

SCHNIDER DOROTTYA

## Változatos munkaformák, gondolkodást fejlesztő játékos feladatok a fizikaórán

### 1. BEVEZETÉS, PROBLÉMAFELVETÉS

A *Nemzeti Alaptanterv* (2020) és a *kerettantervek* a természettudományos szemlélet kialakítása mellett nagy hangsúlyt fektetnek a fizika hétköznapi alkalmazhatóságának bemutatására. Ahogy *Csapó Benő* is írja, a tudáskonceptió megváltozott (2002). Az oktatásban nem a közvetített tudás mennyiségén, hanem annak minőségén van a hangsúly, a hasznos tanulás megvalósítása a cél. Az elérhető ismeretanyag folyamatosan, gyors ütemben bővül. A tudományos, technikai és gazdasági fejlődés következtében számos, a korábbiakban fontos és hasznos ismeret elévül. Az internet – mint a tudásmegosztás és tudásszerzés színtere – felértékelődik, az online környezetben mindenki számára könnyen elérhetőek a gyorsan változó ismeretek. A bővülő ismerethalmaz, a folyamatos megújulás megköveteli a folyamatos tanulást, gondolkodásfejlesztést. Az oktatásban olyan készségek kialakítása hangsúlyos, amelyek lehetővé teszik az ismeretek megfelelő felhasználását és alkalmazását, az összefüggések átlátását.

Az alkalmazható tudás megszerzését támogatja *Schnider* és *Hömöstre*i kompetenciafejlesztő fizikatanítási módszere is (2021), amely szerint a tevékenységalapú fizikaóra

célja, hogy a megszerzett tudást cselekvés-központú gyakorlással – csoportmunkában végzett, digitális eszközökkel támogatott tanulói mérések kivitelezésével – mélyítse el, valamint olyan képességek kialakítására fektesse a hangsúlyt, amelyek lehetővé teszik az összetett ismeretek elsajátítását, az új ismeretek megszerzését. A módszer Bloom taxo-

nómiájára – amely a tudásszerveződés szintjeit, a tudás hierarchikus rendszerét mutatja be – építve egy megfelelő logikai út bejárásával támogatja az ismeretek rögzítését és elmélyíté-

A tanár sok esetben  
mint tutor jelenik  
meg az osztályban

sét, valamint a gondolkodás- és kompetenciafejlesztést (lásd: *Nádasi*, é. n.). Az óraszervezés során érdemes szem előtt tartani a diákok felé támasztott elvárásokat és kimeneti követelményeket – kerettantervi előírások, fejlesztési területek, elsajátítandó fogalmak –, így a célorientáltság jegyében tanóráinkon hatékony tanulás valósulhat meg, miközben olyan kompetenciák fejlesztése megy végbe, amelyek a megszerzett tudás alkalmazását teszik lehetővé.

Mindez egy új tanárszerepet vonz magával. A tanár sok esetben mint tutor jelenik meg az osztályban, ő az, aki megszervezi, vezeti és monitorozza a munkafolyamatokat, valamint tanulásra ösztönzi a tanulókat. Szem előtt tartva az előírt követelményeket és célokat, megfelelő pedagógiai tudásával, a diákok egyéni sajátosságainak – háttér,

előzetes tudás, motiváció – figyelembevételével szervezi az órákat (*De Grave*, é.n.), és lehetőséget teremt arra, hogy tanulói meghatározott esetekben önállóan (néhány fős csoportokban) aktívan bevonódjanak a munkafolyamatokba és saját tanulási folyamataikba, s így tevékenységeik által szerezzenek alapos, biztos tudást.

A fizika a mai napig a kedveltségi lista utolsó soraiban kullog a diákok között. A legelső fizikaóránkon megkérdezett 9. osztályos diákjaim többsége negatív érzéseket fogalmazott meg a tantárggyal kapcsolatban: „*A fizika nehéz*” – félnek a tantárgytól. A hozott sztereotípiák nem alaptalanok, így igazán érdemes hangsúlyt fektetnünk arra, hogy megmutassuk a fizika sokszínűségét, ezáltal megszólítva és motiválva minél több tanulót, valamint biztosítva a differenciálást is.

A tanulók fizika iránti attitűdje javításának lehetőségét a színes, változatos technikák alkalmazásában, valamint a diákok tanórai aktivitásának fokozásában – az órai munkába való aktív bevonódás ösztönzésében, kommunikatív és cselekvésközpontú gyakorlatok megoldásában – látom.

## 2. CÉLKITŰZÉSEK

A megváltozott feltételekhez – gyarapodó ismeretek, változó tudáskonceptió, változások az oktatás szabályozásában – módszertani eszköztárunk szélesítésével alkalmazkodhatunk. Különböző osztálytípusokban különböző mélységben és különböző módszerekkel tanítunk fizikát, igazodva diákjaink előzetes tudásához, rendelkezésre álló matematikai eszköztárhoz, valamint az

egyéni sajátosságokhoz, a tagozatos jellemzőkhöz.<sup>1</sup> Tanulmányomban egy oktatási kísérlet eredményeit kívánom bemutatni, amely célirányosan humán tagozatos (vagy általános tanterv szerint tanuló) diákok fizika iránti nyitottságának fokozására, fizikai gondolkodásuk fejlesztésére alkotott feladatok, változatos módszerek alkalmazására irányul. Jelen írásommal célom, hogy bemutassak néhány olyan, általam sikeresnek vélt ötletet, amely játékos módon vonja be a diákokat a fizikatanulási folyamatokba, és segíti őket az elmélyült, praktikus tudás megszerzésében. Célom továbbá, hogy hangsúlyozzam a vizsgálatom során alkalmazott feladatmegoldási módszerek – számolási és elméleti feladatok – fizikatudásra és fizika iránti attitűdre gyakorolt hatását.

## 3. FELADATOK A FIZIKAÓRÁN

A feladatmegoldás a fizikaóra elengedhetetlen eleme, hiszen segít a megértésben, az elmélyítésben, a rögzítést támogató gyakorlásban. Fizikafeladat lehet számolási példa, tesztkérdés, grafikonelemzés vagy grafikus ábrázolás, kísérlet/mérés megtervezése vagy kivitelezése, akár egy kutatási projekt (*Juhász*, 2021).

### 3.1 Számolási feladatok – „a fizikai gondolkodás iskolája”

A számítási fizikafeladatok a fizika gondolkodásmódját mutatják meg. A fizika a megismerés során a jelenség alapos megfigyeléséből indul ki, amelyhez olyan mennyiségeket definiál, amelyeknek szerepet tulajdonít a jelenség kimenetelével kapcsolatban, és a

<sup>1</sup> A Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium tagozatai: általános iskolai, speciális matematika, természettudományi és társadalomtudományi tagozat, valamint általános tantervű gimnáziumi osztály.

mennyiségek között kísérletileg is igazolható összefüggéseket fogalmaz meg matematikai alakban. A természetben lezajló jelenségek kvantitatív leírása feladata a fizikának, a megismerés ezen az úton történik, így a számolási feladatoknak mindenképpen helye van a fizikaoktatásban (*Juhász, 2021*).

