

**Doktori értekezés tézisei**

**A digitális média alkalmazása a tanulói kreativitás,  
problémamegoldás és önálló kísérletezés fejlesztésére  
általános és középiskolában**

**Stonawski Tamás**

**Témavezető: Dr. Juhász András ny. egyetemi docens**

**ELTE TTK Fizika Doktori Iskola  
Vezető: Dr. Palla László**

**Fizika Tanítása Doktori Program  
Vezető: Dr. Tél Tamás**



**Eötvös Loránd Tudományegyetem**

**Fizika tanítása doktori program**

**2015**

## Bevezetés

A diákok technika iránti érdeklődéséből kiindulva jutottam arra a következtetésre, hogy a fizika tanításának megújításában a kísérleteknek és ezeket a diákok felé közvetítő digitális technikának alapvető szerepe lehet. A tanítás mellett az ország számos pontján tartottam kísérleti bemutatókat fizika tanároknak és diákoknak egyaránt. Fontosak, és hasznosak voltak a visszajelzések a helyszínen vagy az előadások után, amelyek irányt is mutattak a további munkáim során.

A diákokkal közösen készített projektek, filmre vett kísérletek alapján sikerült a MOZAIK kiadó stúdiójában folytatni a filmkészítést, így még szélesebb körben tudtam bemutatni a fizikatanítást/tanulást segítő munkáimat.

A tanulók mindennapjainak elengedhetetlen tartozéka a számítógép, az okos telefon és az internet. Az eszközökkel elérhető virtuális térben leveleznek, szórakoznak, ismerkednek, de ismereteik bővítése is itt zajlik. Ebben a digitális világban a hosszan tartó olvasással szemben egyre inkább a vizualitás kap meghatározó szerepet. Ahhoz, hogy a diákok több oldalnyi ismeretalapú szöveget olvassanak el, igen erőteljes motivációnak kell azt megelőznie. Az oktatásunk ezen a területen lépéshátrányban van. Bár a természettudományok alkották meg a felsorolt technikai vívmányokat, a tanításuk során mégsem használjuk ki igazán a digitális technika által kínált lehetőségeket. Körültekintően, de lépni kell. Az óvatosságot elsősorban az indokolja, hogy a digitális világ sokszor elszakad a mindennapitól, míg a természettudományok szigorúan a valódi környezetünk törvényszerűségeit vizsgálják. Jó megoldás lehet, ha a digitális technikát (kihasználva diákjaink érdeklődését) tudatosan használjuk arra, hogy diákjaink figyelmét a valódi világ jelenségeire és azok közvetlen kísérleti megismerése felé irányítsuk. A fotó, a videó, mint a valóság egyfajta kísérleti dokumentumai, felhasználhatóak kreatív fizikai feladatok megfogalmazására. A videó számítógépes mozgáskiértékelő programmal kiegészítve mérést helyettesíthet.

A diákok általában szívesen kísérleteznek, ehhez azonban a feladat kitűzésén túl irányításra, vezetésre van szükségük. Az otthoni és iskolai tanulói kísérletezés segítésére jó lehetőséget kínálnának a video betétekkel illusztrált digitális segédanyagok és szoftverek. A valódi jelenségeket bemutató, az ezekhez kapcsolódó kreatív feladatmegoldást, és az önálló tanulói kísérletezést segítő szakanyagok fejlesztése, módszertani alkalmazásuk kidolgozása, és iskolai kipróbálása hatékonyan hozzásegíthet a tanulók természettudományos érdeklődésének felkeltéséhez.

PhD. hallgatóként egy kis létszámú (a 4 évfolyam összlétszáma 50-60 fő) átlagos gimnáziumban tanítottam, mint matematika- fizika- rajztanár. Munkám során nemcsak a műszaki pályára orientált diákokban, hanem az átlagos vagy gyengébb képességű tanulóknál is sikerült a fizika tantárgy érdeklődését felkelteni. Sok esetben csak kvalitatívan tudtam bizonyos anyagrészeket megfogalmazni, és néha új utakat kellett keresnem, hogy megértessek bizonyos fizikai törvényszerűségeket diákjaimmal. Ritkán jutottunk el megyei fizikaversenyekre, de a korábban végzett diákok visszajelzései megerősítettek abban, hogy a fizikához való pozitív hozzáállásuk az érettségi után is megmaradt.

