

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**LÉGKÖRI JELENSÉGEK TANÍTÁSA
HUMÁN OSZTÁLYBAN
A villámok és hatásaik**

Takátsné Lucz Ildikó Ágnes

Témavezető: Dr. Tasnádi Péter egyetemi tanár



Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Fizika Doktori Iskola

Vezető: Dr. Gubicza Jenő egyetemi tanár

Fizika Tanítása Doktori Program

Vezető: Dr. Nguyen Quang Chinh egyetemi tanár

2023

DOI: 10.15476/ELTE.2023.064

I. Bevezetés

A légköri jelenségek, az időjárás elemeinek megismerése és megértése évezredekre visszanyúló vágya az emberiségnek. A legkorábbi észlelésekkel már az ókori Kínában, Indiában találkozhatunk. A földművelés megjelenésével és elterjedésével egyre hangsúlyosabbá váltak az időjárási megfigyelések, hiszen meghatározták a vetés és betakarítás időpontját, befolyásolták a betakarított termés mennyiségét. Bár Arisztotelész (kr.e. 350) a *Meteorologica* című munkájában számos légköri jelenség mellett a villámok és a mennydörgés kérdését is részletesen tárgyalta, ekkor még tudományos ismeretek hiányában ezek magyarázatát az emberek természetfeletti erőkben keresték (Zeusz stb.). Egészen a 18.század közepéig az elektromosságról nem sokat tudtak az emberek, nem ismerték a jelenségek elméleti magyarázatát. A társasági élet elmaradhatatlan eseményei voltak a látványos elektromos kísérleti bemutatások, amelyekkel az előadók elkápráztatták a közönséget. A század közepe táján a "mutatványosok" közül már többen kapcsolatot véltek felfedezni az elektromos szikrák és a légköri elektromos jelenségek (villámok) között, de a villámlás okát még nem ismerték.

1752-ben Benjamin Franklin híres sárkányos kísérletével igazolta az elektromos szikrák és a villámok hasonló viselkedését. A tudományos igényű munka e titokzatos jelenség rejtelmeinek feltárására csak ezt követően indult meg a villámok pusztító hatása miatt, és ma is kedvelt kutatási témaköre a geofizikának, űrkutatásnak és a meteorológiának.

A klímaváltozás egyik szembetűnő jele a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoriságának és intenzitásának fokozódása. A heves zivatarokat gyakran villámcsapások kísérik, amelyek az embereket évezredekken keresztül rettegésben tartották. A villámok pusztító hatása, a tragikus végű balesetek nagy publicitása az emberek figyelmét fokozottabban e jelenségekre irányítja.

II. Célkitűzések és módszerek

A 2020-ban bevezetett új NAT-ban (Nemzeti alaptantervben) és a ráépülő kerettantervben a korábban csak kiegészítő vagy olvasmány részben fellelhető villámok és villámvédelem kérdésének középiskolai tárgyalása, a zivataros időben való helyes magatartás kialakítása kötelező tantervi elemmé vált. Középiskolások számára készült szakanyag azonban csak alig áll rendelkezésre. A villámok középiskolai tárgyalását nem csak az nehezíti, hogy a témakör számos részlete még jelenleg is tisztázatlan, hanem az is, hogy a jelenség egzakt leírásához szükséges matematikai és nagyon absztrakt fizikai ismeretekkel a középiskolás tanulók nem rendelkeznek. Ezért kutatásom fő célja a MER (Model of Education Reconstruction – A Tanítás rekonstrukciós modellje) módszerét alkalmazva olyan szakmai anyag kidolgozása volt, amely a tudományos ismereteket számukra is érthető módon közvetíti, és szemléletformáló többletet

is ad. A jelenségek leírásakor, értelmezésekor elemi megközelítéseket alkalmaztam. Javaslatokat tettem a villámokkal kapcsolatos ismereteknek a fizika tananyag egyes fejezeteibe történő beillesztésére, mellyel a szakos kollégák munkáját kívánom segíteni.

Közismert tény, hogy az utóbbi évtizedben a természettudományos tantárgyak, így a fizika iránt is a diákok egyre kevésbé érdeklődnek. Ezért kutatásom során a MER módszer támogatására korszerű technikákat (web 2.0 alkalmazásokat, tanárjelöltek által készített oktatási videókat) kívántam bevonni, kerestem a fizikatanításban a motiváció lehetőségeit (flipped classroom, gamifikáció, projekt módszer).

