megválaszolásához legalább két adatsort hozzuk létre! Például hasonlítsuk össze egy 13 éves sportoló és ugyanilyen idős, nem sportoló tanuló vitalkapacitását! Az életkor egyezzen meg, a sportolásban legyen különbség!

Feladat 6: Hogyan változik a vitalkapacitás az életkorral a szimuláció alapján? kattints a válaszra!

Megoldás 6: Nő

Magyarázat 6: A kérdés megválaszolásához legalább két adatsort hozzuk létre! Például hasonlítsuk össze egy 13 éves sportoló és egy 14 éves sportoló tanuló vitalkapacitását! Az életkor ne egyezzen meg!

Kutatási készség: Következtetés

Feladat 7: Válaszd ki, hogy mely kérdés megválaszolására alkalmas a szimuláció? kattintással válaszolj!

Megoldás 7: életkor

Magyarázat 7: Mivel ez a változó szerepel az adatok között.

7. Állomás

Téma: Cukorbetegség

Tartalmi tudás: cukorbetegség, inzulin

Kutatási készség: Adatértelmezés

Feladat 1: Nagymamának egy olyan inzulin keresünk, amely kb. a beadástól számított 1 óra múlva fejt ki maximális hatását, amely maximális hatás kb. 3 óra keresztlát tart. Melyik diagram tartozik ehhez az inzulinhoz? kattints rá!

Megoldás 1: 4. diagram

Magyarázat 1: –

Kutatási készség: Következtetés

Feladat 2: Mi történik, ha Nagymama felcseréli az inzulinok sorrendjét és este 8-kor adja be az A jelölésű inzulint?

Megoldás 2: Éjszaka annyira leesik a vércukra, hogy akár életveszélyes állapotba is kerülhet.

Magyarázat 2: Az inzulinok hatásmechanizmusát kell megfigyelni! Mivel este adta be azt az inzulint, amely gyorsan felszívódik és hirtelen sántja le a vércukrot, ezért életveszélyes állapotba kerülhet. A cukorbetegség melletti diéta során a vacsorára elfogyasztott szénhidrát mennyisége kevesebb, mint a délelőtti elfogyasztotté, így a délben beadásra kerülő inzulin este nagyon sok a beteg számára.

Kutatási készség: Adatértelmezés

Feladat 3: Nagymama vércukor eredményei alapján a belgyógyász ezt a diagramot készítette. Vajon mire volt kíváncsi az orvos?

Megoldás 3: Befolyásolja-e az inzulin hatását a beadástól eltelt idő?

Magyarázat 3: A diagram tengelyeit kell megfigyelni!

Aktiválja a V
Aktiválja a V

Feladat 4: Hasonlítsd össze a vércukorszintet az inzulinok beadásától eltelt első órában! Hogyan viszonyul egymáshoz a vércukorszint? kattints a relációjelre!

Megoldás 4: <

Magyarázat 4: –

Feladat 5: Hasonlítsd össze a vércukorszintet az inzulinok beadásától eltelt második órában! Hogyan viszonyul egymáshoz a vércukorszint? kattints a relációjelre!

Megoldás 5: =

Magyarázat 5: –

Feladat 6: Hasonlítsd össze a vércukorszintet az inzulinok beadásától eltelt hatodik órában! Hogyan viszonyul egymáshoz a vércukorszint? kattints a relációjelre!

Megoldás 6: >

Magyarázat 6: –

Kutatási készség: Következtetés

Feladat 7: Nagymama feljegyzéseit a táblázatban olvashatod. Melyik kérdésre adnak választ az adatok?

Megoldás 7: testmozgás

Magyarázat 7: A táblázat adatait kell megfigyelni. Azt látjuk, hogy a vércukorszint evés előtt hasonló volt, viszont az ebéd utáni tevékenység hatására különböző értékek kerültek feljegyzésre.

Feladat 8: Nagymama feljegyzéseit a táblázatban olvashatod. Melyik kérdésre adnak választ az adatok?

Megoldás 8: Az évés utáni pihenés során jelentősen emelkedhet a vércukor.

Magyarázat 8: A táblázat adatait kell megfigyelni. Habár a többi állítás is igaz, az adatokból ez az egy következtetés vonható le.

8. Állomás

Téma: Kiválasztás

Tartalmi tudás: vizeletvizsgálat

Kutatási készség: Kísérlettervezés

Feladat 1: Rögzítsd valamennyi kísérleti beállítást a szimuláció segítségével!

Megoldás 1:

Beállítás betűjele	Folyadékbeviteltől számított idő (perc)	Ivott-e sóoldatot?	Vizeletmennyiség (ml)
A	30	Nem	21
B	60	Nem	2,5
C	90	Nem	1
D	30	Igen	2
E	60	Igen	2
F	90	Igen	2

Magyarázat 1: Kombinatorika

Kutatási készség: Változók azonosítása és kontrollja

Feladat 2:

Megoldás 2: a-b; a-c; b-c; d-e; d-f; e-f

Magyarázat 2: Azonosnak kell lennie annak, hogy ivott-e sóoldatot; és különbözőnek az ivástól eltelt időnek.

Feladat 3:

Megoldás 3: a-d; b-e; c-f

Magyarázat 3: Azonosnak kell lennie az ivástól eltelt időnek és különbözőnek, hogy ivott-e sóoldatot.

Aktiválja a V
Aktiválja a V

Kutatási készség: Adatértelmezés

Feladat_4: Húzd a vizeletmintát a piros körrel határolt területre, majd értelmezd az eredményeket az információ ikon segítségével! Végül válaszd ki, mi okozza Nagypapa tüneteit!