### ***Projekt-munka az áltudományos állítások cáfolására***

A Nemzeti Alaptanterv a fizikatanítás fontos feladataként jelöli meg az áltudományos tanok elleni felvilágosító tevékenységet. A tanár figyelmeztetésére szükség van, de ez korábbi tapasztalataim szerint önmagában kevés. Az igazán hatékony figyelemfelhívás az, ha a tanulók maguk tesznek erőfeszítéseket, hogy a tudományosnak tűnő állítást igazolják, illetve megcáfolják.

#### *1. tézis:*

Megmutattam, hogy az áltudományos nézetekkel szemben úgy lehet hatékonyan védeni diákjainkat, ha maguk győződnek meg arról, hogy automatikusan nem szabad hitelt adni minden hírnek, vagy akár tudományosnak tűnő állításnak sem csak azért, mert az nyomtatott sajtóban, könyvekben, a médiában vagy az interneten jelent meg. A középiskolás diákokat motiválja a tudományos igazság keresése. Kitartóan végzett saját kísérleteik, méréseik alapján, belső konfliktusokon keresztül, tudatosul bennük, hogy a nyomtatásban publikált, vagy az interneten, televízióban stb. nyilvánosan elhangzó állítások nem feltétlenül igazak, célszerű ezekkel szemben is kritikusaknak lennünk, és amit lehet, saját kísérletekkel ellenőrizni. A fenti céllal két projektmunkát vezettem, melyekben a diákok önkéntes alapon szabadidejükben vettek részt.

Az egyik projektmunka Horváth Gábor és mtsi Fizikai Szemle cikkének [1] és egy középiskolai feladatgyűjteménynek ellentmondása adta. A másik projekt ötletét, egy médiában hallott „hír” kapcsán a diákok vetették fel.

#### *Kiégetheti-e a növények levelét a napsugárzás, a levelén megülő vízcseppeken fókuszálódva?*

A munka során a diákok nem csak megismételték a cikk kísérleteit, de további eredményekkel is megerősítették annak állítását, hogy a vízcseppek fókuszáló hatása nem égetheti be a leveleket. Saját kísérletként a Webcam Laboratory számítógépes mérőrendszerrel megvizsgáltuk a vízcseppek alakjának változásait a csepp párolgása során. Azt találtuk, hogy a párolgás során a vízcseppek gyorsan laposodnak, amivel együtt fókusz távolságuk nő, az energiakoncentráció a levél csepp alatti területén tehát csökken. Eredmények szerint a csepp gyors elpárolgása miatt sincs elég idő arra, hogy a levél beégjen.

#### *Káros hatású-e a mikrohullámmal felforralt víz a növényekre?*

A médiában megjelent, aggodalmat keltő hír szerint a mikrohullámú készülékben melegített víz káros az élő szervezetekre, az ilyen vízzel öntözött növényi magok nem kelnek ki, vagy a fejlődésükben visszamaradnak. A hír igazságának eldöntésére a diákok maguk terveztek ellenőrző kísérleteket, amiket azután hetekig tartó napi munkával meg is valósítottak. A webkamerás számítógépes méréstechnika alkalmazásával mérték a különböző vizekkel locsolt kísérleti növények növekedési sebességét. A kísérlet eredménye minden kétséget kizáróan cáfolta a médiában nyilvánosságot kapott állítást.

A projekteket követő utólagos beszélgetések során megvitattuk, miként fordulhat elő, hogy hamis állítások kerülhetnek nyilvánosságra. Ezek közt szerepelt a felületes hiszékenységtől, az érdekvezérelt tudatos hamisításig nagyon sok lehetséges ok. A projekteken dolgozó diákok biztosan jól megértették, a Nobel-díjas fizikus R. Feynman általam gyakran idézett figyelmeztetését, miszerint „a tudományos igazság egyedüli kritériuma a kísérlet” (R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands: *Mai Fizika 1, Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 1970 (angol nyelvű kiadás 1963)*).

[1] Egri Ádám, Horváth Gábor, Horváth Ákos, Kriska György (2010) *Beégethetik-e napsütésben a leveleket a rájuk tapadt vízcseppek? Egy tévhitkel terhes biooptikai*

*probléma tisztázása. I. rész: Napfény forgásszimmetrikus vízcseppek általi fókuszálásának számítógépes vizsgálata. Fizikai Szemle 60: 1-10 + címlap*

*Az 1. tézishez kapcsolódó publikációk:*

- Stonawski T.: Can Sunlit Leaves With Liquid Drops On Their Surface Be Burnt? Physics Competitions, ISSN 1389-6458, Vol. 15 No 1 & 2 2013 pp. 41.-51.
- Stonawski T.: Folyadékcséppes levelek napégése – egy biooptikai diákkísérlet, Fizikai szemle 2011/7-8, pp. 259.-, Budapest, 2011. (HU ISSN 0015-3257).

