

Doktori értekezés tézisei

**Komplex jelenségek vizsgálata és új módszerek
alkalmazása a fénytán tanításában**

Finta Zsanett

Témavezető: Tasnádi Péter egyetemi tanár

**ELTE TTK Fizika Doktori Iskola
Fizika Tanítása Doktori Program**

Vezető: Tél Tamás egyetemi tanár



Eötvös Loránd Tudományegyetem

2020

Bevezetés

Napjainkban közhelynek számít, hogy a természettudományok oktatásának helyzete válságos. Sajnálattal látjuk, hogy a diákok egyre csökkenő érdeklődést mutatnak a természettudományos tárgyak – többek között a fizika – iránt. Probléma mutatkozik a tanított ismeretek alkalmazásában, a fizikai törvények hétköznapi élethez kapcsolásában, és nem utolsósorban a diákok motiváltságában. Ezek a hiányosságok és nehézségek már évekkorábban feltárásra kerültek, és több kísérlet is született globális szinten a természettudományos oktatás korszerűsítésére. (Újszerű módszerek alkalmazása, kompetencia alapú tantervek, új tankönyvek, a jó gyakorlatok átvételét támogató módszertani konferenciák, stb.).¹ Megoldásként a kísérletezés szerepének erősítése, az önálló tanulói munka előtérbe helyezése (felfedezés alapú tanulás, projekt módszer) mellett a lemaradó tanulók felzárkóztatása és a kiemelkedők számára tehetséggondozó szakkörök létrehozása kínálkozik.²

A természettudományos tantárgyak oktatását tekintve régóta központi helyet foglal el a komplexitás problémája. Bár a világot, a jelenségeket célszerű tantárgyakra bontva a fizika, kémia, biológia keretében megismerni, diákjainkat a tantárgyak szintézisén keresztül el kell juttatnunk a természettudományokból adódó egységes szemlélethez.

A komplex természettudományos szemlélet kialakítására igen alkalmas tananyag a fénytán. A fény a diákok számára jól ismert jelenség, az ember a környezetéből érkező legtöbb információt a látással szerzi. Bár a fény érzékelésére szemünk kiváló műszerként szolgál, a fény természetének felderítéséhez pusztán a fény érzékelésével nem juthatunk el. A fény mibenlétének megértéséhez tudatos megfigyeléseket és kísérleteket kell végezni. Annak ellenére, hogy a fény tanulmányozására a tanórákon is széles skálán kínálkoznak demonstrációs és tanulói kísérletek, a fény hullámtermészetének elfogadása, (elfogadtatása) nem egyszerű didaktikai feladat. A problémát mindenképpen a mechanikai hullámokra alapozva oldhatjuk meg, melyek tárgyalásához elengedhetetlen a periodikus mozgások – kiemelten a harmonikus rezgőmozgás – vizsgálata, és a mozgások leírásához szükséges fogalmak kialakítása. (Nyilvánvalóan a rezgések tanulmányozása önmagában is fontos, hiszen a rezgés a természetben az egyik leggyakrabban előforduló mozgásforma.) A mechanikai hullámok tárgyalásával szemléletesen alapozhatjuk meg a hullámfogalmat, majd a látható fény vizsgálata során megállapíthatjuk, hogy ezekkel a tulajdonságokkal a fény is rendelkezik. Dolgozatomban, természetesen a teljesség igénye nélkül, a fénytán egyes témaköreire mutatok be újszerű, modern eszközökkel történő feldolgozást, továbbá olyan komplex diákprojekteket ismertetek, amelyeket sikerrel alkalmaztam a fizika tanulás iránti motiváció erősítésére. Kutatásom fő ívét a saját, matematika tagozatos osztályommal eltöltött négyévesi munka szolgáltatta. Szerencsésnek mondhattam magam, hiszen a 33 tanulóból már a 9. évfolyam kezdetén 15 fő is jelentkezett tehetséggondozó szakkörre, majd a 10. évfolyam végén 17 tanuló a fizikát választotta fakultációs tárgyaként. Ennélfogva bőven akadtak lelkes,

¹ OECD: *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*. OECD, Paris, 1999.

² Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquirybased learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, 12. sz. 31–51

érdeklődő diákok, akikkel a különböző projektek, iskolán kívüli mérések elvégezhetőek voltak, a közös munka pedig rengeteg eredményt, tapasztalatot szült.

Igyekeztem kialakítani a diákokban az igényt, hogy a világot egységében vizsgálják, próbálják meg az egyes, látszólag gyökeres elkülönülő tudományterületeket összekapcsolni.