Megoldás_4: Gyulladás

Magyarázat_4: -

9. Állomás

Téma: Emésztés

Tartalmi tudás: keményítő bontása, Lugol-oldat, kontroll

Kutatási készség: Kísérlettervezés

Feladat_1: A nyálamiláz enzim működésének hőmérsékletfüggését vizsgáljuk. A kísérleti összeállítás után 4 alkalommal 10 percenként a kémcsövek tartalmából 1-1 cseppet fehér csepeplőre teszünk, és minden csepphez 1-1 csepp Lugol-oldatot adunk. Azt figyeljük, hogy az egyes kémcsövek esetében mennyi idő szükséges a keményítő lebontásához. Mielőtt ezt megtennénk, hozd létre az összes kísérleti beállítást!

Megoldás_1:

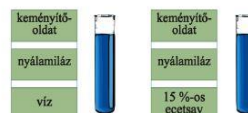


Magyarázat_1: A nyálamiláz hőmérsékletfüggését úgy tudjuk vizsgálni, ha a kémcsövek mindegyikébe behúzzuk a nyálamiláz és a keményítőoldatot. Majd a kémcsöveket különböző hőmérsékletű vízfürdőbe „tesztjük”.

Feladat_2: A nyálamiláz enzim működését vizsgáljuk. Ehhez két kísérleti beállítást hozunk létre nyálamiláz, 15%-os ecetsav és keményítőoldat felhasználásával.

20 perc elteltével Lugol-oldatot csepegtünk a kémcsövekbe. Mielőtt a Lugol-oldatot hozzáadjuk, állítsd össze a kísérleti rendszert úgy, hogy bizonyítható legyen, a pH hatással van az amiláz enzim működésére!

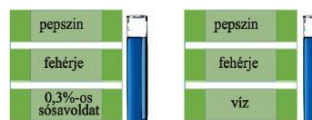
Megoldás_2:



Magyarázat_2: Az amiláz pH függését úgy tudjuk vizsgálni, hogy először behúzzuk a kémcsövekbe a keményítőoldatot és a nyálamiláz, majd az egyikbe az ecetsavat, a másikba pedig a vizet. Így az egyik kémcsőben savas lesz a kémhatás, a másikban pedig semleges.

Feladat_3: Helyezd el az anyagokat az ábrában úgy, hogy bizonyítható legyen, a pepszin savas pH mellett bontja a fehérjéket! Húzd az anyagokat a kémcsövek mellé, majd kattints az ellenőrzés gombra!

Megoldás_3:

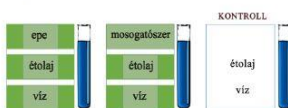


Magyarázat_3: A pepszin pH függését úgy tudjuk vizsgálni, hogy először behúzzuk a kémcsövekbe a fehérjét és a pepszint, majd az egyikbe a sósavoldatot, a másikba pedig a vizet. Így az egyik kémcsőben savas lesz a kémhatás, a másikban pedig semleges.

Aktiválja
Aktiválja a W

Feladat_4: Helyezd el a felsorolt anyagokat az ábrában úgy, hogy bizonyítható legyen, a mosogatószert és az epe hasonlóan hat az étolajra! Húzd az anyagokat a kémcsövek mellé, majd kattints az ellenőrzés gombra!

Megoldás_4:



Magyarázat_4: Először összeállítjuk a két kémcsövet a kontrollhoz hasonlóan, majd az egyikbe az epet, a másikba a mosogatószert húzzuk bele.

A tudományos kontroll olyan kísérlet vagy megfigyelés, amely minimalizálja az összes többi változó változását, kivéve a tesztelendő változókat.

Jelen esetben a kontroll egy olyan kísérleti beállítás, amelybe azokat az anyagokat tesszük, amelyek mindegyik kísérleti beállításban megtalálhatók. A kontrollt semmilyen formában nem változtatjuk meg a kísérlet alatt, mivel a többi kémcsőben bekövetkező változásokat ehhez viszonyítjuk.

Feladat_5: A hasnyál szénhidrátbontó hatását vizsgáljuk. Állítsd össze a kísérleti rendszert úgy, hogy bizonyítható legyen, a hasnyál bontotta le a keményítőt!

Megoldás_5:



Magyarázat_5: Az egyik kémcsőbe behúzzuk a keményítőoldatot és a Lugol-oldatot. A másik kémcsőbe a keményítőoldatot, a hasnyál és a Lugol-oldatot. Az első kémcsőben a Lugol-oldat két színreakcióval jelzi a keményítő jelenlétét, tehát a keményítőt nem bontotta le semmi. A második kémcsőben azonban idővel elmarad a két színreakció, mivel a hasnyál lebontja a keményítőt.

Feladat_6: Helyezd el a felsorolt anyagokat az ábrában úgy, hogy bizonyítható legyen, hogy az epe emulgeáló feladata és a lúgos kémhatás egyaránt szükséges ahhoz, hogy a hasnyál-bontás a zsírokat!

Megoldás_6:



Magyarázat_6: A kísérleti beállítás összeállításához az egyik sem (kontroll)/ egyik/másik/ mindkettő logikai sémát kell alkalmazni. Ennek oka, hogy azt szeretnénk bizonyítani, hogy a hasnyál zsírbontását befolyásolja az epe és a lúgodat.

Aktiválja
Aktiválja a W

6. melléklet: Saját fejlesztésű tanári programértékelő

BioTudós- Pedagógusok véleménye

Kedves Kolléga!