Emellett azonban érdemes gondolnunk olyan elméleti feladatokra is, amelyek játékos és változatos módon ösztönzik aktív órai részvételre, odafigyelésre és elmélyült gondolkodásra a tanulókat, valamint hozzájárulnak a sztereotípiák ledöntéséhez és a gátlások leküzdéséhez, ezáltal pozitív irányba mozdítva a fizika kedveltségi mutatóját.

A jól ismert elméleti tesztkérdések – kvízek, totók – mellett további ötletek fizikaórai alkalmazása is lehetséges.

### 3.2 Változatos módszerek, játékos feladatok – gondolkodásfejlesztés<sup>2</sup>

A munkafolyamatokba történő aktív bevonódás, a kompetenciafejlesztés, a személyes tapasztalatokra épülő tanulás lehetőségét élménypedagógiai<sup>3</sup> és kreatív pedagógiai alapelvek biztosítják. Olyan elfogadó és befogadó osztálytermi környezet kialakítása a célunk, amelyben az együttműködés a diákok között jól megvalósulhat. *Isaksen és Ekvall* (2010) a kreatív, támogató (szervezeti) légkör kialakításának feltételei között kiemeli a tagok kölcsönös bizalmát, nyitottságát, az új ötletek befogadását. A kreatív szociális – akár tanulási – környezet lehetőséget teremt a tapasztalatok megosztására, a tudás

sokszínűségének bemutatására, hiszen megfelelően épít az egyéni véleményekre. Támogatja az önálló kezdeményezést és a felelősségvállalást, a tagoknak folyamatos visszajelzést ad. E környezetben jellemző továbbá a játékoság és a dinamizmus. Az otthonos, kellemes atmoszféra, a csoporttagok közötti szeretetteljes kapcsolat a csoport tagjaira pozitív hatással bír, bátorítja őket gondolataik megosztására és önmaguk kifejezésére (*Pohl és Szesztay, 2010*).

játékos és változatos módon ösztönzik aktív órai részvételre, odafigyelésre és elmélyült gondolkodásra

Mindez egy olyan tanulási környezetet vetít elénk, amelyben a tanár is a közösség része, amelyben minden tag egyaránt értékelt, s ahol a diákok tanári mentorálás mellett köny-

nyed hangvételt, változatos módszerekkel szervezett tanórákon vehetnek részt. Ez a környezet elnéző a hibákkal szemben. A hibázás természetes velejárója a tapasztalat-szerzésnek. Fizikaórán mindez a gátlások leküzdésében segíthet. A folyamatos együttműködés, bátorítás és visszacsatolás a fejlődés lehetőségét biztosítja.

A következőkben néhány olyan feladatötletet mutatok be, amelyek a kreatív pedagógia alapelveire támaszkodva biztosítják a fizikaórák élményalapú megvalósítását, fejlesztik a szociális és szakmai képességeket, a diákok gondolkodását, illetve hozzájárulnak a megszerzett ismeretek elmélyítéséhez és alkalmazásához.

#### Bevésést és felidézést támogató feladatok

Hasznos, ha a tanóráink elején néhány percben időt szánunk a ráhangolódásra. Diák-

<sup>2</sup> Az itt közölt feladatötletek mellett további feladatokat mutatok be a honlapomon: <https://schniderdorotya.com/tanári-segédlet?blogcategory=Játékos+feladatok> (2022. 11. 14.)

<sup>3</sup> [http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedagogus\\_mestersgV2/92\\_Lmnypedaggia.html](http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedagogus_mestersgV2/92_Lmnypedaggia.html) (2022. 08. 01.)

jaink a szünetből (és sokszor az online térből) érkeznek meg hozzánk az offline valóságba (Tari, 2014), a fizikaórára. Különböző élmények hatására különböző lelkiállapotban vannak, amely befolyásolja a motiváltságukat (Réthy, 1998). A bemelegítő feladatok abban lehetnek a segítségünkre, hogy kialakítsunk egy közös tanuláshoz szükséges atmoszférát, az óra minden résztvevője fizika üzemmódba kapcsoljon.

*Néhány példa bemelegítő játékokra:*

- **Popcorn-játék:** A játékot egy adott osztályban játsszuk. A tanár egy popcorn tasakot rendel minden új témakörhöz, amelybe az órákon előkerülő fontosabb gondolatokat (definíciók, kiszámítási módok, jelölések, egyszerűbb feladványok, kérdések) gyűjti folyamatosan, a témakör végéig. Minden óra után további feladványokkal egészíti ki a tasakot, az adott órán megtanultak alapján. A feladványokat kis cetlikre írja, majd popcorn alakúra formálja őket. Ahogy haladunk a témakör vége felé, úgy gyarapodnak az ismeretek, és úgy bővül a tasak tartalma is. Amikor a tasak már bőven tartalmaz kérdést, azaz megtelik popcornnal, jó órakezdő, ismétlő feladat lehet a játék. Óra elején a diákok párokban kihúznak egy-egy kártyát a tasakból, annak segítségével felelevenítik a korábban megtanultakat, vagy megoldják a rövid feladványt. Ezt egy rövid, közös megbeszélés követi. A játék lehetővé teszi az egész témakör átismétlését. A feladatmegoldás teljesen hagyományos, ugyanakkor már a jópofa, színes

popcorn tasak látványa is fokozza a hangulatot, valamint a diákok kíváncsiságát. A kihívásokat kedvelő csoportjainkban egy versenyt is szervezhetünk a feladat köré. A diákok néhány fős csoportokban dolgoznak. A tanár minden csoportnak ad egy tasakot. A csapatok feladata, hogy meghatározott idő alatt oldjanak meg minél több feladványt. Az ellenőrzés megkönnyítése érdekében a diákok a megoldásaikat egy lapra írják. Az a csapat nyer, aki adott idő alatt a legtöbb popcornot „fogyasztja” el.

- **Dominó:** Összefoglaló órák, óra eleji ismétlések játékos feladata a *dominó*. Lényege, hogy a fizikaóra minden résztvevője – a tanár is – húz egy dominókártyát, amelynek egyik ablakában

diákjaink a szünetből (és sokszor az online térből) érkeznek meg hozzánk az offline valóságba

pl. egy kérdés, másik ablakában egy válasz olvasható (a dominókon a kérdés- és a válaszablak tartalma egymástól független). A kártyákat aszerint szerkesztjük meg, hogy mit szeretnénk

átismételni a diákjainkkal. A játék kezdetekor mindenki feláll. A tanár kezd, felolvassa a kártyáján szereplő kérdést. Az a diák lesz a soron következő, akinek a kártyáján a kérdésre adható válasz található. A diák válaszol, ezt követően felolvassa a nála lévő kérdést, majd leül. A játék során láncszerűen haladunk, a diákok sorban ülnek le, mint a dominók. A kártyákra természetesen egyszerű kérdések mellett rövid feladvány, fogalom és magyarázata, gondolkodtató kérdés, vagy akár egy egyszerűbb számítási példa is kerülhet. A lehetőségeknek csak a kreativitásunk szabhat határt. A feladat

módosított változatában a diákok párokban, csoportokban dolgoznak, a dominókártyákat egy borítékban összekevert állapotban kapják meg.