Célkitűzések és módszerek

Doktori munkám alapvető célja új tanítási anyagok kidolgozása és alkalmazása a fénytannban. A tananyagok kidolgozásakor törekedtem új módszerek bevonására valamint modern technikai eszközök felhasználására a fénytani kísérletezésben. Célom volt továbbá, hogy komplex tananyagok, mérések kidolgozásával erősítsem a diákok egységes természettudományos szemléletét. Vizsgáltam a modern tanulási/tanítási stratégiák, úgymint az IBL (*inquiry based learning*), a PBL (*project based learning*), a DBR (*design based research*), valamint az infokommunikációs eszközök (IKT) hatását és eredményességét a fizika órák és tehetséggondozó szakkörök során. Kerestem a lehetőséget annak igazolására, hogy ezek a módszerek valóban emelik a tanulók motivációját, továbbá, hogy velük a tanulók aktívabban bevonhatók a tanulási folyamatba.

Érdemes figyelembe venni, hogy minden tanuló rendelkezik valamilyen előzetes tudással a hullámokkal, a fénnel kapcsolatban, ami lehet helytálló, de esetenként teljesen hibás is. Éppen ezért fontosnak tartom a diákok előzetes tudásának felmérését, diagnosztikus értékelését, ami képet ad a diákok fogalmi rendszeréről, valamint feltárja a különböző tévképzeteket, hibás beidegződéseket. A tananyag megtárgyalása után az újabb tudásszint mérés megmutatja az alkalmazott módszerek eredményességét, illetve a tervezett fejlesztés esetleges hiányosságait. Célszerű azt is megvizsgálni, hogy vajon az alkalmazott módszerek valóban segítettek-e a természettudományos tárgyak tananyagának elsajátítását. Ehhez tanulói interjúkat készítettem és összehasonlító tesztek írtam.

Doktori munkámban tanulmányoztam, hogy az általam választott módszerek és a feldolgozott jelenségek, hogyan illeszthetők be a tanórák menetébe, illetve, hogyan alkalmazhatók tehetséggondozásban, diákelőadásokban. Az osztállyal eltöltött idő alatt rendkívül sokrétű munkát végeztünk. A gimnáziumi évek kezdetén több projektet valósítottunk meg, melyek elsősorban a periodikus mozgások illetve a napsugárzás kvalitatív leírásához kapcsolódtak. Miközben bővült a diákok matematikai eszköztára, egyre mélyebbre ástuk magunkat a hullámok, elsősorban a fénnel kapcsolatos jelenségek világába. A dolgozatban bemutatom, hogy a négy év alatt hogyan fejlődött a diákok fizikai fogalomrendszere, és hogyan gyarapodtak ismeretei. Olyan jelenségek is feldolgozásra kerültek, melyek a középiskolai tananyagban nem, vagy csak részben szerepelnek, azonban igen alkalmasak önálló diákprojektek vagy szakkörök témájaként.

Következtetéseim levonásakor egyszeri tanítás, és viszonylag kis csoport vizsgálata során szerzett tapasztalatokra támaszkodtam. Természetesen az így nyert eredmények nem bírnak abszolút bizonyító erővel. Mégis, úgy érzem, hogy az általam kidolgozott anyagok, és a tanítás során szerzett tapasztalatok közlésre érdemesek, és ötletekkel szolgálhatnak illetve kiindulási alapként segíthetik más kollégáknak tanítási gyakorlatában.

Tézisek

1. tézis

Periodikus mozgások szakköri vizsgálata android applikáció segítségével [1], [3], [5], [8], [12]

A hullámtan megalapozása a periodikus mozgások vizsgálatával történik. Első lépcsőfokként Android applikációkkal támogatott mérésekre alapozott tehetséggondozó szakköri anyagot dolgoztam ki 9. évfolyamos diákok részére, amely az elvégzendő kísérleteken kívül a periodikus mozgások (rezgőmozgás, ingamozgás, körmozgás) fajtáit felölelő, a diákok aktuális matematikai tudásszintjéhez illeszkedő számítási feladatokra épülő feladatsort is tartalmaz.

A gimnáziumi tanulmányok korai szakaszán még nem állnak rendelkezésre a megfelelő matematikai ismeretek a periodikus mozgások részletes megismeréséhez, viszont az applikációnak köszönhetően a szükséges fizikai mennyiségek könnyen mérhetőek, ábrázolhatóak. A kisebb létszámú csoportban, kötetlenül folyó kísérletezés során jelentősen fejlődött a diákok kreativitása, problémamegoldó képessége, fizikai szemlélete. Megmutattam, hogy a diákok számára az olyan absztrakt fogalmak elfogadását és megértését, mint például a periodikusan változó gyorsulás, jelentősen megkönnyíti az okostelefonnal illetve szimulációkkal történő szemléletes megjelenítés.