Köszönjük, hogy részt vett a BioTudós program kipróbálásában! Most arra kérjük, válaszoljon néhány kérdésre a programmal kapcsolatban. A kérdőív kitöltése anonim és néhány percet vesz igénybe. A kérdőív kitöltésével hozzájárul, hogy válaszait anonim módon kutatásban, publikációban felhasználják.

Bónus Lilla
SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola
MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport

Nagy Lászlóné
SZTE TTIK Összehasonlító Élettani Tanszék – Biológia Szakmódszertani Csoport
MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport

Mennyire tudta megvalósítani a feladatok megbeszélését? (1= egyáltalán nem, 2= inkább nem, 3= inkább igen, 4= nagyon) *

1	2	3	4
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Mennyire volt elég egy tanóra a 3 állomás megbeszélésére? (1= egyáltalán nem, 2= inkább nem, 3= inkább igen, 4= nagyon) *

1	2	3	4
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Mennyire tartotta hasznosnak a tanári útmutatót? (1= egyáltalán nem, 2= inkább nem, 3= inkább igen, 4= nagyon) *

1	2	3	4
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Mennyire tartotta hasznosnak a saját fiókot (BioTudós weboldalon)? (1= egyáltalán nem, 2= inkább nem, 3= inkább igen, 4= nagyon) *

1	2	3	4
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Mennyire tartotta hasznosnak a weboldal „tanár” módját (választható szintér)? (1= egyáltalán nem, 2= inkább nem, 3= inkább igen, 4= nagyon) *

1	2	3	4
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Véleménye szerint mennyire illeszkedik a program az új tantervekhez? (1= egyáltalán nem, 2= inkább nem, 3= inkább igen, 4= nagyon) *

1	2	3	4
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Véleménye szerint mennyire illeszkedik a program a 8. évfolyamos biológia tananyaghoz?(1= egyáltalán nem, 2= inkább nem, 3= inkább igen, 4= nagyon) *

1	2	3	4
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Mi a véleménye (összbenyomása) a programról?

Saját válasz

Mi okozott nehézséget a pilot vizsgálat alatt?

Saját válasz

Milyen segítségre lett volna szüksége a pilot vizsgálat alatt?

Saját válasz

Mit hiányolt a BioTudós programból? Min változtatna?

Saját válasz

[Következő](#)

[Űrlap tartalmának törlése](#)

Köszönjük a kitöltést!

[Vissza](#)

[Küldés](#)

[Űrlap tartalmának törlése](#)

7. melléklet: Kutatási készség teszt (Korom, Pásztor et al., 2016)

Tantárgy	1	2	3	4	5	Alternatív
Matematika	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Biológia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Fizika	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Földrajz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Kémia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Magyar irodalom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Magyar nyelv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Történelem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Idegen nyelv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Informatika	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Testnevelés	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Rajz, vizuális kultúra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Ének	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam

Milyen jegyet kaptál ebben a tanévben félévkor a következő tantárgyakból? Kattints rá!

Matematika	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Biológia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Fizika	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Földrajz	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Kémia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Magyar irodalom	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Magyar nyelv	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Történelem	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Idegen nyelv	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Informatika	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Testnevelés	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Rajz, vizuális kultúra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam
Ének	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Nincs ilyen tantárgyam



Kutatási készségek

Köszönjük a válaszaidat!

A következőkben egy feladatsort fogsz megoldani.

Figyelemesen tanulmányozd a feladatokat, és válaszolj a kérdésekre!

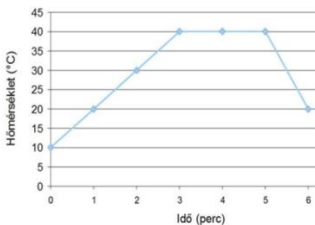
Ha nehéznek találsz egy feladatot, vagy nem tudod a megoldást, lépj tovább! Később térj vissza a nem megoldott feladatokra! Ezt megtéheted a **Vissza** gombra kattintással.

A képernyő tetején **narancssárga sáv** mutatja, hogy hol tartasz a feladatok megoldásában.

A teszt végén látni fogod, hogy hány százalékot értél el.

Kezdjük a munkát! Kattints a **Tovább** gombra!

A grafikon 1 kg víz hőmérsékletének változását mutatja az idő függvényében. Válaszolj a kérdésekre az ábra alapján! Válassz a legördülő listából!




Hány °C-os volt a víz hőmérséklete a harmadik perc végén?

Hány °C-kal változott meg a víz hőmérséklete az első három perc alatt?

Hány °C-kal változott meg a víz hőmérséklete az utolsó percben?

Hogyan változott a kiinduláshoz képest a víz hőmérséklete 6 perc alatt?

A tanulók az egyik szakköri foglalkozáson a pezsgőtabletták oldódását vizsgálták 20 °C-os és 60 °C-os, azonos térfogatú vizekben. A kísérlethez azonos minőségű és méretű tablettákat választottak.



Elemezd a kísérletben vizsgált tényezőket! Húzd a tényezők nevét a megfelelő sorba! Egy helyre több tényező is kerülhet!

buborékképződés gyorsasága oldódás sebessége víz mennyisége hőmérséklet tabletták minősége

Változatlan volt a kísérlet során:

Változtatták a kísérlet során:

Változott a kísérlet során:

A tanulók arra a kérdésre keresték a választ, hogy függ-e a folyadékok párolgási sebessége a hőmérséklettől. Két óraüvegre folyadékot csepegtettek és lefedetlenül az asztalon hagyták az egyiket 20°C-os, a másikat 25°C-os szobában. Megfigyelték, hogy mennyi idő alatt párolognak el a folyadékok. A tanulóscsoportok vizsgálatait a táblázat mutatja.