A társadalom és a diákok megváltozott igényei az oktatás, így a fizikatanítás folyamatos változtatását igényli. Ma a középiskolák padjaiban a Z generáció (1991- 2010 között születettek) tagjai ülnek, akik hozzászoktak a gyors információáramláshoz, mindennapi életüket meghatározza a digitalizáció. Az őket tanító pedagógusok jelentős része az X generációból (a 42-61 év közöttiek) kerül ki, más háttérismeretekkel, más hagyományokkal, tanulási-tanítási szokásokkal és eltérő értékrenddel. A generációs szakadék áthidalása, a társadalom megváltozott igényeinek való megfelelés az oktatás minden szereplőjét nagy kihívás elé állítja, rugalmasságot, alkalmazkodóképességet kíván. Oktatásunk úgy lehet sikeres, ha szem előtt tartjuk John Deweynek, az amerikai oktatási rendszer megreformálójának, szavait: *“If we teach today’s students as we taught yesterday’s, we rob them of tomorrow.”* (John Dewey) (Ha a mai diákokat úgy tanítjuk, mint a múltbélieket, akkor megfosztjuk őket a jövőjüktől.) Kutatásomban vizsgáltam a 21. századi kulcskompetenciák fejlesztésének, a tanulóközpontú oktatás megvalósításának, a motivációnak a lehetőségeit, ami. számos nemzetközi programban, szabályozásban (Partnership for 21st century skills (P21), En Gauge, Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATCS), National Educational Technology Standards (NETS), and the National Assessment of Educational Progress (NAEP) (Voogt, Roblin, 2010)) is megfogalmazásra kerül. (A szakirodalomban ezek a képességek 7C néven váltak ismertté, melyek a Critical thinking - kritikus gondolkodás, Communication-kommunikációs képesség, Collaboration-kollaborációs képesség, Creativity-kreativitás, Computing and ICT literacy-az IKT-eszközök és a számítástechnika hatékony és biztonságos alkalmazásának képessége, Cross-cultural understanding-a kultúrközi kapcsolatok ápolása, a másság elfogadása és Career and learning self-reliance-a változó élet- és munkakörnyezethez való alkalmazkodás és ennek következtében az élethosszig tartó tanulás képessége.)

A korszerű technika oktatásban való eredményes alkalmazása a szakmai tudás mellett elképzelhetetlen a technikai eszközök és felhasználási lehetőségeik ismerete, valamint az újszerű pedagógiai módszerekben való jártasság nélkül. Ezért az elmúlt öt év során számos

hazai és külföldi tanártovábbképzésen vettem részt, ahol elsajátítottam a modern technikák (web 2.0-s és egyéb multimédiás eszközök) és pedagógia módszerek („Fordított osztályterem”, PBL, IBL, DBL, peer teaching) elméleti alapjait, megismerkedtem a nemzetközi szinten megfogalmazott jó gyakorlatokkal. A job shadowing tevékenységek során (egy-egy hetes angliai, norvég és spanyol iskolalátogatások) betekintést nyerhettem a módszerek gyakorlati alkalmazásába, ötleteket meríthettem a tanítási gyakorlatomba történő integrálásukhoz.

A TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge, Technológiai, pedagógiai, tartalmi ismeretek) modell alapján tanulmányoztam:

- a web 2.0-s eszközök fizikaórai alkalmazásának lehetőségeit,
- az egyszerű kísérleteket bemutató oktatóvideók szerepét a tanulásban,
- a közösségi felületeken, a projektpedagógia alkalmazásán keresztül az oktatás új dimenzióit.

A kutatásban részt vevő diákok

Kutatásomban a Budapest II. Kerületi Szabó Lőrinc Kéttannyelvű Általános Iskola és Gimnázium (korábbi iskolám) 9-11., és az Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium (jelenlegi iskolám, VMG) 10-11. évfolyamos diákjai vettek részt. Az osztályok angol két tanítású nyelvűek vagy általános tantervűek voltak, de a fizikát magyarul tanulták. (Ahol a kutatásban a kéttannyelvűségnek jelentős szerepe van, ott ez kiemelésre kerül.) Minden csoport elsősorban humán érdeklődésű diákokból állt, a fizikát középszinten, heti 2 órában tanulták. A fizikaórákon csoportbontás nem volt, kivéve a VMG-t, ahol a néhány fizika fakultációt választó diák az osztályból kiemelve, külön csoportban tanulta a fizikát. A tanulók a kutatás egyes fázisaiban különböző létszámban vettek részt. Ezt leginkább a kutatási cél és az adott tanévben a tantárgyfelosztás határozta meg.