### ***Az autózás és a KRESZ néhány kérdésének vizsgálata szakköri program keretében***

A fizikatanítás fontos feladata, hogy bemutassa, a fizika ezer szállal kötődik mindennapi életünkhöz. A gyakorlati alkalmazások bemutatásának legnagyobb akadálya a szűk tantervi órakeret. A megoldás egyik lehetősége, hogy a tanórán felvillantunk egy-egy érdekes alkalmazást, aminek részletesebb tárgyalást szakkörön, diákkörön folytatjuk. Ilyen érdekes téma a mechanika tanítása során az autózás. A diákok többsége ebben az életkorban szeretné megszerezni a jogosítványát, így az autózás fizikája érdekli őket.

#### *2. tézis*

Szakköri programot dolgoztam ki, aminek során a tanult fizikai törvényeket az autózással kapcsolatos problémákra alkalmazzuk. A cél a fizika már tanult törvényeinek a normál órakereteket meghaladó szintű elmélyítése, gyakorlása, továbbá olyan ismeretekkel történő kiegészítése, amik a gyakorlati élet szempontjából fontosak, de tananyagból kimaradtak. Az órákon tanultakhoz kapcsolódva igazoljuk, hogy a KRESZ szabályai sok esetben a fizika törvényein alapulnak. A konkrét közlekedési szituációk elméleti elemzését és egyszerű számításokkal történő illusztrálását lehetőség szerint a diákok saját méréseivel, mobiltelefonnal készített videofelvételek számítógépes kiértékelésével, illetve modellkísérletekkel tesszük érdekesebbé. A középiskolás tananyagban az elmúlt években nem szerepelt a forgás témaköre. Az autózással kapcsolatos problémákat felhasználva a szakkörön a forgás, gördülés kinematikájával és dinamikájával bővítettem ki az alap-tananyagot.

A szakköri programot a 2012-13.-as tanévben 9-10-11. osztályos tanulókkal próbáltam ki. Diákjaim többsége nem továbbtanulási tervekkel tanulja a fizikát, ennek ellenére érdeklődéssel és aktív munkával vettek részt a szakköri foglalkozásokon. Ez azt igazolja, hogy a diákokat érdeklő gyakorlati problémák kísérleti tárgyalása még azokat is motiválja, akik a fizika elméleti szépségére kevésbé fogékonyak.

*Az 2. tézishez kapcsolódó publikációk:*

- [P1] Stonawski T.: Gulliver matchboxai– töréskeresztek valóságos és játékautókon, Fizikai szemle 2012/1, pp. 28.-32. Budapest, 2012. (HU ISSN 0015-3257).
- [P2] Stonawski T.: »BIZTONSÁGOS« ÜTKÖZÉSEK, Fizikai szemle 2013/3, pp. 87.-89. Budapest, 2013. (HU ISSN 0015-3257).
- [P3] Stonawski T.: A követési távolság fizikája, Fizikai szemle 2013/7-8, pp. 248.-251. Budapest, 2013. (HU ISSN 0015-3257).

## **Fizikai ismeretek bővítése lassú mozgások video analízisével foglalkozó projektek keretében**

A szabad szemmel nehezen érzékelhető nagyon lassú, vagy éppen túl gyors mozgásokkal kapcsolatos mérések izgalmas kihívást jelentenek a középiskolás diákok számára. Külön érdekessé teszi a kísérleteket, ha a tanuló a mozgásokat különleges videotechnikával (gyorsítással, illetve lassítással) maga rögzíti, majd a mozgást felgyorsítva, számítógépes mozgáselemző szoftverrel értékelheti ki. Diákjaim ilyen irányú érdeklődését kihasználva több témában szerveztem számukra fakultatív projektmunkát. A számítógépes videotechnika alkalmazásán túl a tanulók számára az is vonzó volt, hogy a vizsgált témák sokkal inkább mindennapi jelenségekhez kapcsolódtak, mint a kötelező iskolai tananyaghoz.