Melyik csoport vizsgálata adhatott választ a kérdésre? kattintással válaszolj!

Tanuló-csoportok	1.sz. óraüveg 20°C-on	2.sz. óraüveg 25°C-on
1	2 ml alkohol	2 ml víz
2	2 ml alkohol	3 ml alkohol
3	2 ml alkohol	2 ml alkohol

Vissza Tovább

Ha leejtünk egy tárgyat, gyakran nyomot hagy abban az anyagban, amelyre ráejtettük. Zoli és Misi azt vizsgálták, mitől függ a nyom mélysége. Egyforma méretű golyókkal kísérleteztek és a kísérlet előtt táblázatban rögzítették, hogy milyen körülményeket választanak.

Kísérlet	Ejtés magassága (m)	Golyó anyaga	Az anyag, melyre ejtik a golyókat
A	2	vas	liszt
B	2	vas	homok
C	3	műanyag	sóder
D	3	fa	homok
E	3	vas	sóder
F	2	műanyag	sóder

Melyik két kísérlet alapján tudnak válaszolni a következő kérdésekre? Írd a kísérleti tervek betűjeleit a megfelelő helyre!

Hogyan függ a nyom mélysége...

...a golyó anyagától?


...az anyagtól, amelyre a golyó esik?

... az ejtés magasságától?

Vissza Tovább

Egy pohárban víz van. A tanulók azt a feladatot kapták, hogy határozzák meg a pohárban lévő folyadék tömegét. Egy mérleg állt a rendelkezésükre. A tanulók megterveztek a feladatot.

Mi a mérés helyes sorrendje? Húzd a mérés lépéseit a keretekbe!



1. lépés
2. lépés
3. lépés
4. lépés

Megméri az üres pohár tömegét.

A vízzel töltött pohár tömegéből kivonják az üres pohár tömegét.

Megméri a vízzel töltött pohár tömegét.

Kiöntik a pohárból a vizet a lefolyóba.

Vissza Tovább

Rita, Anna, Ákos és Bálint azt akarták megmérni, ki tud több levegőt kifújni. Az összehasonlítást vízkiszorítással végezték el. Vizet töltek egy üvegdába, majd levegőt fújtak a lufikba.

Rakd helyes sorrendbe az elvégzett műveleteket! Írd a megfelelő sorszámot a művelet elé!





- Belemerítették a vizbe a lufit, vigyázva arra, hogy a lufi teljesen elmerüljön, de az az eszköz, amivel a lufit a vízszint alatt tartották, minél kevesebb vizet szorítson ki.
- A $h_2 - h_1$ különbségek összehasonlításával választ kaptak a kérdésre.
- A lépéseket a többi lufi esetében is elvégezték.
- Megmérték a víz magasságát, amikor benne volt a levegővel töltött lufi (h_2).
- Kiszámították a h_2 és a h_1 vízmagasságok közötti különbséget.
- Megmérték a víz kezdeti magasságát (h_1).

Előző Következő

A fény és a víz növények fejlődésére gyakorolt hatását vizsgáljuk. Feltételezzük, hogy a növényeknek az életben maradáshoz **fényre** és **vízre** is szükségük van. Milyen körülmények között kell tartanunk az egyes növényeket, hogy a feltételezést igazolni tudjuk? Alakítsd ki a kísérleti körülményeket!

Húzd a környezeti feltételek nevét az egyes vizsgálatokhoz!

fény van fény nincs víz van víz nincs

Kísérleti helyzetek			
1.	2.	3.	4.
			

Előző Következő

Természettudomány-órán az ötödikesek oldhatósággal kapcsolatos kísérleteket végeztek. Mielőtt elkezdtek a munkát, megtervezték a kísérleteket. A csoportok tálcáin a következő anyagok voltak:

kémcsövekben oldószer: csapvíz mosószeres víz


oldandó anyagok: cukor olaj homok

Milyen tervet készíthettek? Add meg az **összes** kísérletezési **lehetőséget**! Húzd a kifejezéseket a táblázatba!

Kísérleti terv	
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Vissza Tovább

Az égésnek 3 feltétele van: legyen jelen éghető anyag, érje el az anyag a gyulladási hőmérsékletet, legyen jelen elegendő oxigén. Ennek igazolására különböző kísérleteket végeztünk.



Melyik kísérlet melyik feltételt igazolta? Húzd a kísérlet betűjelét a megfelelő halmazba!

a Meggyújtottunk egy gyertyát, majd egy főzőpohár aljára helyeztük, végül a főzőpoharat egy üveglappal letakartuk. A gyertya lángja fokozatosan elaludt.

b Egy mézsködarabot a gázégő lángjába tartottunk. A mézskő nem égett.

c Egy papírlapot kitettünk a napfényre. A papírlap nem gyulladt meg.

d Egy égő papírdarabot fémlapra tettünk. Amikor már csak hamu volt a fémlapon, a láng elaludt.

éghető anyag gyulladási hőmérséklet oxigén

Előző Következő

A tanulók egy zöldségből vagy egy gyümölcsből és két fémdarabból elemet állítottak össze. Megmérték az elem által létrehozott feszültséget. Többféle összeállítást készítettek. A következőket tapasztalták:

János citromba szúrt egy magnézium- és egy rézlemezt, 1,6 V-ot mért.
Erzsi citromba szúrt egy cink- és egy rézlemezt, 0,9 V-ot mért.
Olivér burgonyába szúrt két vasszöveget, 0 V-ot mért.
Kati burgonyába szúrt egy cink- és egy rézlemezt, 1,1 V-ot mért.