III. Tézisek

1. A villámok jelenségkörének tanítása a MER (Model of Educational Reconstruction – A Tanítás rekonstrukciós modellje) jegyében [S4], [S5]

Dolgozatomban megmutattam, hogy a villámok jelenségköre összetettsége miatt kiválóan alkalmas a komplex természettudományos gondolkodás kialakítására, fejlesztésére. A természettudományos tantárgyakhoz (földrajz, biológia, kémia) való kapcsolódási pontok feltárásával megmutattam, hogy a jelenségkör tanításával a tantárgyi integráció is megvalósítható.

Diákjaim számára jegyzet¹ készítettem, melyet a GC (Google Classroom) felületen osztottam meg velük. A tananyag kidolgozásakor a jelenségek megértésére törekedtem, ezért a

jelenségek leírásakor és a magyarázatok során a MER módszert követtem: elemi megközelítéseket, és a fizikai tartalmat nem befolyásoló egyszerűsítéseket alkalmaztam. Tapasztalataimon és a diákok visszajelzésein keresztül igazoltam, hogy a kidolgozott tananyagok eredményesen használhatók a fizikaoktatásban, a témaválasztásnak óriási a motiváló ereje. A téma középiskolai tananyagba történő beillesztésére gondolatébresztő javaslatokat fogalmaztam meg.

A légköri elektromosság témaköre az új fizika kerettantervben a 10. évfolyamon a „Szikrák és villámok” című fejezetben jelenik meg, a korábbi tantervek „Elektrosztatika” témakörében tárgyalt ismeretekhez kapcsolódóan. Megmutattam, hogy a villámokhoz társuló számos jelenség magyarázata az elektrosztatikán túlmutat, a téma több részletének megértése megkívánja, hogy a villámok tárgyalását a fizika más fejezeteibe is beemeljük.

A tudományos tényanyag halmozódásával a légköri jelenségek megértéséhez szükséges ismeretek a különböző tudományterületekhez kapcsolódva szétaprózódva jelennek meg. A légkörrel és váltoásaival, a légköri jelenségekkel elsősorban a földrajz tantárgy foglalkozik, így a feldolgozást alapvetően meghatározza a tantárgy leíró jellege. A villámokban lezajló töltésmozgás, a villámok elektromágneses hullámtartományait magyarázó eltérő mechanizmusok megértése azonban elképzelhetetlen a kémiai alapismeretek nélkül. A villámok élettani hatásainak megértése a biológia tantárgyhoz való kapcsolódást igényel. Megmutattam, hogy a tantárgyi integráció, a tudástranszfer, a fizikai háttérismeretekkel történő kiegészítések segítik e komplex jelenségek mélyebb megértését, hozzájárulnak az esetleg kialakult tévhitek tisztázásához. Dolgozatomban vizsgáltam a villámok tanítási szerepét. A villámok jelenségkörét alapvetően tárgyaló „Szikrák és villámok” című fejezet a középiskolai fizikatanítás szempontjából kitüntetett szerepet játszik, hiszen számos elektromosságtani fogalom itt kerül bevezetésre. Ugyanakkor, a fogalmak absztraktsága, a jelenségek egzakt leírásához szükséges bonyolult matematikai és fizikai ismeretek hiánya miatt a fizika iránt kevésbé érdeklődő diákok számára a témakör nehéznek bizonyul, kevésbé mutatnak érdeklődést iránta. A villámok félelmetes, és csodálatos világa, a felsőlégkör káprázatos fénytüneményei viszont ámulatba ejtik őket. A témának a hétköznapi élethez való kapcsolása (villámvédelem, élettani hatások, villámok lokalizációja stb.) a fizika gyakorlati alkalmazásával, a fizikai ismeretek hasznosságát támasztja alá és rendkívüli motiváló erővel hat. A villámlás folyamatának megértéséhez, a villámcsapás veszélyeinek leírásához szükséges háttérismeretek azonban nem korlátozhatók az elektrosztatika témakörére. A téma több részletének megértése megköveteli a villámok tárgyalásának beemelését a tananyag más (mágneses indukció, elektromágneses sugárzások) fejezeteibe. A kidolgozott tananyagban a