Feladatuk a dominó kirakása, közben a feladványok átgondolása, közös megbeszélése. Az 1. ábra egy mintafeladatot mutat be.<sup>4</sup>

## 1. ÁBRA

Dominó az egyenes vonalú mozgások ismétléséhez

I. dominó	Az egyenes vonalú egyenletes mozgás kísérleti vizsgálata
Mérés Mikola-csővel	A mérés tapasztalatai
$\Delta s \sim \Delta t$	Következtetések a tapasztalatok alapján
$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{állandó}$	Változó mozgás
A mozgás során a test sebessége (nagyság, irány) változik.	Pillanatnyi sebesség
Az a sebesség, amivel a test egyenletesen haladna tovább, ha megszűnne a sebességváltozást okozó hatás.	Átlagsebesség
Az a sebesség, amivel a test egyenletesen mozogva adott utat ugyanannyi idő alatt tenne meg, mint változó mozgása során.	Példa változó mozgásra

FORRÁS: saját szerkesztés

*További gyakorlófeladatok*

- **Keresztrejtvény:** Fogalom-meghatározás gyakorlásához alkalmazható. A keresztrejtvény megfejtése utalhat az óra következő eseményére is.
- **„Keresd a kakukktójást!”** – Rövid, néhány perces gyakorlat, amelyet a diákok önállóan és párokban is elvégezhetnek.

Rövid szöveges felsorolásból kell kiválasztani az oda valamiért nem illő tételt. A játék segít abban, hogy beindítsa a diákok gondolkodási folyamatait. Érdekes megkérnünk a tanulókat arra is, hogy indokolják meg, miért az általuk választott fogalom a kakukktójás. Ezáltal mérhető az elsajátítás és a megértés szintje.

<sup>4</sup> A dominókártyák vízszintesen kivágandók. A megadott példában szereplő kártyák jobb oldali ablakában található fogalomhoz/feladathoz az alatta lévő sor bal oldali oszlopában lévő lehetséges válasz kapcsolódik.

Példa: (1) tömeg, erő, sebesség, gyorsulás –  
lehetséges válasz: tömeg, mert az  
skalármennyiség, a többi  
vektormennyiség  
(2) áramerősség, hosszúság, hőmé-  
rséklet, sűrűség – lehetséges válasz:  
sűrűség, mert származtatott men-  
nyiség, a többi alapmennyiség

- **„Lyukas szöveg”**: A hiányos szöveget a diákoknak kell kiegészíteniük a megfelelő fogalom önálló beillesztésével vagy egy listából történő kiválasztásával (2. ábra). Segít a megtanultak felidézésében, a rögzítést támogató gyakorlásban.

## 2. ÁBRA

Lyukas szöveg a Kepler-törvényekhez

### Kepler-törvények

1. A bolygók [ ] keringenek, amelynek egyik [ ] a Nap áll.
2. A Naptól a bolygóhoz húzott vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő [ ] sűrűl. A [ ] állandó. A bolygók napközben gyorsabban, naptávolban lassabban haladnak.
3. A Nap körül keringő bolygók keringési idejének [ ] úgy aránylik egymáshoz, mint a Naptól mért közép távolságuk köbe.

FORRÁS: saját szerkesztés

#### A tanultak megértését, elmélyítését támogató feladatok

- **Három „mert”**: A feladatot a megértés és elmélyítés céljából alkalmazom. A diákok háromfős csoportokban dolgoznak. A csoportoknak kártyákat osztok ki, rajtuk egy-egy megállapítással. Pl.: *A bevásárlókocsi mozgásba jön, ha megtolod. Miért? Elemezd a jelenséget!*

Ez a feladat a megértést méri. A diákoknak saját szavaikkal kell megfogalmazniuk *háromféle*képpen a

tehetetlenség törvényét egy hétköznapi jelenség értelmezése kapcsán oly módon, hogy minden diák egy-egy megfogalmazást mond egyedül. Fontos, hogy a tanulók figyeljenek egymásra, és ne ismételjék meg az előzőleg elhangzott gondolatot, hanem a törvény jelentését szem előtt tartva próbáljanak előállni egy újabb lehetséges megfogalmazással.

- **„Mi lenne, ha?”** –Az ilyen típusú problémák játékos feldolgozása fejleszti a

deduktív gondolkodást, a kreativitást (Gyarmathy, 2007).

A diákoknak lehetőséget adunk, hogy eljuttassanak gondolataikkal, hogy hogyan változna az életük, ha pl. nem lenne súrlódás, gravitáció, energiavesztés stb. A feladatmegoldást frontális osztálymunkában érdemes lebonyolítanunk, hiszen az elhangzottak alapján újabb és újabb ötletek juthatnak a diákok eszébe, így az asszociációs gondolkodás is fejleszthető.

- **„Keress hasonlóságokat, különbségeket!”** – Az ilyen típusú feladatok az analógiás gondolkodás fejlesztésében játszanak komoly szerepet. „Az analógiás gondolkodásnak két szerepe van: megérteni a bonyolultat, és új információk birtokában továbblépést tenni új megértések felé” (Gyarmathy, 2007). Egy példa: *„Keress különbségeket az egyen- és váltóáram előállítás között!”*
- **„Rajzold le!”** – Gondoljunk csak a számolási feladatok megoldására! Ha értjük a feladat szövegét, könnyen elkészítjük az illeszkedő vázlatos rajzot vagy az erőábrát. Ezek alapján, ha a diák megértette a tananyagot, könnyen készíti rajzot is a jelenségről.

A vizualizáció támogatja tehát a problémamegoldást (Gyarmathy, 2007). Gondolataink képpé alakítása mély megértést mutat. Egy példa: *„Készíts rajzot, ami a különböző indítási sebességgel rendelkező mesterséges égitestek pályáját szemlélteti ( $v_1$  az első kozmikus sebesség,*

*$v_{II}$  a szökési sebesség)) 1)  $v = v_I$ ; 2)  $v_I < v < v_{II}$ ; 3)  $v = v_{II}$*

Természetesen ide sorolhatjuk a diákok saját szavaival történő részletes indoklást és magyarázatot váró feladatokat, az olyan kérdéseket, amelyek hétköznapi példák felsorolását kéri a tanulóktól – illetve az igaz-hamis feladatok is a megtanultak megértését és elmélyítését támogathatják.

#### Fizikátörténethez kapcsolódó feladatok

A kultúrtörténeti kitekintés mindenképpen hasznos, hiszen fizikátörténeti kérdések az érettségien is előfordulhatnak, továbbá a fizikátörténet szerepe hangsúlyos a társadalmi vonatkozások megfigyelésében, a tudományos és társadalmi fejlődés nyomon követésében is.