A fizika tanításában a kinematika meghatározó fontosságú tananyag. Többnyire ezzel a tananyagrésszel történik a tanulók bevezetése a fizika mennyiségi szintű tárgyalásába. Itt mutatjuk meg először a megfigyelés, kísérletezés, mérés, fogalom és elméletalkotás egymásra épülő gondolatsorát. A mozgó test helyzetének, sebességének és gyorsulásának megadása az idő függvényében, adott koordináta-rendszerben, nem egyszerű kísérleti feladat, különösen a bonyolultabb mozgástípusoknál, ahol akár mindhárom fizikai mennyiség folyamatosan változik. Nem véletlen, hogy tapasztalataim szerint a 9. évfolyamon a diákok számára a legtöbb nehézséget a görbe vonalú mozgások tárgyalása okozza.

Az idők során folyamatosan bővült és fejlődött az alkalmazható eljárások tárháza, eljutva egészen az okostelefonok tanórán történő alkalmazhatóságáig. Ezek az eszközök számos szenzort és az adatok rögzítésére, feldolgozására alkalmas szoftvert tartalmaznak. A szakköri munkában a telefon háromtengelyes gyorsulásmérőjét és egy ingyenes Android applikációt, az Accelerometer Monitort használtuk, amely képes a mért adatok megjelenítésére, kielemezésére. A periodikus mozgások vizsgálatát az egyenes körmozgással kezdtük, hiszen itt találkozunk először a diákok a görbe vonalú mozgás fogalmával. Ekkora már a tanórán megismerkedtek ennek a mozgásfajtának a jellemzőivel, leírásával. A hagyományos lemezlejátszóra rögzített telefon segítségével a diákok saját méréseik alapján, már önállóan képesek voltak a látott gyorsulásértékeket értelmezni, és egyszerű számításokat végezni. Ezután tértünk rá a rezgőmozgás és az ingamozgás vizsgálatára, elsősorban jelenség szinten.

A kapott gyorsulás függvényeket közösen értelmeztük a diákokkal, következtetéseket vontunk le, valamint feladatokat oldottunk meg.

A mobiltelefonos mérések jól ismert nagy előnye, hogy bárhol, bármikor végezhető, így akár iskolán kívüli feladatra, összetettebb projektmunkára, diákok általi előadások, bemutatók megtartására is alkalmasak. A nehezebben érthető jelenségek kvalitatív vizsgálata jelentősen segítette a diákokat a gimnázium magasabb évfolyamain előkerülő fogalmak, összefüggések kvantitatív tárgyalásában. A kísérleti összeállításokban nagyban támaszkodtunk a diákok egyéni javaslataira, ami fejlesztette kreativitásukat, és fizikai ismereteik mellett műszaki érzékük fejlesztéséhez is hozzájárult.

2. tézis

A fotometria témakör elsajátításának egy lehetséges módja a Bring your own device (BYOD) módszer jegyében [4], [9]

Megmutattam, hogy a fénytán tanítása során a projektmódszer BYOD (Hozd Magaddal Saját Eszközödet) technikával ötvözve sikeresen és eredményesen alkalmazható. Pozitív hatással van a diákok fizika iránti attitűdjére, motiválja őket az optika fogalmainak mélyebb megértésére. Az alkalmazott módszerek felkeltik a diákok érdeklődését, az önálló kísérletezés hatására, ismereteiket könnyebben mélyítik el, és a későbbiekben könnyebben fedeznek fel önállóan törvényszerűségeket az egyes jelenségekhez kapcsolódóan. A projekt során előtérbe helyeztük a fotometriát, ami, a gimnáziumi tananyagban érdemtelenül elhanyagolt témakör.

Az okostelefon fénymérő szenzorát használva vizsgáltunk különböző optikai jelenségeket szakköri munka során. Kiindulásképpen az emelt szintű fizika érettségi szóbeli részén előkerülő, fotometriához kapcsolódó mérést (Hagyományos izzólámpa és energiatakarékos „kompakt” lámpa relatív fényteljesítményének összehasonlítása) végeztünk el az ismert klasszikus módon, majd okostelefon segítségével, és a kapott eredményeket összevetettük, kielemeztük. Ezt követően a diákok által épített kísérleti eszköz segítségével (Többféle fényforrást tartalmazó, jól záródó, így megfelelően sötét fadoboz, amelybe méretre vágott üveglapok illeszthetőek.) végeztünk méréseket a visszaverődésre vonatkozóan, illetve vizsgáltuk a megvilágítás kapcsolatát a fényforrás által a hálózathoz felvett teljesítmény függvényében. Az alkalmazott módszer legfőbb előnye, hogy a diákokra kiemelkedően motiválóan hat az ismeretek megszerzésében való önállóság és a társaikkal való kooperatív munka. A projekt alapú tanítás gyakorlatias jellegénél fogva kiválóan alkalmas a természettudományos tárgyak oktatására, mert csoportmunkában könnyebben végezhetőek megfigyelések, és laboratóriumi kísérletek.