### *3. tézis*

Megmutattam, hogy a diákok érdeklődnek a korszerű számítógépes mérés technika iránt, a Webcam Laboratory iskolai célokra kifejlesztett webkamerás, számítógépes mérőrendszer segítségével a diákok képesek mindennapi lassú mozgásokat mennyiségi viszonylatban vizsgálni. A mérőrendszer használata közben sok olyan elméleti és gyakorlati ismeretet szereznek, elsősorban a vizsgált jelenségekkel kapcsolatban (esetünkben a felhőkről illetve a Holdról) amik jelentősen meghaladják a középiskolás követelményeket. A diákok számára motiváló a tanárunkkal együtt végzett közös munka. Ez a tanórai keretektől különböző „munkatársi” kapcsolat lehetőséget ad a tanárnak a munkamódszerek gyakorlatban történő átadására és a kötetlen beszélgetések során számos elméleti ismeret átadására is. A fentieket két projektmunkán keresztül igazoltam, a következő témákban:

#### *a.) Milyen sebességgel mozognak a felhők az égbolton?*

A felhőmozgás témakörében első lépéseként kísérletileg meghatároztuk a kameránk teljes képszélességéhez tartozó látószöveget. A mozgó felhő egy kiválasztott jellegzetes pontjának elmozdulását ezután adott időtartamhoz tartozó látószögének változásával mértük.

A felhőmagasság mérésére a környezetükből kimagasló tereptárgyak mérésére kidolgozott módszert alkalmaztuk. Ennek lényege, hogy a magas tereptárgyakat, a magasságuktól függő ideig, még azután is éri napfény, hogy a Nap-korong eltűnt a horizonton. A diákokkal közösen végzett mérések eredményei jól egyeznek a meteorológiai irodalomban szereplőkkel. A közös munka a kísérletező készség fejlesztésén túl jó lehetőséget adott speciális meteorológiai, légkörfizikai jelenségek megismerésére és az ilyen vonatkozású internetes adatközlés rendszerébe történt betekintésre is.

#### *b.) A Hold égi mozgásának kísérleti vizsgálat, a keringési sebesség meghatározása.*

A Holdról készített web-kamerás felvétel elemzésénél a tanulóknak figyelembe kellett venniük a Hold látszólagos mozgását ahhoz, hogy a Hold keringési sebességére tudjanak a mért adatokból következtetni. A mért adatokból meghatározták a Hold keringésének irányát, és közelítő értéket kaptak a keringési sebességre is.

A projekt eredménye a csillagászati elméleti alapismeretek bővítésén és elmélyítésén túl a Hold videózásával (fotózásával) kapcsolatos gyakorlati ismeretek elsajátítása is.

*Az 3. tézishez kapcsolódó publikációk:*

- [P1] Stonawski T.: Felhők magasságának mérése, Fizikai szemle 2014/9, pp. 320.-324. Budapest, 2014. (HU ISSN 0015-3257).
- [P2] Stonawski T.: A Hold keringési sebességének a mérése, Fizikai szemle 2015/2, pp. 61.-64. Budapest, 2015. (HU ISSN 0015-3257).

### ***Gyors mozgások video analízise – ismerkedés a kaotikus mozgásokkal***

A gyors folyamatok részleteinek vizsgálatához nagyfrekvenciás videofelvételekre van szükség. A diákjaim közül többen is rendelkeznek olyan okos-telefonnal, ami 120 kép/s felvételi sebességgel tud videót készíteni. A négyszeres lassítással készített videofelvételek jól kiértékelhetők számítógépes mozgáselemző programokkal. Ilyen módszerrel, saját készítésű videofelvételekkel vizsgáltuk a tanórán a szabadesést, az ütközéseket, illetve a vizes rakéta kilövését. Gruiz Márton és Tél Tamás „Kaotikus dinamika” [2] c. könyve egyik példájától indítva fakultatív szakköri projekt keretében nagyfrekvenciás felvételekkel vizsgáltuk diákjaimmal különböző alakú lapos tálakban mozgó golyók kaotikus viselkedését.

#### *4. tézis*

Megmutattam, hogy a diákokhoz közel álló technika alkalmazása olyan motiváló tényező, aminek segítségével számos olyan ismeret is átadható nekik, amik a technika és a hozzá kapcsolódó személyes aktivitásuk nélkül nagyon nehezen lenne megvalósítható.