zivatarfelhők leegyszerűsített tripólusú modelljéből kiindulva értelmezem a zivatarfelhők elektromos terét és hatását a földfelszín töltéseloszlására, vizsgálom a zivatarfelhők szerepét a nagy légköri áramkörben. A villámok típusainak tárgyalását követően a diákok megismerkednek a villámok legfontosabb tulajdonságaival, időbeli lefolyásával. A tananyagban kitérek a földből kiemelkedő csúcsok szerepére a villámcsapás kialakulásában, valamint a villámhárító működési elvére, villámcsapások különféle hatásaira (elsősorban az emberi szervezetre gyakorolt élettani hatásokra fókuszálva). A fizika törvényeinek gyakorlati alkalmazásaként megemlítszem a villámok lokalizációja és az előrejelzések fontossága is. A tananyag szakmai háttéréként V. Cooray: Introduction to lightning; Uman: Lightning discharges; Cooper, M. A., Andrews, C. J., Holle R. L., Blumenthal R. and Aldana N.N.: Lightning –Related Injuries and Safety és M. A. Cooper: Reducing lightning injuries worldwide című könyvek, számos szócikk és a MetEd (Meteorological Education <https://www.meted.ucar.edu/index.php>) e-learning tananyagai szolgáltak.

Az összeállított tananyagokat az elmúlt négy év mindegyikében egy-egy osztályban kipróbáltam, a tapasztalatoknak megfelelően többször módosítottam.

A tananyagok felhasználásához módszertani ajánlásokat is készítettem. Megmutattam, hogy a villámokkal kapcsolatos ismeretek hogyan illeszthetők be a fizika törzsanyagának egyes fejezeteibe.

2. Schumann rezonanciák és Felsőléggörri Elektro-Optikai Emissziók a középiskolában [S9], [S10]

Elsősorban tanároknak szóló segédanyagot készítettem a felsőléggörri elektro-optikai jelenségek (FEOE-k) középiskolai feldolgozásához. A szakmai anyag elemi megközelítésben tárgyalja a jelenségeket. A diákok visszajelzései alapján igazoltam, hogy a tudomány új kutatási területei, eredményei, a különböző autentikus internetes források lenyűgöző videófelvételei a fizika iránt kevésbé érdeklődők figyelmét is megragadták.

A FEOE-k (Felsőléggörri Elektro-Optikai Emissziók) vizsgálata messze túlmutat az alaptantervi követelményeken, így az elkészített szakmai anyag tanórai keretek között csak kiegészítő anyagként használható. Feldolgozása főként szakkörök, témahetek keretében javasolt. A téma újszerűsége és látványossága miatt alkalmas a tanulók fizika iránti érdeklődésének felkeltésére, fenntartására, napjaink tudományos kutatási módszereinek és eredményeinek népszerűsítésére. A jelenségek tárgyalása ismeretanyagában támaszkodik a földrajz, kémia tantárgyakban, illetve a fizika korábbi témaköreiben tanultakra, ezzel elősegíti a tantárgyi integrációt és hozzájárul az egységes természettudományos gondolkodásmód

kialakításához. A tananyagot három osztályban (84 fő), tanórai keretek között próbáltam ki. Dolgozatomban a tudományos ismeretanyag MER szellemében történő rövid összefoglalása mellett ismertetem a diákok visszajelzéseit is.

3. Villámok és tévképzetek [S3], [S6]

A villámokkal kapcsolatban számos tévhit él a köztudatban. Felmerést végeztem 9-10. évfolyamos gimnáziumi tanulók körében, melyben azt vizsgáltam, hogy mit gondolnak ezekről a közismert hiedelmekről. A kísérleti csoportban a mérést a tanítást követően egy év múlva megismételtem. (A diagnosztikus és a szummatív kérdéssor megegyezett.) Az eredmények kiértékelése alapján megmutattam, hogy a tévhitek háttérében elsősorban a jelenségek megértéséhez szükséges alapismeretek hiánya áll. Ehhez azonban hozzájárul az is, hogy a villámokról rendelkezésre álló tudományos ismeretanyag jelenleg sem teljes, napjainkban is alakul, egyre bővül. A különböző internetes platformokon, médiaforrásokban néha egymásnak ellentmondó információkat is találhatunk. Számos esetben csak szemtanúk beszámolóit állnak rendelkezésre, ezek hitelessége azonban megkérdőjelezhető (pl. gömbvillámok).