Le lehet-e vonni a **méréseikből** az alábbi következtetéseket? Kattintással válaszolj!

A feszültség függ a fémek anyagától. igen nem

A feszültség nem függ a fémek távolságától. igen nem

A feszültség nem függ a fémdarabok nagyságától. igen nem

A feszültség függ a zöldségtől vagy a gyümölcstől. igen nem

Vissza Tovább

A tanulók lakóhelyük levegőjének porszenyezettségét vizsgálták. Tölgyfák levelére ragasztócsíkot (celluxot) helyeztek. A ragasztócsíkokat lehúzták, óvatosan üveglapra helyezték, majd mikroszkóppal megszámlálták a rájuk ragadt porszemcséket. Vizsgálták a porszenyezettséget a forgalmas autótól közvetlen közelében, illetve attól távolabb. A vizsgált leveleket mindig kétféle magasságból választották ki.



Döntsd el, hogy a **VIZSGÁLAT ALAPJÁN** megválaszolhatók-e az alábbi kérdések! Kattintással válaszolj!

Befolyásolja-e az időjárás a porszenyeződést? megválaszolható nem

Van-e kapcsolat a porszenyezettség mértéke és az úttól való távolság között? megválaszolható nem

Függ-e a porszenyezettség mértéke a felszíntől való távolságtól? megválaszolható nem

Van-e különbség a különböző fajok pormegkötése között? megválaszolható nem

Vissza Tovább

A tanulók az égést befolyásoló tényezők vizsgálata során két kísérletsorozatot végeztek el. A kísérletek jellemzőit táblázatban foglalták össze.

Kísérletek	Változtatták	Nem változtatták
1	égetett anyag típusa	hőmérséklet és oxigén mennyisége
2	oxigén mennyisége	égetett anyag típusa és hőmérséklet

Döntsd el, hogy a **KÍSÉRLETEK ALAPJÁN** megválaszolhatók-e az alábbi kérdések! Kattintással válaszolj!

Hogyan hat a hőmérséklet az égés bekövetkezésére? megválaszolható nem

Hogyan hat az égetett anyag mennyisége az égésre? megválaszolható nem

Hogyan hat az oxigén mennyisége az égésre? megválaszolható nem

Hogyan hat az égetett anyag minősége az égésre? megválaszolható nem

Vissza Tovább

Mi történik, ha egy pohár vizet nem fedünk le és néhány napon át a szobában hagyunk?

Bori szerint a víz egy része elpárolog.
János szerint nem történik változás.
Gábor szerint a pohár bepárasodik.



Feltételezéseik vizsgálatára a következő kísérletet végezték el. Fűtött tereben kétáru mérlegben kiegyensúlyoztak egy pohár vizet, a poharat nem fedték le. Két nap múlva azt tapasztalták, hogy a mérleg karja a súlyokat tartalmazó serpenyő irányába billent.

Kinek a hipotézisét igazolta a kísérlet? Kattints a nevére!

Boriét Jánosét Gáborét

Vissza Tovább

A tanulók 20 °C-os és 40 °C-os vizet öntöttek össze. A kísérlet előtt megbeszélték, hogy mennyi lehet a víz hőmérséklete az összeöntés után.

A következő feltételezéseket fogalmazták meg:

Dani szerint a vízmennyiségek összeöntésekor összeadódik a két hőmérséklet.
Nóra szerint a közös hőmérséklet a kettő között lesz, közelebb a nagyobb tömegű víz eredeti hőmérsékletéhez.
Edina szerint az összeöntés utáni hőmérséklet az eredeti hőmérsékletek átlaga lesz.

Ezután a tanulók összeöntötték a 20 °C-os és a 40 °C-os vizet. A főzőpoharakban lévő vízmennyiségek tömegét a tanáruk minden mérés esetében megadta.

A táblázat a mérési adatokat tartalmazza.

Mérés	20°C-os víz tömege (g)	40°C-os víz tömege (g)	Az összeöntött víz hőmérséklete (°C)
1.	50	50	30
2.	80	20	24
3.	20	80	38
4.	10	90	36
5.	90	10	22

Kinek a feltételezését igazolták a mérések? Kattintással válaszolj!

Daniét Nóráét Edináét

Vissza Tovább

A tanulók a víz súlyából származó nyomás tanulmányozására kísérletet terveztek.

Műanyag palackokat három helyen kilyukasztottak a képeken látható módon. Befogták a lyukakat, és teletöltötték csapvízzel a palackokat. Majd elvették a kezüket a lyukakról, és megfigyelték, hogy milyen távolságra jutnak el egymáshoz képest a kifolyó vízugarak.



Eldönthető-e **EZZEL A KÍSÉRLETTEL**, hogy helyesek-e az alábbi hipotézisek?
Kattintással válaszolj!

Ha a lyukak vízszintesen egy vonalban helyezkednek el, akkor a vízugarak azonos távolságra jutnak el. eldönthető nem


Ha a lyukak függőlegesen egymás alatt helyezkednek el, akkor a vízugár a legalsó lyukból jut el a legmesszebbre. eldönthető nem

Ha a víz szintje csökken a palackban, akkor a vízugarak egyre kisebb távolságra jutnak el. eldönthető nem

Ha meleg a víz, akkor a vízugarak távolabbra jutnak el, mint ha hideg. eldönthető nem

Vissza Tovább

Mi a véleményed a feladatokról?
Kattints arra válaszra, amelyik leginkább kifejezi azt!



Milyen gyakran oldottál meg korábban **hasonló típusú** feladatokat?