A diákok számára a kezdeti motivációt a projekt vállalásához egyrészt a telefonjukba beépített különleges videotechnika alkalmazása adta, másrészt az a biztatás, hogy a mérésekkel bepillantást kapnak a modern fizika egy gyakran emlegetett területébe a „káoszelméletbe”. A munka elkezdésével a figyelem egyre inkább a konkrét téma felé fordult. A diákokat érdekelni kezdte, hogy mire lehet jutni egy aszimmetrikus üvegtálban átláthatatlanul bonyolult pályán guruló golyó mozgásának vizsgálata során. A kísérletezés és a videózás elméleti háttérrel kívánt. Így tárgyaltuk meg, hogy elméleti szempontból a lapos tál alakját jó közelítéssel kétváltozós potenciálnak tekinthetjük, melyben a mozgás potenciálmozgás. Az elmélet nem bizonyult könnyen érthetőnek, de a mozgás számítógépes modellezése hitelesítette. A valóságos elrendezésnek megfelelően (lineáris) sűrűlődséget is figyelembe véve számítógéppel szimuláltuk a golyók mozgását. A kísérlet és a szimulálás ezután már párhuzamosan folyt. (A szimulációs program elkészítésében diákjaim nem vettek részt.) A golyót mind a kísérletben, mind a szimulálásban a tál széléről indítottuk, különböző kezdeti paraméterekkel (sebesség, irány). A videóra vett kísérletek számítógépes analízise alapján a diákok meghatározták a mozgások kezdeti feltételeit és kirajzoltatták a golyók pályáit. A videoanalízisből kapott kezdeti feltételeket beállítva történt meg a mozgás számítógépes szimulációja. Ezután a diákok részvételével összehasonlítottuk a golyó mozgásáról készített videofelvétel és a megfelelő kezdőfeltétellel szimulált mozgás pályagörbéjét. A kisebb eltérésektől eltekintve a két módszer rövid ideig hasonló pályagörbéket mutatott. Hosszú ideig azonban sem a kísérletben sem a szimulálásban nem maradtak egymáshoz közel a közelről indított golyók. Ezzel igazoltuk a káosz alapvető tulajdonságát, a kezdeti feltételre való érzékenységet mindkét megközelítésben. Különböző alakú tálakat használva azt is felismertük, hogy a mozgások kaotikus jellege a forgásszimmetrikus tálakban megszűnik.

A kísérlet és a szimulációk kapcsán a diákok megértették a számítógépes szimuláció lényegét, és ehhez kapcsolódva alapvető ismeretterjesztő szinten megismerték a kaotikus mozgások jellemzőit és a lényeges eltérését az iskolában is tanult egyszerű mozgásokhoz viszonyítva.

[2] T. Tél, M. Gruiz, *Chaotic Dynamics, An introduction based on classical mechanics*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006

*A 4. tézishez kapcsolódó publikációk:*

[P1] Stonawski T.: A digitális technika sodrában: Káosz a tálban. Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan, szerk: Tasnádi P., ELTE, TTK, pp. 311.-314. Budapest, 2011. (ISBN 978-963-284-224-0)

### ***Tudományos gondolkozás és művészi ábrázolás segítik egymást***

Matematika, fizika és rajz szakos tanárként fontos feladatomban érzem, hogy diákjaimnak megmutassam, hogy a közhiedelemmel ellentétben, a tudomány és a művészet nem áll távol egymástól. A modern fizika középiskolai tanításának alapvető problémája, hogy legfontosabb fogalmai, tételei köznapi szemléletünk számára érthetetlenek. A magasabb matematika segítségével megérthetőek ugyan, de az ehhez szükséges alapok a középiskolában hiányoznak. Az igazi művészet is hasonló problémákkal küzd, színekbe és két dimenziós formákba kódolva, belső világunkat megszólítva, reflektál az élet szépségeire és problémáira. A fizika és a festészet közelítése meggyőződésem szerint mindkét terület számára hasznos. A művészeti alkotások megismerése, ha nem is az egzaktitás szintjén, de bizonyos ráérezésként segíthet elfogadtatni a diákokkal a modern fizika nehezen érthető fogalmait.