Az emberek évezredekken keresztül rettegetek az ismeretlen eredetű, óriási intenzitású villámcsapásoktól, gyakran természetfeletti erőt tulajdonítottak nekik. Egészen a 18.század közepéig misztikum övezte a jelenségek körét, hiszen nem ismerték a villámok természetét, kialakulásának feltételeit. Ez is forrása lehetett a villámok körül kialakult rengeteg hiedelemnek. Ezek közül elsősorban a villámvédelemmel és a villámok emberi szervezetre gyakorolt hatásaival összefüggő tévhiteket gyűjtöttem össze. Megvizsgáltam az egyes téves elgondolások mögött meghúzódó fizikai tartalmat, melyet beépítettem a villámokról szóló tananyagba. Értekezésemben a diákok körében végzett mérési teszt sor eredményeinek kiértékelésekor kitérek a villámveszélyes helyzetekben való helyes viselkedésre is.

4. A kísérleteket bemutató oktatási videók a középiskolai fizikaoktatásban [S2]

Megmutattam, hogy a tanárjelöltek által készített, egyszerű, otthon is könnyen elvégezhető fizikai kísérleteket bemutató oktatási videók eredményesen alkalmazhatók mind az online mind pedig a jelenléti középiskolai fizikaoktatásban. (Kutatásomban kanadai tanárjelöltek által készített 3-6 perces, feliratokkal, magyarázó ábrákkal, figyelemfelkeltő jelekkel ellátott YouTube-típusú videókat vizsgáltam.)

A kísérlet a fizikatanítás alapvető módszere. A kutatásomban tanárjelöltek által készített, egyszerű kísérleteket bemutató oktatási videók hatékony középiskolai alkalmazásának

lehetőségeit vizsgáltam. Ezek a videók természetesen nem helyettesítik a valós kísérleteket, de megfelelő alkalmazásuk mellett hasznos kiegészítői lehetnek a tanóráknak, illetve az otthoni tanulásnak. Az oktatási videók fontos erénye, hogy bennük a jelenségeket bemutató kísérletekhez mindig rövid magyarázatok is kapcsolódnak. Az MTA-ELTE Tantárgypedagógiai Kutatócsoport tagjaként, Prof Marina Milner-Bolotinnal (University of British Columbia, Vancouver, Department of Curriculum & Pedagogy) közös kutatásban vettem részt, melynek célja a tanárjelöltek kísérletező képességének és kreativitásának nemzetközi kontextusban is elfogadott fejlesztése volt. A közös munka során a kanadai partnerrel való kapcsolattartást, a hazai oktatási videók készítésének koordinálását, a kiválasztott videók középiskolai diákok körében való tesztelését, az eredmények kiértékelését, konklúziók és felhasználási javaslatok megfogalmazását végeztem. A videók teszteléséhez két témakört választottam ki (*Geometriai optika* és *Hangtan*). A mérésben négy osztályból összesen 101 diák vett részt. Mindegyik csoportban más-más pedagógiai megközelítést alkalmaztam. A módszerek eredményességének összehasonlítása az előteszt és az utóteszt kérdéseire adott válaszok kiértékelése útján történt. Igazoltam, hogy a tanulók aktivitásának fokozásával, irányított tanári kérdések megfogalmazásával az oktatási videók eredményesen használhatók a fizikatanításban.

5. A web2.0-ás applikációk széleskörű alkalmazása a fizikaórákon [S1], [S8]

A társadalom megváltozott igénye, a diákok Z generációjának hatékony oktatása, felkészítése jövőendő életpályájukra megköveteli a fizikatanítás digitalizációját is. Ugyanakkor fontosnak tartom, hogy megtaláljuk a megfelelő egyensúlyt a hagyományos és a digitális tartalmak és módszerek alkalmazása között, ügyeljünk a fizikai tartalmi gazdagság megőrzésére. Megmutattam, hogy a web 2.0-ás applikációk széleskörű alkalmazása fokozza a tanulók aktivitását, a fizikatanítás eredményességét és több 21. századi kulcskompetenciát is fejleszt. Igazoltam, hogy a gamifikáció (játékosítás) elemeinek beépítése a tanórák menetébe élményszerűbbé varázsolja azokat, a kortársakkal való versengés növeli a diákok motivációját.