A Bring Your Own Device koncepciója szerint, minden diák saját eszközeiből (mobil telefon, tablet stb.) alakítja ki munkakörnyezetét, így a jól ismert eszközök használata nagyban segíti a gyorsabb és hatékonyabb munkafolyamatot. Projektünk egyik meghatározó célja volt, hogy a fényjelenségek kvalitatív vizsgálatával alapot adjunk a fény természetének megértéséhez és elfogadásához, valamint az optikai jelenségek kvantitatív értelmezéséhez. A

fényjelenségek okostelefonos vizsgálata újszerű, a modern technika pedig felkelti a gyerekek érdeklődését az optika témaköre iránt. A BYOD további előnye, hogy az órákon vagy a szakköri foglalkozásokon kívül lehetőségünk nyílik a diákoknak otthoni mérések elvégzésére, kiértékelésére, és ehhez kapcsolódóan számításon feladatok megoldására.

A méréseket 11. évfolyamos, tehetséggondozó szakkörön résztvevő diákok végezték. Mivel az egyik érintett témakör, a fotometria fogalmai szinte elő sem kerülnek a gimnáziumi fizika órákon, holott nagyon sok szállal kapcsolódnak mindennapi életünkhöz, mindenképp szükségét érzem, hogy – ha máshol nem is, de legalább szakkörön – szenteljünk időt ennek a témának, akár úgy is, hogy a fogalmakat, törvényeket nem tisztázzuk teljes pontossággal. A mérések részletes leírását, a kapott eredményeket a doktori értekezésben részletesen ismertetem.

3. tézis

Optikai kísérletek tanítása klasszikus és modern módszerekkel [9]

Az optika témakörét érintő diagnosztikus illetve szummatív értékelő tesztsorok segítségével megmutattam, hogy a modern eszközökkel végzett kísérletek javítják a fénytannal kvantitatív szinten történő elsajátítását. Segítségükkel a kötelező tananyagban túlmutató jelenségek is vizsgálhatóak, illetve a matematikai számításokban gyengébben teljesítő diákok érdeklődése is felkelthető a téma iránt.

Kutatómunkám során a 11. évfolyamon két csoportra osztottam 33 fős osztályomat. Közel azonos tudásszintű és képességű diákokról volt szó, matematikai kompetenciájukat tekintve is „egyenlőnek” volt mondható a két társaság. Az egyik csoport, akik okostelefont is használtak a tanulási folyamat során, 15 főből állt, a kontrollcsoport 18 tanulóból. A fizika órák a csoportok szétválasztása nélkül a teljes osztály számára, hagyományos, frontális módon zajlottak. Az új ismeretek elsajátítása előtt mindkét csoport előzetes tudását diagnosztikus tesztsor segítségével felmértem. Ezután megismerkedtünk a visszaverődés, törés, interferencia, elhajlás jelenségével, miközben klasszikus módon (lézer, síktükör, optikai rács stb.) elvégeztük az idetartozó kísérleteket, méréseket. A kontrollcsoportnak ezek után lehetőséget biztosítottam, hogy kis csoportokban megismételjék a kísérleteket, a tesztcsoport pedig a klasszikus kísérletek megismerése után a saját okostelefonjával ismételte meg azokat. Így mindkét csoport ugyanannyi időt töltött a tananyag feldolgozásával, és a tesztcsoport sem mulasztotta el megismerni a hagyományos eljárásokat. A módszer eredményességét szummatív tesztsorral vizsgáltam, ami tartalmilag megegyezett a diagnosztikus feladatsorral. Ezek a tesztek a középszintű érettségihez hasonló feleletválasztós feladatsorok voltak, a második néhány egyszerűbb számítási feladatot is tartalmazott. Az eredmények azt mutatták, hogy a tesztcsoport egyértelműen sikeresebben sajátította el az új ismereteket.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a modern eszközök felhasználása mellett, hogy motiválja a diákokat, pozitívan befolyásolja a témakör elsajátítását, az eszközök működésének megértése során szinte észrevétlenül komplex, több természettudományra kiterjedő határterületi ismeretanyaghoz is juttatja őket.