- **„Írj CV-t neki!”** – Fizika iránt kevésbé érdeklődő tagozatok osztályaiban érdekes feladatnak bizonyulhat, ha a tanult tudós életét és munkásságát úgy tekintik át és dolgozzák fel a tanulók, hogy közben egy produktumot hoznak létre: önéletrajzot írnak a tudósnak. Az anyaggyűjtés és a kidolgozás közben számos információ rögzíthető, emellett a feladat a kreativitást is fejleszti.
- **Történetmondás:** Új témakör bevezetése során gyakran érdemes a fizikátörténetre támaszkodnunk. A kultúrtörténeti órákat jól illusztrálhatják bizonyos fotók, amelyeket az óra végén megfelelő sorrendben kivetítve a diákok felidézhetik az órán elhangzottakat. Ilyenkor a fotókat

a megfelelő időrendi és logikai sorrendben mutatjuk meg, egymás után felszólítva a tanulókat, akik egy-egy mondattal kommentálják az adott képet, a végére pedig egy kerek történetet kapunk. A mesélés közben aktívan átismételjük a tanultakat. A feladat módosított változatában a diákok egy borítékban kapják meg a képeket, amelyeket sorba rendezve „mesélik el” egymásnak a történetet. A feladat fejleszti a gondolkodást, hiszen nagy hangsúlyt fektet arra, hogy a diákok megértsék az ok-okozati összefüggéseket, lássák, hogy az adott tudós milyen, már meglévő tudásra építhetett, milyen eszközök álltak rendelkezésére stb. A feladat továbbá megszólítja a diákokat, valamint teszteli tudásukat. Az óra végi tesztelés támogatja az elmélyítést.

#### 4. KUTATÁS

A bevezetésben és a célkitűzésekben említett problémák megközelítése érdekében egy pilotkutatást végeztem a 2021/2022-es tanévben, amelynek célja a változatos, játékos – elméleti jellegű, kommunikációt és interakciót igénylő – fizikafeladatok szaktárgyi tudás megszerzésére és fizika iránti attitűdre gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Kutatásom ideje alatt diákjaimmal a dinamika

(pontoszerű testek dinamikája, erőtan) témakörét dolgoztam fel. A tervezés során ügyeltem arra, hogy a diákok változatos módszerekkel találkozzanak a fizikaórákon, így az osztály minden tagja tapasztalatot szerezhett a különböző munkaformák, feladatok és technikák lehetőségeiről. A vizsgálathoz az osztályt véletlenszerűen két csoportra osztottam, a kutatást teszt- és kontrollcsoport mellett végeztem. Az egyes csoportokat alkotó diákok fizikatudásában fennálló kü-

---

nagy hangsúlyt fektet arra, hogy a diákok megértsék az ok-okozati összefüggéseket, lássák, hogy az adott tudós milyen, már meglévő tudásra építhetett, milyen eszközök álltak rendelkezésére stb.

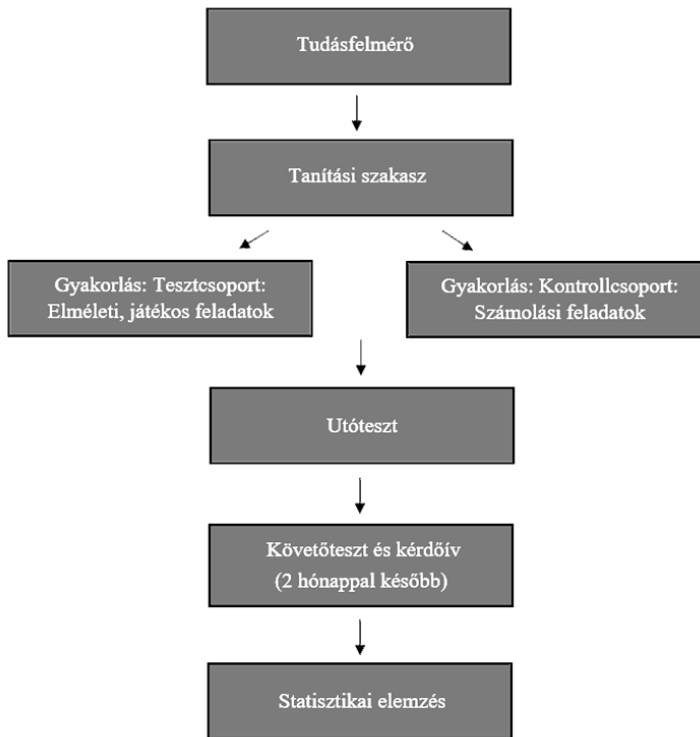
---

lönbségeket előzetes tudásfelmérővel mértem. A vizsgálat ideje alatt a tesztcsoport tanulói órai önálló – nem frontális osztálymunkában zajló – és otthoni gyakorlásuk során olyan elméleti feladatokat oldhattak meg, amelyek játékos módon készítették őket aktív gondolkodásra, valamint gyakran a társaikkal

való együttműködésre. A kontrollcsoport tanulói számára a gyakorlást a tankönyvben szereplő leckéhez tartozó számolási feladatok megoldása jelentette. Utó- és követőtesztekkel vizsgáltam a diákok tanulmányi eredményét, a gyakorlás során alkalmazott módszerek fizikatudásra gyakorolt hatását. Vizsgáltam továbbá a diákok fizikaórához, fizikaórai feladatokhoz való hozzáállását is, amelyet attitűdteszt – kérdőívre adott tanulói válaszok – kiértékelésével figyeltem meg. A 3. ábra a kutatás ütemezését, kutatásom modelljét szemlélteti.

## 3. ÁBRA

A kutatási modell



FORRÁS: saját szerkesztés

#### 4.1 Minta

A kutatásra a Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium 9. évfolyamos társadalomtudományi tagozatán került sor 27 tanuló bevonásával. Az osztály heti két órában tanul fizikát a NAT 2020 és a kerettanterv szerint. Érdeklődésük a fizika iránt átlagos, főként a humán tárgyak vonzzák a tanulókat, viszont a legtöbb diák motiválható, az órai és szorgalmi feladatokba jól bevonható. Az osztály két részre bontását követően 15 fős tesztcsoporttal és 12 fős kontrollcsoporttal dolgoztam. A létszámbeli

különbséget az adja, hogy a tesztcsoport 17, a kontrollcsoport 16 fővel indult, azonban a tesztcsoport két tanulója, a kontrollcsoportból pedig négy tanuló hiányzás miatt nem írt meg valamennyi dolgozatot (utó- vagy követőtesztet).

#### 4.2 Eszközök, módszerek

##### 4.2.1 Óraszervezés – A tanítási szakasz

A mindkét csoport számára azonos tanítási fázis során a célt az volt, hogy bevonjam diákjaimat egy aktív, közös – tanári

vezetéssel történő – órai tanulási folyamatba, miközben a módszertani paletta lehető legtöbb színét mutatom meg számukra. A tanítási szakaszban az ismeretek átadása kapott szerepet, ám a hagyományos tanári előadás és táblai jegyzet mellett számos olyan technikát is alkalmaztam, amely frontális szervezési módban fokozza a diákok tanórai aktivitását, valamint lehetővé teszi a személyes bevonódást. A fizikaórák ezen szakaszában a következő tevékenységek kerültek elő:

*Frontális osztálymunkában:* képleírás, közös megbeszélés, táblai jegyzettel támogatott tanítás, interaktív (animált) PPT-vel vezetett tanítás ellenőrző feladatokkal, tesztkérdésekkel; demonstrációs mérések, számolási feladatok (kis számban), interaktív (munkatankönyv-szerű) tananyagok közös feldolgozása, játékos ellenőrző feladatok.