#### *5. tézis*

Módszert dolgoztam ki a fizika és a festészet közelítésére. A különböző korok festészetében jól tükröződik az adott kor aktuális tudományképe. Ezt felhasználva igyekszem művészi illusztrációk bemutatásával színesíteni a fizikaórákat. A diákok a kezdeti meglepődés után lassan hozzászoknak, hogy az fizika és a művészet ugyanannak az egyetemes kultúrának részét alkotják. A művészet és a tudomány összekapcsolása során meglepő a diákok számára, hogy a természetes szépérzékük, ösztönös arányérzékük matematikai alakban megfogalmazható. Képekkel, fotókkal demonstráljuk, hogy azt látjuk arányosan szépnek, ami az ún. „arany metszés” szabályainak megfelel.

A fizika tanítása során a modern mikrofizika nehezen megérthető fogalmai festészeti analógiákkal eredményesen támogathatók. A Heisenberg-féle határozatlansági reláció és az elektron hullámfüggvényének tárgyalását, a mozgást ábrázoló festmények közös elemzésével vezetem be. A művészek a határozatlansági reláció szellemében, az arányok torzításával és a kontúrok elmosásával, azaz a hely bizonytalanságának jelzésével érzékeltetik a mozgást. Az elektron hullámfüggvényét megtanulva visszatérünk a képekre, és az analógia erősítésére Géricault ugró lovának „leírására” bevezetjük a „ló-függvényt”, Giacomo Balla „Pórázon vezetett kutya dinamizmusa” c. festményéhez kapcsolódva a „kutya-függvényt”. Az elektron hullámfüggvényéhez hasonlóan az általunk definiált folytonos függvények alakja együtt jellemzi a mozgó állatok valószínűsíthető helyét és a sebességét.

Tapasztalataim szerint az elektron leírása és a művészi mozgásábrázolásoknak párhuzamba állítása segítette a diákokat a kvantummechanika nehezen érthető szemléletének elfogadásában.

*Az 5. tézishez kapcsolódó publikációk:*

[P8] Stonawski T.: Géricault és az elektron, A FIZIKA, MATEMATIKA ÉS MŰVÉSZET TALÁLKOZÁSA AZ OKTATÁSBAN, KUTATÁSBAN, Nemzetközi konferencia magyarul tanító művésztanárok és szaktanárok számára, szerk.: Juhász A., Tél T., ELTE, TTK, Marosvásárhely, 2012. augusztus 15-18., pp. 135.-140., Budapest, 2013. (ISBN 978-963-284-346-9)

[P9] Stonawski T.: Az arany metszés az európai festészetben, A FIZIKA, MATEMATIKA ÉS MŰVÉSZET TALÁLKOZÁSA AZ OKTATÁSBAN, KUTATÁSBAN, Nemzetközi konferencia magyarul tanító művésztanárok és szaktanárok számára, szerk.: Juhász A.,

Tél T., ELTE, TTK, Marosvásárhely, 2012. augusztus 15-18., pp. 89.-96., Budapest, 2013. (ISBN 978-963-284-346-9).

## **QR-kód olvasó okostelefonok bevonása a fizikatanításba**

Diákjaink mindennapi életének részét jelentik a korszerű kommunikációs technikák. A 8. évfolyamos diákok kb. 90%-a rendelkezik internetkapcsolatot kínáló okostelefonnal. Az így a számukra folyamatosan elérhetővé vált információözön kétségtelenül okoz problémákat az iskolában, de egyben új lehetőségeket is kínál a pedagógus számára. Az iskola hagyományos munkafegyelme fellazulóban van. Nem ritka, hogy a fizika iránt nem érdeklődő tanulók meg sem nézik a házi feladatokat, elő sem veszik a tankönyvet, miközben okostelefonjaikkal folyamatosan „lógnak a net-en” és kommunikálnak egymással, gyakran érdektelen információk közt bolyongva töltik el idejüket. A lebeszélés és a tiltás helyett, ígéretesebbnek tűnik számomra, hogy az okostelefonokat is bevonjuk a tanítási-tanulási folyamatba. Ennek egyik lehetősége, hogy a telefont kísérleti segédeszközként illetve mérőműszerként használjuk. (A nagyfrekvenciás videofelvételek készítésére (4. tézis) diákjaimmal okostelefont használtunk.) A másik nagy lehetőséget az eszköz kommunikációs lehetőségei adják. A telefonnal beolvasható QR-kód segítségével a felhasználó azonnal az internet kóddal megadott web-oldalára jut.