Érdemes megjegyezni, hogy olyan jelenségek is tanulmányozhatók, illetve olyan mérések is elvégezhetőek, amelyek hagyományos eszközökkel csak nehezen vizsgálhatóak. Lehetővé vált többek között az optikai rács fényintenzitás eloszlásának és a Fresnel-reflexió transzmissziós tényezőjének meghatározása. További előnye a módszernek, hogy nem csak a törvények pusztá demonstrálására alkalmas, hanem természetes módon szolgáltat számszerű adatokat, amelyek feldolgozásával a jelenségek mennyiségi leírása is megadható, fejlesztve ezzel a tanulók matematikai kompetenciáit. Egyértelműen igazolódott, hogy a korszerű technika megjelenése a tanórákon jelentősen segítette az optika témakörének elsajátítását.

4. tézis

A kutatás alapú tanítás alkalmazása a 2015-ös napfogyatkozás vizsgálata során [2], [6], [7]

A 2015-ös napfogyatkozás vizsgálata során a diákok végighaladtak a fizikai megismerés kutatásban is alkalmazott lépésein, beigazolódott, hogy tanulói munka keretében is végezhető tudományos értékű mérés. Igazolódott továbbá, hogy a kutatás alapú tanulás jelentősen motiválja a diákokat az új ismeretanyag megszerzésében és elmélyítésében. A részleges napfogyatkozás során, a diákok számára érdekes mérést végeztünk, fontos és sokrétű célokkal. A tanulók a kísérlet során igazolhatták a légkör alulról történő felmelegedését, a sugárzást felfogó fölfelszín befolyásoló szerepét, valamint hőmérséklet csökkenésének a Napsarló-terület változásával való kapcsolatát és a hőmérséklet csökkenés fáziskésését.

Az oktatást tekintve megkülönböztethetjük a probléma- (*PBL – problem based learning*) illetve a kutatásalapú tanítást/tanulást (*IBL - inquiry based learning*). Előbbi lényege az, hogy a tananyagot releváns problémákba ágyazzuk, amire a válasz már létezik, szemben az IBL által használt nyílt végű kérdésekkel. Lényege, hogy a diákok kutatás jellegű tevékenységet végezzenek, aktívan vegyenek részt a tudásalkotás folyamatában. Az IBL fő komponenseit a probléma meghatározása, az adatgyűjtés, az analízis és a következtetések alkotják.³

A főbb tanulói tevékenységek a következők voltak. Kijelöltük a vizsgálandó problémát (jelen esetben a napfogyatkozást, de választhattunk volna más ritka eseményt, új kutatási eredményt, vagy környezeti hatásokkal bíró létesítményt, stb.) a jelenség megfigyelése után megismerkedtünk a fizikai (jelen esetben csillagászati) háttérrel, tanulmányoztuk a hozzá kapcsolódó szakirodalmat, amelynek alapján hipotéziseket fogalmaztunk, majd a hipotézisek ellenőrzésére megterveztük a kutatás menetét; összegyűjtöttük a használni kívánt eszközöket, technikákat.

A 2015-ös részleges napfogyatkozás kapcsán a diákok egy ritka jelenség vizsgálatát végezheték el, miközben tapasztalhatták a Napsugárzás jól érzékelhető földi hatásait és a jelenség miatt bekövetkező változásokat. Erős motiváló erővel bírt, hogy az általuk kapott eredmények akár tudományos kutatás céljára is felhasználhatóvá válhatnak. A tanulókkal végzett mérés segítségével a korábban megismert, 2006-os teljes napfogyatkozás adatainak elemzése során nyert eredményeket reprodukáltuk. Bár a 2006-os fogyatkozás teljes volt, a

³ Heather Banchi, Randy Bell: The many levels of inquiry, *Science and Children*, 2008/12, 26. o

2015-ös pedig részleges, ez nem okozott gondot, hiszen elsősorban nem a két napfogyatkozás összehasonlítása volt a cél, hanem a jelenség környezeti hatásának vizsgálata, amely a sugárzás csökkenésének nyomán jön létre. A fogyatkozás jelensége csak a természet adta hatalmas kísérleti környezetet biztosította a vizsgálathoz. Igazoltuk, hogy a jelenség kezdete előtti és vége utáni hőmérsékletértékek az idő függvényében jó közelítéssel olyan lineáris függvényre illeszthetők, amely mentén a hőmérséklet változott volna a fogyatkozás nélkül. Ezen kívül vizsgáltuk a hőmérséklet visszaesés alakulását különböző talajtípusok esetén, továbbá a Napsarló-terület és a hőmérséklet csökkenés között mutatkozó fáziskésést. Nagy örömünkre a szakirodalomból megismert eredményekkel megegyezőket sikerült kapnunk.