*Példa a frontális osztálymunkában gyakorolt játékos, elméleti feladatokra:* keresztrejtvény, dominó, lyukas szöveg kivetítve, a szöveg közös kiegészítése, történetmesélés

fizikatörténeti témában. Ezen feladatok célja a tanítási fázisban átadott ismeretek elsajátíttóságának tesztelése. A feladatok megoldása természetesen pár- és csoportmunkában is kivitelezhető, fontos azonban, hogy a hatékony elmélyítés érdekében a megoldások közös megbeszélésére, ellenőrzésére is fektessünk elegendő hangsúlyt.

#### 4.2.2 Óraszervezés – Gyakorló fázis: Önálló és csoportos (páros) feladatok

Az órák játékos, frontális ismeretszerző fázisát a gyakorló szakasz követte, amely során a teszt- és kontrollcsoport tanulói eltérő feladatokat oldottak meg önállóan vagy párokban, néhány fős csoportokban.

A tesztcsoport elméleti kérdéseken (*pl. igaz/hamis, tesztkérdések, lyukas szövegek, magyarázatot váró kérdések stb.*) munkálkodott, valamint kreatív feladatokat (*pl. versírás, „Írj CV-t neki!” stb.*) dolgozott ki, míg a kontrollcsoport tagjai a hagyományos, tankönyvben szereplő számolási példák megoldásával gyakoroltak.

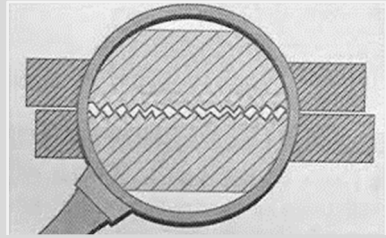
### Mintafeladatlap a tesztcsoport számára

#### Feladatok – súrlódási erő – 9. osztály

1. Mi lenne, ha nem lenne súrlódás? Hogyan változna az életed? Mire (nem) lennének képesek?
2. Igaz vagy hamis?
  - A csúszási súrlódási erő kisebb, mint a tapadási súrlódási erő.
  - Ha egy test egyenes vonalú egyenletes mozgást végez, akkor nem hat rá erő.
  - A súrlódási erő mindig fékez.
  - A tapadási súrlódási erő gyorsíthat.
  - A nyomóerő egy szabaderő, azaz erőtvénnyel írható le.
  - Ha megszűnik a nyomóerő, a test elhagyja az alátámasztási felületet.
  - A súrlódás oka a felületet érdessége.

### 3. Képleírás<sup>5</sup>

A kép alapján adj magyarázatot arra, hogy miért hatékonyabb a fékezés száraz úton, mint nedves felületen!



### 4. Egészítsd ki a mondatokat!

Egy hasábra rugós erőmérő közbeiktatásával erőt fejtek ki. Az erő folyamatos növelése ellenére sem mozdul meg a test az asztalon. Rá vízszintes irányban a húzóerőn kívül a ..... erő hat. A húzóerő és a tapadási súrlódási erő nagysága ..... Ha a húzóerő elér egy kritikus értéket, a test megmozdul, megcsúszik a felületen. Ha ..... sebességgel mozgatom a testet az alátámasztáson, a mozgása közben ráható ..... súrlódási erő nagysága megegyezik a húzóerő nagyságával, azaz a két erő ..... egymást. Vízszintes asztallapon a testre ható függőleges irányú erők: ..... és ..... éppen megegyeznek, azaz eredőjük ..... Ez azt jelenti, hogy függőleges irányban nem ..... a test.

### 4.3 Kutatási kérdések

Vizsgálatom során a következő kutatási kérdésekre kerestem a választ:

- 1) Jelentkezik-e szignifikáns különbség az elméleti és a számolási feladatok fizikatudásra gyakorolt hatásában?
- 2) Hogyan befolyásolják az egyes gyakorló módszerek – számolási feladatok és változatos, játékosabb problémamegoldások – a tanulók fizika iránti attitűdjét?

### 5. EREDMÉNYEK

A kutatási eredményeket a diákok pre-teszten (előzetes tudásfelmérőn), poszt-teszten (témazárón) és követőteszten (két hónappal

később megírt, témazáróval azonos dolgozaton) elért eredményeinek statisztikai elemzésével nyertem. Ezek mutatják, hogy az alkalmazott gyakorlófeladatok milyen szerepet töltenek be a fizikatudás megszerzésében. Vizsgáltam továbbá azt is, hogy mely feladattípusok megoldása esetén jelentkezik eltérés a két csoport között. Az attitűdre gyakorolt hatást kérdőívre adott tanulói válaszok kiértékelésével elemeztem. A diákok egy hatfokú Likert-skálán jelölhették véleményüket a fizikával, a fizikaóra egyes elemeivel (pl. interaktív feladatok, frontális munkaforma – táblai jegyzet, demonstrációs mérés, tanulói mérés stb.), valamint az alkalmazott gyakorlófeladatokkal kapcsolatban. Az elemzés során kapott eredmények hasznos segítséget nyújthatnak az oktatási módszereink megválasztásában.

<sup>5</sup> A kép forrása: [http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Surlodas\\_.htm](http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Surlodas_.htm) (2022. 08. 01.)

## 5.1 Statisztikai módszerek

A statisztikai elemzést a *JASP* szoftverrel végeztem: Shapiro-Wilk teszttel (*Pataki*, 2001) ellenőriztem az adatok – a két független minta: a teszt- és a kontrollcsoport pontszámait (teszteken elért összpontszám, valamint az egyes feladatokon elért pontszám feladat-típusonkénti bontásban) – normál eloszlását (*Graham*, 2000). Normál eloszlások esetén Levene-tesztet (*Zhenqiu és Ke-Hai*, 2010) alkalmaztam annak ellenőrzésére, hogy a különböző mintákból származó adatok szórása egyenlő-e vagy sem. Egyenlő varianciák esetén (ha a teszt  $p$ -értéke 0.05-nél nagyobb) Student-t teszttel (független mintás  $t$ -próba; *Pollak és Cohen*, 1981) folytattam a kiértékelést, a másik esetben Welch-teszttel (*Lu és Yuan*, 2010) elemeztem az adatokat. Ha az adatok nem normáeloszlást követnek (azaz a Shapiro-Wilk teszt  $p$ -értéke kisebb vagy egyenlő, mint 0.05), Mann-Whitney  $U$ -teszt (*Nachar*, 2008) alkalmazható. A különböző módszerek hosszú távú tudás kialakítására gyakorolt hatásának vizsgálata érdekében két hónappal később követőtesztet írtam a tanulóimmal, amelyet előre nem jelentettem be. A teszt megegyezett a témazáróval. A követőteszten elért eredmények kiértékeléséhez Shapiro-Wilk teszt  $p$ -értékén alapuló páros mintás  $t$ -próbát (*Pollak és Cohen*, 1981) alkalmaztam.

számos olyan feladattal találkoztak, amely a fizika hétköznapi jellegét emelte ki

## 5.2 Teszteredmények

Az előzetes tudásfelmérő eredményei alapján a diákok tudásában nem jelentkezik szignifikáns eltérés: a független mintás  $t$ -próba  $p$ -értéke<sup>6</sup> 0.306.