### *6. tézis*

Megmutattam, hogy az okostelefonokba beépített QR-kód olvasó alkalmazása új lehetőséget kínál a tanár-diák kommunikációban. A QR-kód segítségével a tanár demonstrációs lehetőségei bővülnek, egy-egy természeti jelenség, történelmi kísérlet, új műszaki találmány bemutatásához elméletileg az interneten elérhető minden szakanyag rendelkezésére áll. A diák a tanár által adott kód leolvasásával azonnal a megfelelő weboldalon van. QR-kód segítségével nem csak a nyilvános web-oldalak válnak gyorsan elérhetővé, de ugyanígy a széles körben nem publikus, „belső” honlap is, amit a tanár, vagy a szaktanárok közössége szerkeszt épp olyan céllal, hogy ezáltal az iskolai munkát közvetlenül segítse.

A QR-kód alkalmazása új lehetőségeket jelent a feladat kitűzésében. Ez jelenthet a tisztán elektronikus úton adott feladatokat, de jelentheti a hagyományos papír alapú feladatkitűzés és annak QR-kód segítségével történő kiegészítését is. Diákjaim számára olyan papír alapú feladatsorokat készítettem, amin az egyes kérdések megoldásához QR-kód megadásával adtam segítséget. A feladatokhoz így videókat, képeket, forrásanyagokat, érdekes alkalmazásokat tudtam kapcsolni. A QR-kód alkalmazása az egyéni feladatmegoldás hatékony segítségét is lehetővé teszi. A diák QR-kód segítségével ellenőrizheti saját végeredményét, és ha az nem bizonyul helyesnek, a feladat főbb lépéseit is nyomon követheti egy újabb QR-kód beolvasásával. Fontosnak tartom, hogy a számításon alapuló feladatmegoldásnak ne csak elvont elméleti jelentősége legyen a fizikaoktatásban, hanem a diákok érezzék, hogy a feladat valós szituációt jelenít meg és eredménye kísérletileg is ellenőrizhető valóságtartalommal bír. QR-kód segítségével a feladatokhoz videofilmeket kapcsoltam. A filmek egy csoportja a feladat alapján elvégzett kísérletet mutatja be. Másik részük a számított eredmény kísérleti ellenőrzését tartalmazza. Ez utóbbi lehet olyan, hogy a film bemutatja az ellenőrző mérést, de van olyan is, amikor a video vetítése során a diák maga végezheti el a saját okostelefonjában található stopper segítségével az időmérést, ami jó számítás esetén a feladat eredményével egyezik meg.

Tapasztalataim szerint a QR-kódos feladatok jól alkalmazhatóak csoportmunkában vagy házi feladatként. A diákok élvezettel használják okostelefonjaikat a feladatok megoldásához és az órai tananyag kiegészítéseként QR-kóddal ajánlott szakanyagok tanulmányozásához. Komoly eredménynek tartom, hogy így több olyan diák is elkészítette a házi feladatot, akik a korábbiakban a tankönyvet sem vették elő. Természetesen a kedvező fogadtatás a diákok részéről a módszer újdonságának is köszönhető. Feltételezem azonban, hogy a módszer előnyei,



a kommunikáció gyorsasága és sokszínűsége, akkor is alkalmazhatóvá teszi az oktatásban (akár tankönyvi, munkafüzeti részletekben), amikor QR-kód alkalmazása már általánosan megszokottá válik.

### ***Pszichológiai motiválás a fizikai jelenségek tanulásának segítésére***

A kognitív pszichológia igazolta, hogy a hatékony tanulás nem az ismeretek passzív átvételét jelenti, hanem azok érdeklődéstől motivált, tudatos befogadását. Tanári munkám során folyamatosan keresem a lehetőségeket, amik alkalmasak a diákok érdeklődésének felkeltésére és fenntartására.

Közismert, hogy figyelmünk megsokszorozódik, ha valamilyen bennünket személyesen érintő kérdéstről van szó. Ez nem csupán az egzisztenciális kérdésekre igaz, de igaz a fogadásokra és egyszerű kvíz-játékokra is. Amikor fogadást kötünk valaminek a kimenetelére, személyes állásfoglalásunkkal érdekelté válunk a kérdésben, ezért fokozott figyelemmel követjük az eseményeket. Hasonló okokból kedvelik a nézők a televíziós kvíz-játékokat is. A kérdések elhangzása után a hallgatóság is tippel magában a jó válaszra, és már ez a belső állásfoglalás is azt eredményezi, hogy felfokozott érdeklődéssel várja a jó megoldást.