5. tézis

Napfogyatkozás modellezése, eredmények összevetése a 2015-ben nyert tapasztalatokkal [11]

A napfogyatkozást diákcsoport által tervezett eszközzel szakköri foglalkozáson modelleztük. A munka megmutatta, hogy a diákok, meglévő tudásukat hasznosítva, képesek a megismert jelenségek osztályteremben történő modellezésére. A tanulók nagyon vonzóknak találták a ritka és bonyolult jelenség vizsgálatát az általuk megtervezett és megépített kísérleti eszköz segítségével. A mérés során igazoltuk a korábban kapott irodalmi eredmények, összefüggések helytállóságát.

A kísérleti eszköz 2 méter magas, fából készült állvány volt, melyre 10 cm-es közönként tübeszúrós, digitális hőmérőket helyeztünk el. Tettük ezt azért, mivel ilyen lekicsinyített körülmények között az eltérések, változások kimutatásához érzékeny hőmérők szükségesek, amelyek gyorsan reagálnak a hőmérsékletváltozásra. A Nap szerepét egy rubin/szatén infralámpa töltötte be. Az eszköz aljára különböző albedójú felületeket helyeztünk el. Az IKT eszközök használatát kiaknázva egy fényérzékelő szenzorral ellátott okostelefont is alkalmaztunk, mellyel a különböző felületek fényvisszaverő képességét tudtuk követni.

Bár a modell megépítése nem igényelt különösebb fizikai ismereteket, a diákok matematikai felkészültsége lehetővé tette, hogy mélyebben elmerüljünk a napfogyatkozás leírásában még a kísérleti eszköz megalkotása előtt. A napfogyatkozást az infralámpa fényerejének változtatásával modelleztük. A fényerőt a napsarló területének változását követő függvény szerint csökkentettük, majd növeltük. (A napsarló területének kiszámítása kizárólag trigonometrikus összefüggések segítségével megoldható, amelyek már 10. évfolyamon bevezetésre kerülnek matematika órákon, és később még tovább pontosodnak.)

A kísérleti eszközt a diákokkal közösen terveztük és építettük meg, Izgalmas munkának bizonyult a folyamat, ami az alkotás élményét nyújtotta a diákoknak. Felelevenítve a korábbi mérést, megterveztük a hőmérők pontos helyét, megbeszéltük milyen fényforrást használjunk a minél hitelesebb modellezés érdekében. A berendezés elkészítését, a fényforrás felhelyezését, az áramkör és elektronika összeállítását teljes egészében a diákok végezték.

Pozitívumként éltem meg, hogy a kísérletezésbe a fizika iránt kevésbé érdeklődő, de a földrajz tantárgyat kedvelő diákok is szívesen bekapcsolódtak, ami jól visszajelezte a tantárgyak közti integráció hasznosságát.

Az eredményeket a kiértékelés és a következtetések levonása után összevetettük a korábbi mérésből kapottakkal. Örömünkre szolgált, hogy az eszköz segítségével a 2015-ben kapott eredmények meggyőzően reprodukálhatóak.

6. tézis

Interaktív, tematikus kísérleti bemutató tehetséggondozó szakkörön résztvevő diákok vezetésével [5], [10]

Gimnáziumunk két éve indította el az emelt szintű komplex természettudományos képzést. A képzés népszerűsítése érdekében az iskolai nyílt napok során – illetve egyéb rendezvényeken is – diákjaim tematikus kísérlet bemutatót tartottak az érdeklődők számára. Tapasztalataimon keresztül igazoltam, hogy érdekes kísérletek bemutatásával, különösen, ha diákok által végzett kísérletekről van szó, könnyen felkelthetjük a tanulók érdeklődését a fizika tantárgy iránt. Megmutattam, hogy a társak általi tanítás („peer instruction”) hatékony mind a fiatalabb diákok, mind a tanárként szereplők motiválásában. A program fejleszti a kísérletet végző diákok önbizalmát, előadásmódját. Fiatalabb diáktársaiknak bemutatva tudásukat lehetőségük nyílik kipróbálni magukat tanári szerepben. Lelkesedésüket látva jelentősen nőtt a tehetséggondozó szakköre, a fizika fakultációra illetve a természettudományos képzésre jelentkező fiatalok száma iskolánkban.

Tapasztalati tény, hogy a fizika tanítása során kiemelkedően fontos és sokrétű szerepet tölt be az önálló tanulói kísérletezés, ez az egyik legjobb eszköz a diákok fizika iránti érdeklődésének felkeltésére és természettudományos gondolkodásuk fejlesztésére. Amit a tanulók a saját szemükkel látnak, közvetlen közletről tapasztalnak, jobban megmarad az emlékezetükben, később könnyebben tudják felidézni, és más jelenségekkel összefüggésbe hozni.