Összehasonlítva a poszt-teszten megszerzett pontszámokat, szintén nem tapasztaltam különbséget: A független mintás  $t$ -próba  $p$ -értéke: 0.812. Feladattípusonkénti bontásban azonban már mutatkozott eltérés. A dolgozat feladatai között szerepelt *feleletválasztós kérdés (döntés – „Melyik a helyes?”); magyarázatot igénylő feladat; hétköznapi példák felsorolása; rajzon erők felvétele és megnevezése; „lyukas szöveg” és számolási feladat*. Szignifikáns különbség a példák felsorolását váró kérdés megoldásában jelentkezett.

A Welch-teszt  $p$ -értéke<sup>7</sup>

0.047. A pozitív irányú eltérés a tesztcsoport irányában mutatkozik meg. (A tesztcsoport átlagosan 4.53 pontot ért el a megszerzhető 5-ből, a szórás pedig 0.64; A kontrollcsoport eredménye: az átlag 3.42, a szórás 1.68). Az eredmények alakulását befolyásolhatta, hogy a gyakorlófázis során a tesztcsoport tanulói számos olyan feladattal találkoztak, amely a fizika hétköznapi jellegét emelte ki, hétköznapi példákon keresztül várta a jelenségek értelmezését, egyes állítások indoklását.

<sup>6</sup> Ha a független mintás  $t$ -próba  $p$ -értéke kisebb egy adott szignifikanciaszintnél (pl. 0.05 = 95%-os statisztikai biztonság), elvetjük a nullhipotézist, amely szerint nincs különbség a két független minta között. Lásd: <https://statistics-byjim.com/hypothesis-testing/independent-samples-t-test/>

<sup>7</sup> Ha a Welch-teszt  $p$ -értéke kisebb, mint 0.05 (95%-os statisztikai biztonság), szignifikáns különbséget feltételezünk a két független minta között. Lásd: <https://stats.stackexchange.com/questions/339243/t-welch-two-sample-t-test-interpretation-help> (2022.07. 21.)

A két hónappal később írt követőteszt feladattípusai esetén már nem jelentkezett eltérés, azonban mindkét csoport esetében kijelenthető, hogy az eltelt idő alatt romlott a tudásuk. A páros mintás t-próba eredménye<sup>8</sup> a tesztcsoportnál:  $p = 0.001$ ; a kontrollcsoportnál:  $p = 0.025$ ). Az utóteszten a tesztcsoport a megszerezhető 48 pontból átlagosan 33 pontot ért el, míg a kontrollcsoport átlagos pontszáma 33,5 pont volt. A követőteszten elért átlagos pontszámok a következők: tesztcsoport esetén 28,47 pont; kontrollcsoport esetén 27 pont.

A két hónap alatt a tudásban bekövetkező romlás átlagosnak mondható, különösen egy nem kifejezetten fizika iránt érdeklődő osztályban. A diákok készülnek órára, valamint a dolgozatokra is, azonban emellett további időt nem fordítanak a fizikatanulmányaikra (*a tesztcsoport diákjai 6-os skálán 2.33-as, a kontrollcsoport tanulói 2.17-es gyakorisággal foglalkoznak fizikával a szabadidejükben*), pedig ez hasznos lehetne a hosszú távú, biztos tudás kialakításában és megtartásában.

### 5.3 Az attitűdvizsgálat eredményei

Az attitűdvizsgálat során megnéztem, hogy az általam kijelölt alapértékhez, a fizika

iránti alapvető attitűdhöz („*Szeretem a fizikát, a fizikát érdekesnek találok.*”) képest jelentkezik-e bármilyen irányú szignifikáns eltérés egyes fizika tantárgyhoz, fizikaórához köthető elem, feladat, részegység diákok általi megítélésében, azaz a tanulók hozzáállásában. A tanulókat egy kérdőív kitöltésére kértem. Hatfokú Likert-skálán jelölhették véleményüket az előre megadott, fizikával, fizikaórával kapcsolatos állításokról. A kérdőívre adott válaszok mindegyikének kiértékeléséhez normalitásvizsgálatot követően a páros-mintás t-próba alkalmazása volt indokolt.

*Az 1. és a 2. táblázat bemutatja, hogy milyen a tantárgy, a fizikaóra, a fizikaórai feladatok megítélése*

a kontroll- és a tesztcsoport diákjainak körében. A táblázatokban azokat az állításokat közlöm, amelyek esetében az alapattitűdhöz képest szignifikánsan pozitív (üres háttér) vagy negatív (szürke háttér) eltérés jelentkezik. Az alapállítás („*Szeretem a fizikát, a fizikát érdekesnek találok.*”) a tesztcsoportban a hatfokú skálán átlagosan 4.17-es, a kontrollcsoportban 4.13-as értékelést kapott. A „*Megítélés*” oszlopban a diákok által az állításra adott átlagos pontszámot jelzem.

a diákok készülnek órára, valamint a dolgozatokra is, azonban emellett további időt nem fordítanak a fizikatanulmányaikra, pedig ez hasznos lehetne a hosszú távú, biztos tudás kialakításában és megtartásában

<sup>8</sup> Abban az esetben, ha a próba p-értéke kisebb, mint 0.05 (95%-os statisztikai biztonság), elvetjük a nullhipotézist, miszerint nincs különbség a kétszer vizsgált mintában. <https://statisticsbyjim.com/hypothesis-testing/paired-t-test/> (2022. 07. 21.)

## 1. TÁBLÁZAT

A kontrollcsoport hozzáállása a fizikaórához, a fizikaóra egyes feladataihoz

Állítás	p-érték	Megítélés
Jól érzem magam az órákon.	0.049	5.00
Szeretem az interaktív, PPT-vel vezetett órákat.	0.003	5.00
Örülök, hogy az órák változatosak.	0.035	4.92
Tetszenek a demonstrációs mérések.	0.049	5.00
Tetszenek a tanulói mérések.	0.005	5.17

FORRÁS: saját szerkesztés

Említésre méltó továbbá ( $p = 0.065$ ), hogy a kontrollcsoport tanulói hasznosnak tartják az aktív bevonódást igénylő, az

önálló tanulást támogató interaktív (munkatankönyvszerű) tananyagokat.

## 2. TÁBLÁZAT

A tesztcsoport hozzáállása a fizikához, fizikaórához, a fizikaóra egyes feladataihoz.

Állítás	p-érték	Megítélés
A fizikát hasznosnak tartom.	0.015	5.00
Tetszenek a demonstrációs mérések.	0.016	5.13
A fizika könnyen megérthető.	<0.001	3.13

FORRÁS: saját szerkesztés

Említésre méltó emellett, hogy a tesztcsoportban tanulók hasznosnak tartják az interaktív tananyagokat ( $p = 0.071$ ) és szeretik a frontális, táblai jegyzettel támogatott órákat ( $p = 0.098$ ).

Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a kontrollcsoport tagjai – akik önálló gyakorlásuk során számolási feladatokat oldottak meg tanári segítség nélkül – igénylik a változatos, színes, interaktív fizikaórai elemeket. Ezzel szemben a tesztcsoport tanulói számára természetes volt az elméleti/játékos feladatmegoldás, hiszen a

közös órai gyakorlás során is főként ilyen jellegű feladatokon dolgoztunk, így esetükben se pozitív, se negatív irányú eltérés nem mutatkozik az alapattitűdhöz képest. Ők azonban különösen hasznosnak tartják a fizikát, ami abból adódhat, hogy gyakorlásuk során számos hétköznapi példán keresztül ismerhették meg a tárgyat. Számukra viszont a tantárgy nem könnyen érthető. A fizika iránti alapattitűdhöz képest szignifikáns eltérés mutatkozott ezen állítás („A fizika könnyen érthető.”) kapcsán, még hozzá negatív irányban. Az elméleti feladatokról

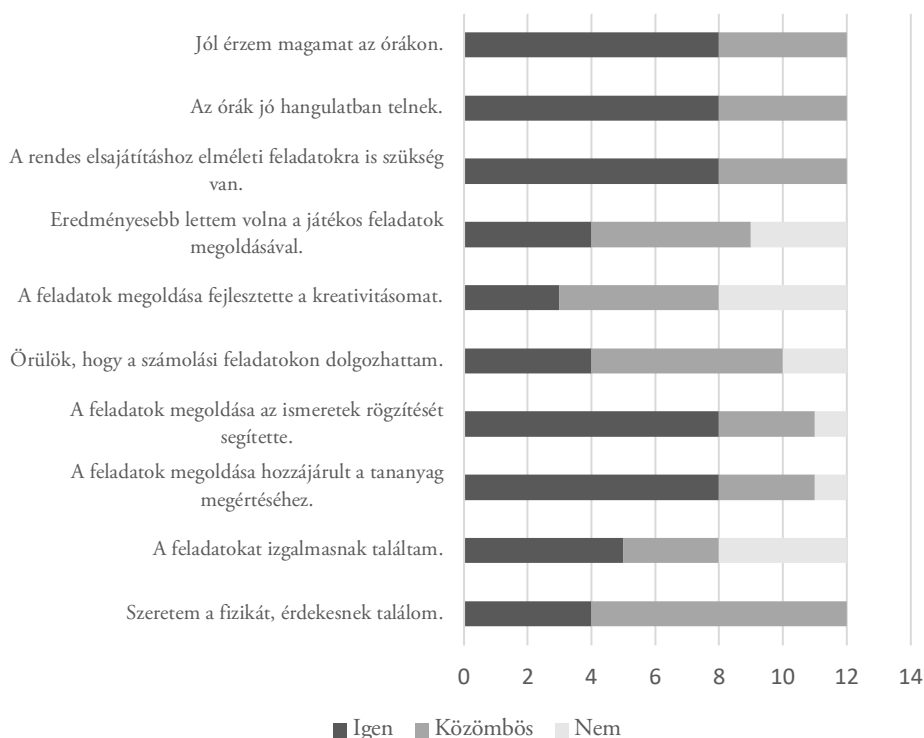
elmondhatjuk, hogy nehezek. Helyes megoldásuk igazi odafigyelést követel, a tananyag alapos átgondolását és széles átlátását igényli. Ezzel szemben a számolási feladatok esetében a megfelelő matematikai modell „megtalálása” az, ami általában a problémát jelenti, a felírás után már egyszerű műveletekkel könnyen juthatunk helyes végeredményre. Ezt támasztja alá, hogy a tesztcsoport diákjai kiemelték: szükségük van a megfelelő tanári jelenlétre a megértéshez – a

táblai jegyzettel vezetett órák számukra hasznosnak bizonyultak. Mindkét csoport megjegyezte az önálló, aktív bevonódást igénylő, gondolkodtató és munkáltató interaktív tananyagok hasznos szerepét.

Fontos megfogalmaznunk az eredmények alapján, hogy a pozitív attitűd kialakulásához szükség van a színes, változatos fizikaórai módszerek és technikák alkalmazására.

#### 4. ÁBRA

A számolási feladatokon keresztül gyakorló csoport véleménye a fizikaóráról, valamint a feladatokról



FORRÁS: saját szerkesztés

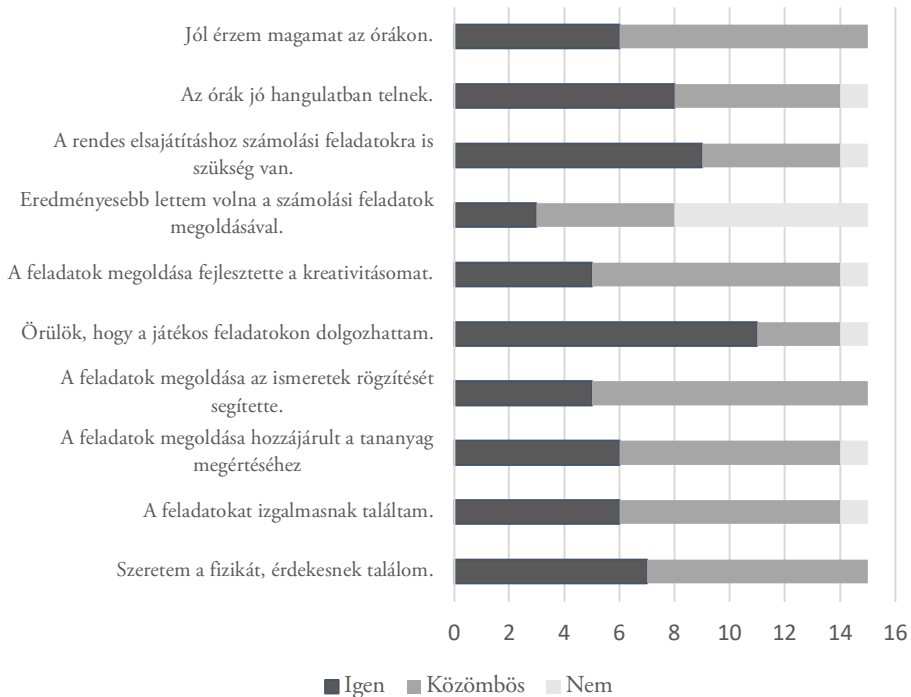
#### 5.4 A kérdőívre adott válaszok – diákok véleménye az alkalmazott módszerről

A 4. ábra bemutatja, hogy az önálló gyakorlófázisban számolási feladatokat megoldó diákok hogyan vélekednek a módszerről, annak hatékonyságáról. A Likert-skálán 5–6-os értékelést kapott állítások pozitív, a 3–4 pontot szerzett állítások közömbös, az 1–2 pontra értékelt állítások negatív tanulói

véleményt hordoznak. A tanulók véleménye szerint az ismeretek mély elsajátítása érdekében vegyes feladatok – számolási és elméleti példák egyaránt – megoldása szükséges. Úgy érzik, hogy a számolási feladatok gyakorlásával jól rögzítették a megtanultakat, megértették a tananyagot. Fontos kiemelnünk, hogy a legtöbb diák pozitív véleményt fogalmazott meg a fizikaórákkal kapcsolatban: az órákon jól érezték magukat, jó hangulatú fizikaórákon vehettek részt.

### 5. ÁBRA

A tesztcsoport tanulóinak véleménye a fizikaóráról, valamint a játékos/elméleti feladatokról



FORRÁS: saját szerkesztés

Az 5. ábra a tesztcsoport tanulóinak véleményét mutatja be. A 15 válaszadó a

legtöbb állítás esetében közömbös véleményt fogalmaz meg, ugyanakkor a diákok

örülnek, hogy a játékos feladatot megoldó csoportban dolgozhattak, azonban véleményük szerint is szükség van további típusú – számolási – feladatok gyakorlására is a fizika megfelelő elsajátításához. A csoportot alkotó tanulók több mint fele hangsúlyozta az órák jó hangulatát.