Soha Ritkán Gyakran Nagyon gyakran

Mennyire találsz **nehéznek** a feladatokat?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Mennyire **tetszettek** a feladatok?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Vissza Tovább



Kutatási készségek



Köszönjük, hogy megoldottad a feladatokat és hogy választál a kérdésekre!

A teljes feladatsoron elért eredményed: **0%**

Eredményeid készségek szerint:

- Változók azonosítása: **0%**
- Változók kezelése: **0%**
- Vizsgálatok tervezése: **0%**
- Adatok értelmezése: **0%**
- Következtetések azonosítása: **0%**
- Kutatási kérdések: **0%**
- Hipotézis azonosítása: **0%**

8. melléklet: Tanulói programértékelő

Mi a véleményed a **BioTudós** programban érintett témák (a bőr, a szervezet anyagforgalma, a cukorbetegség) tanításáról, tanulásáról?

Kattints arra a válaszra, amelyik leginkább kifejezi a véleményed!

Mennyire foglalkoztál szívesen a programmal?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Mennyire tetszettek a feladatok?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Mennyire tudtál otthon önállóan tanulni a programmal?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Vissza Tovább

Mi a véleményed a **BioTudós** programban érintett témák (a bőr, a szervezet anyagforgalma, a cukorbetegség) tanításáról, tanulásáról?

Kattints arra a válaszra, amelyik leginkább kifejezi a véleményed!

Mennyire segítette a feladatok megértését a tanórákon történő közös feldolgozás?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Mennyire segítették a feladatok a témák tananyagának megértését?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Mennyire tetszettek a témához kapcsolódó kiegészítő érdekességek (pl. sportszív, naptejek faktorszám, véradás szabályai, inzulinok hatása)?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Vissza Tovább

Mi a véleményed a **BioTudós** programban érintett témák (a bőr, a szervezet anyagforgalma, a cukorbetegség) tanításáról, tanulásáról?

Kattints arra a válaszra, amelyik leginkább kifejezi a véleményed!

Mennyire sikerült elsajátítani a programban szereplő ismereteket?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Mennyire segítették a feladatok a tudományos kutatás folyamatának megismerését és megértését?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Mennyire szívesen tanulnál más témákról is a program segítségével?

Egyáltalán nem Inkább nem Inkább igen Nagyon

Vissza Tovább

Mit hiányoltál a **BioTudós** programból?

Mit változtatnál? Írd a téglalapba!

Vissza Tovább

9. melléklet: Szülői nyilatkozat

Tisztelt Szülő!

A Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézetéhez kötődő MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport a kutatási készségek fejlesztésére irányuló programot dolgozott ki. Célunk a gyerekek gondolkodásának fejlesztésével a tanulás hatékonyságának, eredményességének növelése. A program kipróbálása 2021 őszén történik 8. évfolyamon, biológia tanórák és otthon végzett játékos feladatok keretében. A fejlesztés hatását a fejlesztő-program előtt és után lebonyolított mérésekkel vizsgáljuk. Elektronikus tesztekkel mérjük azt, hogyan befolyásolta az új oktatási módszer a tanulás eredményességét.

Az adatfelvétel a diákoknak teljes anonimitást biztosító eDia-rendszer felületén keresztül történik (pedagogus.edia.hu). A gyerekek a rendszert a törvényi előírásoknak megfelelő mérési azonosítóval használják, amely mérési azonosító minden más, a gyermekeket egyértelműen azonosító adat nélkül kerül feltöltésre az eDia-rendszerbe.

A fejlesztő programot az Önök iskolájában is meg szeretnénk valósítani, melyhez kérjük az Ön támogató nyilatkozatát. Amennyiben a kutatással vagy az adatfelvétellel kapcsolatban bármilyen kérdése merülne fel, forduljon hozzánk bizalommal a ttkcs@edu.u-szeged.hu e-mail címen!

Tisztelettel:

Korom Erzsébet
tanszékvezető egyetemi docens,
az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport vezetője

Nyilatkozat

Alulírott mint a(z)

iskola osztályos tanuló szülője/gondviselője kijelentem, hogy az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport által végzendő, a *Kutatási készségek fejlesztése 8. évfolyamon biológia tananyagba ágyazva* című programról és a program kipróbálásához kapcsolódó online felmérésekről tájékoztatást kaptam. Tájékoztattak arról, hogy az eDia-rendszer használata teljes anonimitást biztosít a gyermekem részére. A gyermekem a rendszert a törvényi előírásoknak megfelelő mérési azonosítóval használja, amely mérési azonosító minden más, a gyermeket egyértelműen azonosító adat nélkül kerül feltöltésre az eDia-rendszerbe.

Hozzájárulok ahhoz, hogy a vizsgálat során felvett, a gyermekem azonosítására nem alkalmas adatok kutatási célból elemzésre kerüljenek.

Szeged, 2021.

.....
szülő/gondviselő aláírása

10. melléklet: Tanulóknak küldött tájékoztató a BioTudós programról



Kutatási készségek fejlesztése játékos kutatásalapú tanulással biológia tantárgyi tartalom 8. évfolyamon

Kedves Tanuló!

Kérjük, regisztrálj a BioTudós programba az alábbi felületen:

<http://edu03.sci.u-szeged.hu/#/registration>

A sikeres regisztrációhoz a mérési azonosítód (pl. A001-B001) és egy jelszó megadása szükséges. Ezt követően be tudsz jelentkezni a programba (amely bejelentkező felületre a weboldalon is át tudsz navigálni):

<http://edu03.sci.u-szeged.hu/#/login>

Fontos, hogy a mérési azonosítód és jelszavad jól jegyezd meg, mert a továbbiakban ezzel tudsz bejelentkezni a programba!