A tanulói kísérletezés során a tanulók maguk végzik el egyedül vagy kisebb csoportokban a kísérleteket. Ez a forma biztosítja legjobban a tanulók aktivitását, hiszen ilyenkor nemcsak észlelői, hanem résztvevői is a kísérletezés folyamatának. Ezáltal a diákok órai és órán kívüli aktivitása nő, önbizalmuk erősödik, szívesen próbálnak új, akár saját kísérleteket, ami az egész osztály munkájára pozitív hatással van.

A diákjaim által tartott bemutató nem a hagyományos értelemben vett játékos kísérletezés volt, sokkal inkább egy interaktív tanórához hasonlítható, melyet diákok tartanak diákoknak. Célunk nem egyszerűen érdekes kísérletekből álló Fizika show szervezése volt, hanem a gimnáziumi tananyag tematikus interaktív bemutatása diákok által, diákoknak. Az elmúlt 4 évben 2 állandó tagja volt a csoportnak, és mindig kiegészült még 4-5 másik, fiatalabb illetve idősebb diákkal is. Mivel legtöbbször általános iskolások tanulókból állt a közönség, diákjaim egy-egy hétköznapi jelenséget megemlítve próbálták az adott törvény megfogalmazására (természetesen kvalitatív szinten) készíteni fiatalabb társaikat. Ezek után következtek a

kísérletek, melyek értelmezésében a már felidézett illetve újonnan jött ismeretek alapján szintén számítottak az idősebbek a közönség segítségére. A bemutató a legegyszerűbb „konyhakísérletektől” kezdve egészen a legmodernebb eszközökkel elvégezhető méréseket is tartalmazott. A tananyaghoz illeszkedve témakörönként csoportosítottuk a kísérleteket (mechanika, hőtan, elektromágnességtan), miközben jelentősen támaszkodtunk a fiatalabbak előzetes tudására. A tananyagon túlmenően bemutattuk a tehetséggondozó szakköri aktuális projektjét is. Érdeemes megjegyezni, hogy a nyílt napokra ellátogató szülők sokszor a diákokhoz hasonló lelkesedéssel és aktivitással vettek részt az interaktív órákon.

Az sikeres önálló kísérletezés hatására több tanulóm is fizikusi, fizika tanári illetve demonstrátori pálya mellett döntött.

7. tézis

A hullámtan témakörének új szemléletű felépítése a Design Based Research (DBR) jegyében [12]

Az MTA-ELTE Tantárgy-pedagógiai Kutatócsoportjának Kísérleti tankönyv munkacsoportjában munkatársaimmal 2016 óta dolgozunk egy új típusú fizika tankönyv kifejlesztésén. Elkészítettünk egy kísérleti honlapot (<https://www.kiserletitankonyv.hu/>), mely a középiskolások számára hívogató formában tartalmazza a tananyagot. Tapasztalataimon, illetve a diákok visszajelzésein keresztül igazoltam, hogy a tanulók részéről egyértelműen pozitív volt az új tanulási forma fogadtatása. Különösen az online tartalmakat (videók, szimulációk) üdvözltek örömmel.

Hosszabb ideje tapasztaljuk, hogy a hagyományos fizika tankönyvek, nem igazán tudnak megfelelni az utóbbi évtized egyre nagyobb elvárásainak. Hosszú távon a gyökeres változást a számítógépre telepíthető komplex oktatási segédanyagok fogják meghozni.

Feldolgozandó fejezetnek a “Rezgések, hullámok” átfogó témakörét választottuk. A kidolgozott fejezet elsősorban azoknak a diákoknak szól, akik már a középiskolai évek során döntöttek úgy, hogy reál irányban akarnak továbbtanulni, és ehhez fizikából érettségi vizsgát szeretnének tenni. A hagyományos feldolgozáson a téma felépítését tekintve is módosítottunk. Egy fejezetben a felületi síkhullámokon – mint mechanikai hullámon - mutatjuk be a hullámtulajdonságokat, majd a lineáris felépítés helyett egy párhuzamos struktúrát választunk. A honlap – ezáltal az e-tananyag – tesztelése első körben kis létszámú csoporttal történt meg. Ennek célja elsősorban a honlap használhatóságának felmérése volt. A diákok visszajelzései alapján apróbb finomításokat, változtatásokat végeztünk. A honlap tartalmának végleges formába öntése után célunk az e-tananyag szélesebb körben történő kipróbálása.

Az eredmények hasznosítása

A leírt kísérleteket, méréseket és módszereket először mindig saját tanítványaimmal teszteltem, valósítottam meg. A legtöbb kísérletet tehetséggondozó szakkör illetve projekt munka során, néhányat pedig tanórai keretek között. Általános tapasztalatom volt, hogy a diákok kifejezetten élvezték az okostelefonnal történő kísérletezést, és így sikeresen lehetett őket bevonni a tanulási folyamatban való aktív részvételbe. A kutatásaimon alapuló munka sikerét igazolja számomra, hogy volt tanítványaim nagy számban választottak természettudományos vagy műszaki pályát.