## 6. ÖSSZEGZÉS

A cselekvésközpontú oktatás – beleértve minden olyan tanulási formát, amely a tanulók aktív tanórai részvételével, cselekvő munkájával jár – pozitív irányba mozgathatja a fizika iránti kedveltségi mutatót. A kreatív módszerek alkalmazása az élményalapú tanórák megvalósítását támogathatja, amely fizikaórán kifejezetten hasznos, hiszen csökkentheti a diákok esetleges tantárggyal kapcsolatos szorongásérzetét. A változatos módszerek és munkaformák, színes feladatok fizikaórai használata mellett a jó hangulat is garantált. Tanulmányomban olyan feladatötleteket közöltem, amelyek diákjainkat aktív fizikaórai részvétellel ösztönzik, valamint támogatják az élményalapú, játékos gondolkodásfejlesztést, továbbá a hétköznapi fizikatudás, az alkalmazható ismeretek megszerzését. Az elméleti feladatok a tananyag mély megértéséért is felelnek. 9. évfolyamos (14–15 éves) társadalomtudományi tagozaton tanuló diákjaim körében elvégzett pilot

elsődlegesen a fizika iránti pozitív attitűd kialakítása a fontos

projektem a fizika sokszínűségének bemutatására, valamint a változatos módszerek és feladatok, illetve a számolási feladatok önálló gyakorlásának fizikatudásra és fizika iránti attitűdre gyakorolt hatásvizsgálatára irányult. Az eredmények alapján azonos szintű tudás érhető el mindkét módszer alkalmazásával, ugyanakkor a változatos módszerek, tanórai interaktív feladatok és tananyagok hozzájárulnak a tanulók tantárgy iránti hozzáállásának javításához. Alapozó fizikaképzésen – általános iskolában, általános tanterv szerint tanuló középiskolai osztályokban – elsődlegesen a

fizika iránti pozitív attitűd kialakítása a fontos. Alapismereteket közvetítünk, amelyek átadásához olyan módszereket érdemes választanunk, amelyek a

hasznos tudás megszerzését, a kompetenciafejlődést, valamint a tanórai könnyed és pozitív atmoszféra kialakítását támogatják. A bemutatott ötletek ezen pedagógiai célok elérését segítik, megalapozzák a fizikaórai jó hangulatot, amely a fizika iránti érdeklődés kialakításához, a motiváció fokozásához, a tantárgy iránti kedveltségi mutató pozitív irányba lendítéséhez járulhat hozzá. Mindez lehetővé teszi a diákok érdeklődésének későbbi – akár szakkörön, fakultáción, továbbtanulás során történő – kibontakoztatását. Vizsgálatomat egy adott tagozaton, humán osztályban végeztem. A jövőben érdemes lesz további kutatásokat szervezni nagyobb mintán, más osztálytípusban is.

*Az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.*



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

## IRODALOM

- Csapó Benő (2002): A tudáskonceptió változása: nemzetközi tendenciák és a hazai helyzet. *Új Pedagógiai Szemle*, **52.** 2. sz., 38–45.
- De Grave, W., Moust, J. és Hommes, J. (é. n.): *The role of the tutor in a problem based learning curriculum. (A SERIES in Problem-Based Medical Education)*. Universitaire Pers Maastricht.
- Graham, D. (2020): Checking for Normality in JASP [videó]. Letöltés: <https://www.youtube.com/watch?v=41eOkYHkRSQ> (2022. 07. 21.)
- Gyarmathy Éva (2007): *A tehetség háttere és gondozásának gyakorlata*. ELTE, Budapest.
- Isaksen, S. G. és Ekvall, G. (2010): Managing for Innovation: The Two Faces of Tension in Creative Climates. *Creativity and Innovation Management*, **19.** 2. sz., 73–88. Letöltés: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2010.00558.x>
- JASP statisztikai elemző szoftver. Letöltés: <https://jasp-stats.org/> (2022. 08. 01.)
- Juhász András, Tasnádi Péter, Jeney Péter, Illy Judit, Wiener Csilla és Főzy István (2021): A fizika tanítása a középiskolában I. Letöltés: [http://fiztan.phd.elte.hu/files/kiadvanyok/Fizika\\_tanitasa\\_I.pdf](http://fiztan.phd.elte.hu/files/kiadvanyok/Fizika_tanitasa_I.pdf) (2022. 07. 21.)
- Kerettanterv a gimnáziumok 9-12. évfolyama számára. Letöltés: [https://www.oktatas.hu/koznevelas/kerettantervek/2020\\_nat/kerettanterv\\_gimn\\_9\\_12\\_evf](https://www.oktatas.hu/koznevelas/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_gimn_9_12_evf) (2022. 08. 01.)
- Magyar Nemzeti Alapintérv (2020). *Magyar Közlöny*, 17. sz. 290–446.
- Nachar, N. (2008): The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, **4.** 1. sz., 13–20.
- Nádasi András: Gépész mérnök tanár szakmaspecifikus módszertani modul (elektronikus tananyag) II. modul, „6.2.1 A pedagógiai taxonómiák, Bloom és követői”. Letöltés: [http://okt.ektf.hu/data/forgos/file/tananyag/nadas/621\\_a\\_pedagogiai\\_taxonmik\\_bloom\\_s\\_kveti.html](http://okt.ektf.hu/data/forgos/file/tananyag/nadas/621_a_pedagogiai_taxonmik_bloom_s_kveti.html) (2022. 09. 20.)
- Pataki Artila (2001): *A többváltozós Shapiro-Wilk tesztek vizsgálata*. Ph.D. doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem Közgazdaságtani Doktori Iskola, Budapest.
- Pohl, U. és Szesztay, M. (2010): Understanding group energy in university language classes. *WoPaLP*, **4.** 23–38.
- Pollak, M. és Cohen, J. (1981): A comparison of the independent-samples t-test and the paired-samples t-test when the observations are nonnegatively correlated pairs. *Journal of Statistical Planning and Inference*, **5.** 2. sz., 133–146. Letöltés: [https://doi.org/10.1016/0378-3758\(81\)90023-9](https://doi.org/10.1016/0378-3758(81)90023-9) (2022. 09. 20.)
- Réthy Endréné (1998): Az oktatási folyamat. In: Falus Iván (szerk.): *Didaktika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 221–270.
- Schnider Dorottya és Hömöstre Mihály (2021): Kompetenciafejlesztő fizikatanítás. *Fizikai Szemle*, **71.** 12. sz., 421–429.
- Tari Annamária (2014): A Z generáció a közoktatásban [videó]. Letöltés: <https://www.youtube.com/watch?v=XLolPx4lbOQ> (2022. 08. 01.)
- Zhenqiu, L. L., és Ke-Hai, Y. (2010): Welch's t test. In: Salkind, N. J. (szerk.): *Encyclopedia of research design*. Thousand Oaks, CA. 1620–1623. Letöltés: [https://www.researchgate.net/publication/301292970\\_Welch's\\_t\\_test](https://www.researchgate.net/publication/301292970_Welch's_t_test) (2022. 08. 01.)