Kérjük, hogy figyelj biológiatanárodra és időben végezd el a feladatokat, amelyeket Tőled kér! A fejlesztőprogram során két hét alatt három állomást kell teljesítened otthon, házi feladatként. Ezt egészíti ki egy-egy közös tanórai feldolgozás.

Nagyon szépen köszönjük az együttműködésed!

Bizunk abban, hogy izgalmas kihívásnak találod majd a játékos fejlesztőprogram feladatait!



11. melléklet: Kutatási készség előmérés eredmények a kontroll- és kísérleti csoportban a kísérleti kipróbálás során

68. táblázat. Kutatási készség előmérés eredmények a kontroll- és kísérleti csoportban a kísérleti kipróbálás során

Kutatási készségek	Statistikai mutatók	Kontroll-csoport (N=122 fő)	Kísérleti csoport (N=83 fő)	F-próba		t-próba																																																																									
				F	P	t	p																																																																								
Adatértelmezés	Átlag	3,61	3,46	0,903	0,343	1,224	0,222																																																																								
	Szórás	0,82	0,82					Változók azonosítása	Átlag	3,61	3,17	2,314	0,130	2,062	0,402	Szórás	1,49	1,67	Változók tervezése	Átlag	1,53	1,23	2,537	0,113	1,557	0,121	Szórás	1,38	1,28	Kísérlettervezés	Átlag	2,11	1,91	2,128	0,146	1,205	0,230	Szórás	1,18	1,33	Következtetés	Átlag	6,12	6,10	0,136	0,713	0,091	0,928	Szórás	1,74	1,74	Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,99	4,90	1,642	0,202	0,295	0,768	Szórás	2,02	1,80	Hipotézis azonosítása	Átlag	4,43	4,36	0,001	0,998	0,514	0,608	Szórás	1,32	1,38	Teljes teszt	Átlag	26,41	25,16	0,506	0,478
Változók azonosítása	Átlag	3,61	3,17	2,314	0,130	2,062	0,402																																																																								
	Szórás	1,49	1,67					Változók tervezése	Átlag	1,53	1,23	2,537	0,113	1,557	0,121	Szórás	1,38	1,28	Kísérlettervezés	Átlag	2,11	1,91	2,128	0,146	1,205	0,230	Szórás	1,18	1,33	Következtetés	Átlag	6,12	6,10	0,136	0,713	0,091	0,928	Szórás	1,74	1,74	Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,99	4,90	1,642	0,202	0,295	0,768	Szórás	2,02	1,80	Hipotézis azonosítása	Átlag	4,43	4,36	0,001	0,998	0,514	0,608	Szórás	1,32	1,38	Teljes teszt	Átlag	26,41	25,16	0,506	0,478	1,388	0,167	Szórás	6,46	6,65						
Változók tervezése	Átlag	1,53	1,23	2,537	0,113	1,557	0,121																																																																								
	Szórás	1,38	1,28					Kísérlettervezés	Átlag	2,11	1,91	2,128	0,146	1,205	0,230	Szórás	1,18	1,33	Következtetés	Átlag	6,12	6,10	0,136	0,713	0,091	0,928	Szórás	1,74	1,74	Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,99	4,90	1,642	0,202	0,295	0,768	Szórás	2,02	1,80	Hipotézis azonosítása	Átlag	4,43	4,36	0,001	0,998	0,514	0,608	Szórás	1,32	1,38	Teljes teszt	Átlag	26,41	25,16	0,506	0,478	1,388	0,167	Szórás	6,46	6,65																	
Kísérlettervezés	Átlag	2,11	1,91	2,128	0,146	1,205	0,230																																																																								
	Szórás	1,18	1,33					Következtetés	Átlag	6,12	6,10	0,136	0,713	0,091	0,928	Szórás	1,74	1,74	Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,99	4,90	1,642	0,202	0,295	0,768	Szórás	2,02	1,80	Hipotézis azonosítása	Átlag	4,43	4,36	0,001	0,998	0,514	0,608	Szórás	1,32	1,38	Teljes teszt	Átlag	26,41	25,16	0,506	0,478	1,388	0,167	Szórás	6,46	6,65																												
Következtetés	Átlag	6,12	6,10	0,136	0,713	0,091	0,928																																																																								
	Szórás	1,74	1,74					Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,99	4,90	1,642	0,202	0,295	0,768	Szórás	2,02	1,80	Hipotézis azonosítása	Átlag	4,43	4,36	0,001	0,998	0,514	0,608	Szórás	1,32	1,38	Teljes teszt	Átlag	26,41	25,16	0,506	0,478	1,388	0,167	Szórás	6,46	6,65																																							
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,99	4,90	1,642	0,202	0,295	0,768																																																																								
	Szórás	2,02	1,80					Hipotézis azonosítása	Átlag	4,43	4,36	0,001	0,998	0,514	0,608	Szórás	1,32	1,38	Teljes teszt	Átlag	26,41	25,16	0,506	0,478	1,388	0,167	Szórás	6,46	6,65																																																		
Hipotézis azonosítása	Átlag	4,43	4,36	0,001	0,998	0,514	0,608																																																																								
	Szórás	1,32	1,38					Teljes teszt	Átlag	26,41	25,16	0,506	0,478	1,388	0,167	Szórás	6,46	6,65																																																													
Teljes teszt	Átlag	26,41	25,16	0,506	0,478	1,388	0,167																																																																								
	Szórás	6,46	6,65																																																																												