#### *7. tézis*

A fogadások és a kvíz-játékok pszichológiájára építve kifejlesztettem a „Fogadjunk fizikára!” módszert, amit eredményesen használok a tanórai kísérletek motiválására és a szélesebb körben tartott kísérleti bemutatóimon egyaránt.

A módszer lényege, hogy a probléma vázolása után felteszem a kérdést a hallgatóságnak, mi a személyes véleményük, a kísérlet eredményéről, mit várnak? Összeszokott osztályközösségben a kérdés általában nyitott, ki-ki elmondja véleményét. (Az állásfoglalások folyamatában megnő a tanulók egymás közötti kommunikációja, fontos lesz a megfelelő érvelés és egyre jobban kikristályosodnak az egyéni vélemények. A vita követése a tanár számára bepillantást ad diákjainak gondolkozásába.) Nagyobb hallgatóság esetén, két általam felkínált válasz valamelyikére, kézfeltartással kell szavazni. Az ilyen bevezető után felfokozott érdeklődéssel várja mindenki a kísérlet kimenetelét és a magyarázatot. Tapasztalatom szerint ez még azokra is igaz, akik csak „vakon” tippeltek. A tippeléssel ők is automatikusan érdekeltté váltak, és fokozottan figyelik a folytatást.

A módszer órai sikerétől indítva, kísérleti bemutatóimat nagyobb közönség előtt is ennek alkalmazásával szerveztem újjá. Olyan kísérleteket válogattam, amik alkalmasak a tippelésre, és eredményük a hallgatóság többsége számára általában váratlan.

A kísérleti bemutatókon nem csak tanulnak, de közben jól szórakoznak is. Sokan közülük olyan szemmel is figyelik a kísérleteket, hogy mit tud ő maga is megismételni otthon, vagy baráti körben. Mivel a diákok önálló kísérletezése sokat jelent a fizika megkedveltetésében, kísérletgyűjteményt állítottam össze egyszerű eszközökkel elvégezhető, veszélytelen, ugyanakkor látványos és gyakran meglepő eredményt adó kísérletekkel. Természetesen a kísérletekhez „fogadási” kérdéseket is ajánlok a játékot kedvelőknek, és humoros rajzokkal kiegészítve, szinte „képregényszerűen” illusztrálva megadom a jelenségek magyarázatát is. A szerkesztési munka közben a kísérleteket diákjaimmal próbáltam ki, akik a kéziratból felkészülve saját maguk mutatták be azokat társaiknak. A kiadvány megjelenés alatt van.

*A 7. tézishez kapcsolódó publikáció:*

Stonawski T. Fogadjunk fizikára, Mozaik Kiadó, Szeged (megjelenés alatt)

## **Eredmények hasznosítása, célkitűzések**

A projektekben részt vevő diákok azt tapasztalták, hogy a médiában és sajtóban megjelenő állítások nem feltétlenül igazak és nem mindig kellő megalapozottságúak. Felismerték, hogy az őket körülvevő technikai apparátus nemcsak szórakozásra, hanem megfelelő irányítás mellett mérőeszközként is használhatóak, és alkalmasak arra, hogy különböző diákkutatásokban is segítségükre legyenek. A kiválasztott projektek témáit mindig az aktuális iskolai szituáció jelölte ki, a témák bősége máig sem csökkent. A mérések eredményeit a tanulókkal közösen folyamatosan dokumentáltuk és publikáltuk, így átélhettük a tudományos munka sokszínűségét és izgalmait. Eredményként könyvelhető el, hogy a közös munkának köszönhetően a Nagyecsed Líceumban egyre többen választották a fizikát érettségi tantárgyként. Az érdekesebb témáinkból számos előadást tartottam általános iskolai- és középiskolai fizika tanároknak az ország több pontján, így buzdítva a kollegákat hasonló projektek tervezésére.

A továbbiakban is szeretném folytatni a médiában sajtóvisszhangra talált állítások igazolását vagy cáfolását tudományos módszerekkel, amelyeket középiskolás diákok is elvégezhetnek otthoni vagy szakköri tevékenység keretében, tanári irányítás mellett.

Továbbra is fontosnak tartom, hogy beszámoljak kutatásainkról pedagógustársaimnak cikkek és előadások formájában, illetve a tanárjelölteket is meg szeretném ismertetni azokkal az eredményekkel és tapasztalatokkal, amelyeket tanári munkám során szereztem.