Diákjaim az iskolai nyílt napokon történő szereplésen kívül kísérlet bemutatóval részt vettek többek között a győri Mobilis Kísérletbazár rendezvényén (2014, 2015, 2016), a II. Természettudományos Oktatási Szakkiállításon Kecskeméten, a Szombathelyen is megrendezésre kerülő Kutatók Éjszakáján és a hozzá kapcsolódó Science Fair vetélkedőn (2015, 2016, 2019), a nemzetközi Science on Stage fesztiválon Debrecenben (2017), illetve a környékbeli általános iskolákban népszerűsítették a fiatalabb generáció körében a fizika tantárgyat. Munkájukat több alkalommal díjjal ismerték el (Science Fair vetélkedő I.(2015) és II. (2016) díj, közönségdíj (2015 és 2019), Csodák Palotája Díj (2015)).

Saját publikációk

1. Finta, Zs. (2015): From Galilei's clepsydra to webcamera – Methods of tracing of motion in teaching physics, *Editors: Ewa Dębowska, Tomasz Greczyło, Proceedings of the international conference GIREP EPEC 2015 July 6-10, Wrocław, Poland, pp. 270-274.*
2. Finta Zs., Mitre Z. (2015): A Kutatás alapú tanulás alkalmazása a 2015. március 20-i napfogyatkozás során végzett hőmérsékletmérésre, *Proceedings of the 14th International Conference on Applications of Natural, Technological and Economic Sciences, Editors: Szőcs H., Mesterházy B., Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem, pp. 57-64.*
ISBN: 978-963-359-053-9
3. Finta Zs. (2015): Galilei vízórától a WEB kameráig, *Proceedings of the 14th International Conference on Applications of Natural, Technological and Economic Sciences, Editors: Szőcs H., Mesterházy B., Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem, pp. 205-210.*
ISBN: 978-963-359-053-9
4. Finta Zs. (2016): A fény vizsgálata okostelefon segítségével, *Proceedings of the 15th International Conference on Applications of Natural, Technological and Economic Sciences, Editor: Mesterházy B., Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem, pp. 240-244.*
ISBN: 978-963-9871-61-8
5. Finta Zs. (2015): Mozgások nyomkövetésének módszerei – Okostelefonok alkalmazása a fizika órákon, *A tudományért és a tehetségekért – Tudományos diákköri munkák a Természettudományi és Műszaki Karon, Szerkesztette: Dr. Scheidné Dr.*

Nagy Tóth E., Dr. Baráth Kornél, Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem, 6-7. old.

ISBN: 978-963-334-277-0

6. Finta Zs. (2015): Hőmérsékletváltozás vizsgálata 2015. március 20-i napfogyatkozás során – Szakmódszertani oldalról, *Gothard Jenő Csillagászati Egyesület - Egyesületi Híradó*, 26. évf. 3. (103.), 33-41. old.
7. Finta Zs., Mitre Z. (2017): Hőmérsékletváltozás napfogyatkozáskor – a kutatás alapú tanulás alkalmazása, *Fizikai Szemle 2017/3*, 747. szám, 100-103. old.
8. Finta, Zs (2015): Complex smartphone-based experiments carried out by students, Proceedings of the international conference *Teaching Physics Innovatively, New Learning Environments and Methods in Physics Teaching*, Editors.: Andrea Király, Tamás Tél, Graduate School for Physics, ELTE, Budapest, pp. 237-242.
9. Finta, Zs. (2017): Project-based Ideas in Optics for Experimental Activities Using Smartphones
Obzory matematiky, fyziky a informatiky, (Horizons of Mathematics, Physics and Computer Sciences), volume 46, number 4, pp. 39-48.
ISSN 1335-4981
10. Finta Zs. (2019): Interaktív tematikus kísérletbemutató tehetséggondozó szakkörön résztvevő diákok vezetésével
Polonyi T., Abari K., Szabó F.: Innováció az oktatásban, A pszichológia gyakorlata, Oriold és Társai Kiadó, Budapest, 365-374. old.
ISSN: 2630-8209
11. Finta, Zs. (2018): Napfogyatkozás modellezése iskolai körülmények között, *Fizikai Szemle (beküldve)*
12. Finta Zs., Jenei P., Schramek A. (2019): The subject of waves in a new approach introductory steps of a Design Based Research (DBR), *GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019 International Conference, Budapest (bírálat alatt)*