12. melléklet: A kísérleti és kontrollosztályok kutatási készség teszten elért eredményei közötti különbségek vizsgálata (kísérleti kipróbálás)

69. táblázat. Kísérleti osztályok kutatási készség teszten elért eredménye közötti különbség ANOVA vizsgálata

Kutatási készség teszt	Kísérleti osztályok								Varianciaanalízis	
	1. osztály (N=21 fő)		2. osztály (N=25 fő)		3. osztály (N=19 fő)		4. osztály (N=18 fő)		F	Post hoc
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Előmérés	27,86	6,06	26,08	5,68	22,21	6,30	23,89	7,77	2,969*	{1} > {3}
Utómérés	30,00	4,82	28,00	6,47	29,84	6,85	23,89	4,69	4,437*	{1} > {4} {3} > {4}

Megjegyzés: * $p < 0,05$. A „>” jel a szignifikáns különbség irányát jelöli.

70. táblázat. Kontrollosztályok kutatási készség teszten elért eredményei közötti különbségének ANOVA vizsgálata

Kutatási készségek	Kontrollosztályok												Varianciaanalízis	
	1. osztály (N=11 fő)		2. osztály (N=25 fő)		3. osztály (N=19 fő)		4. osztály (N=27 fő)		5. osztály (N=17 fő)		6. osztály (N=23 fő)		F	Post hoc
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Előmérés	28,00	5,38	28,00	6,86	27,16	6,16	28,30	5,49	22,06	7,39	24,73	5,75	3,077	0,120
Utómérés	28,18	5,93	26,00	8,84	29,42	7,99	26,26	7,98	23,35	6,81	25,96	5,99	1,341	0,252

13. melléklet: Kutatási készség előmérés eredmények a kontroll- és kísérleti csoportban a kiterjesztett hatásvizsgálat során

71. táblázat. Kutatási készség előmérés eredmények a kontroll- és kísérleti csoportban

Kutatási készségek	Statistikai mutatók	Kontrollcsoport (N=125 fő)	Kísérleti csoport (N=132 fő)	F-próba		t-próba	
				F	P	t	p
Adatértelmezés	Átlag	3,60	3,46	4,756	0,030	1,409	0,160
	Szórás	0,67	0,88				
Változók azonosítása	Átlag	3,28	3,17	2,653	0,105	0,585	0,559
	Szórás	1,47	1,62				
Változók tervezése	Átlag	1,15	1,32	4,598	0,033	1,047	0,296
	Szórás	1,20	1,34				
Kísérlettervezés	Átlag	2,17	2,03	0,662	0,417	0,922	0,358
	Szórás	1,12	1,26				
Következtetés	Átlag	5,95	5,68	4,149	0,043	1,188	0,236
	Szórás	1,69	1,94				
Kutatási kérdés azonosítása	Átlag	4,79	4,72	0,326	0,568	0,291	0,771
	Szórás	1,98	2,00				
Hipotézis azonosítása	Átlag	4,54	4,10	0,133	0,716	2,479	0,140
	Szórás	1,44	1,53				
Teljes teszt	Átlag	25,48	24,45	3,310	0,070	1,280	0,200
	Szórás	5,87	6,88				

14. melléklet: Kísérleti és kontrollosztályok közötti különbségek a kutatási készség teszten a kiterjesztett hatásvizsgálat során

72. táblázat. Kiterjesztett hatásvizsgálat kísérleti osztályainak eredménye a kutatási készség teszt elő- és utómérésekor

Kutatási készségek	Kísérleti osztályok												Varianciaanalízis	
	1. osztály (N=24 fő)		2. osztály (N=20 fő)		3. osztály (N=15 fő)		4. osztály (N=23 fő)		5. osztály (N=29 fő)		6. osztály (N=21 fő)		F	Post hoc
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Előmérés	24,50	8,64	28,30	5,20	29,40	4,47	24,00	5,51	25,00	5,74	18,13	5,87	8,640*	{1,2,3,4,5} > {6} {3} > {4}
Utómérés	32,92	4,18	30,40	7,26	30,54	4,42	26,92	6,71	24,70	5,93	24,52	5,71	7,412*	{1} > {4,5,6} {3} > {5,6}

Megjegyzés: * $p < 0,05$. A „>” jel a szignifikáns különbség irányát jelöli.

73. táblázat. Kiterjesztett hatásvizsgálat kontrollosztályainak eredménye a kutatási készség teszt elő- és utómérésekor

Kutatási készségek	Kontrollosztályok												Varianciaanalízis	
	1. osztály (N=24 fő)		2. osztály (N=20 fő)		3. osztály (N=18 fő)		4. osztály (N=23 fő)		5. osztály (N=19 fő)		6. osztály (N=21 fő)		F	Post hoc
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Előmérés	25,64	5,18	26,60	4,59	25,94	6,32	26,52	5,72	22,44	6,00	25,90	6,58	1,504	0,242
Utómérés	30,27	4,79	29,90	5,10	26,45	5,84	27,74	5,02	21,00	10,55	24,95	6,12	7,001*	{1,2} > {5,6} {4} > {6}

Megjegyzés: * $p < 0,05$. A „>” jel a szignifikáns különbség irányát jelöli.

NYILATKOZAT

Alulírott, Bónus Lilla (Neptun kód: DLYTPS) a Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola oktatásmélet doktori programjának doktorandusza nyilatkozom, hogy a *„Kutatási készségek fejlesztése játékos kutatásalapú tanulással biológia tantárgyi tartalmon, 8. évfolyamon”* című disszertáció saját, önálló munkám.

Szeged, 2022.09.12.



.....
aláírás