A mai középiskolás Z generáció tagjai a tanulási folyamatban szívesen és magabiztosan használják az IKT-s (információs-kommunikációs technológia) eszközöket, így a web 2.0-s alkalmazásokat is. (A web 2.0 alkalmazások olyan webes applikációk és szolgáltatások összeségét jelentik, amelynek legfőbb jellemzője az interakció.) Dolgozatomban igazoltam, hogy a web 2.0-s eszközök korszerű pedagógiai módszerekkel kiegészítve a középiskolai fizikaoktatásban is eredményesen alkalmazhatók. A tanulók aktivitásának fokozásával, a játékosítás elemeinek bevonásával a fizika iránt kevésbé érdeklődő diákok számára is

motiválóak lehetnek. Három témakörben (*Elektromos mező, Mágneses mező, Rezgések és hullámok*) szummatív tesztsorral hasonlítottam össze az ismeretek elsajátításának eredményességét a kísérleti és a kontroll csoportban. Ezek a tesztsorok a középszintű érettségi követelményeihez igazodtak és többszörös feleletválasztós, egyszerű számítást igénylő vagy igaz/hamis állítást és annak indoklását célzó feladatokat tartalmaztak. A kontroll csoportban hagyományos módszereket, munkaformákat alkalmaztam, míg a kísérleti csoportban a web 2.0-s alkalmazások széles körét és modern pedagógiai módszereket (fordított osztályterem, kutatás alapú tanulás, gamifikáció), kollaboratív munkaformákat használtunk. Vizsgáltam továbbá azt is, hogy az alkalmazások segítségével hogyan valósítható meg a diákok közötti együttműködés, kommunikáció tantermen belül és kívül; hogyan támogatják a modern társadalom által elvárt képességek fejlesztését (mint pl. a kritikus gondolkodás; kreativitás; digitális kompetencia; kommunikációs, problémamegoldó, valamint kollaborációra való képesség). A tanév végén attitűdvizsgálatot is végeztem. Megkértem diákjaimat, hogy megadott szempontok alapján, 1-től 5-ig terjedő skálán (1- a legrosszabb, 5 a legjobb) értékeljék az applikációk fizikaórai használatát. Tapasztalataim szerint a diákok pozitívan fogadták az új eszközök alkalmazását. Megítélésük alapján az applikációk segítették őket az egyéni tanulásban, az absztrakt fogalmak kialakításában, megértésében, az alapismeretek elsajátításában. A közösségi felületek a tanulási folyamatban új dimenziókat nyitottak térben és időben számukra, a feltöltött anyagok segítették őket a számonkérésre való felkészülésben. Szívesen vették a közösségi felületen keresztül történő, személyre szabott tanári visszajelzést és értékelést.

6. A fizikatanítás új dimenziói: társadalmilag releváns problémák és projektpedagógia összekapcsolása [S11]

A társadalmilag releváns problémák fizika tananyagba történő integrálása (pl. globális felmelegedés és veszélyei, energiagazdálkodás, nukleáris energia felhasználása és kockázati tényezői, a radioaktivitás biológiai vonatkozásai stb.) és összekapcsolása a projektpedagógiával a diákok motivációjának hatékony eszköze. A témafelvetés az érzékenyítés mellett támogatja a fenntarthatóságra nevelést, felhívja a figyelmet a környezeti értékekre és fejleszti a környezeti, fenntarthatósági kérdésekkel kapcsolatos cselekvési kompetenciát. A feldolgozásba bevont modern technikai eszközök és egyéb pedagógiai módszerek (pl. web 2.0-s alkalmazások, online közösségi hálók, videokonferenciák, PBL-projektpedagógia, IBL stb.) fokozzák az oktatás eredményességét és számos 21. századi kulcskompetenciát (digitális, kollaborációs, problémamegoldó, idegennyelvi, kultúrközi stb.) fejlesztenek.

Fizikatanításunk célja a tudományos ismeretek közvetítése mellett, a problémamegoldó képesség fejlesztése, a kritikus gondolkodás kialakítása, a természettudományos gondolkodásra nevelés, a természettudományos műveltség széles körű terjesztése. Erre kiváló lehetőséget nyújt a társadalmilag releváns problémák fizika tananyagba történő bevonása. Ezek a társadalom egészét foglalkoztató globális problémák, mivel mindennapi életünk egyes területeit érintik, könnyen válhatnak a motiváció eszközévé. A környezettudományi, a fenntarthatósági és egyéb globális kérdések tárgyalása a különböző természettudományos tárgyakban szerzett ismeretek integrálását igényli, interdiszciplináris vonatkozásai miatt pedig kisebb-nagyobb projektek kiindulópontjait jelenthetik. Az érzékenyítésen túl, társadalmi szinten elvárás, hogy a modern kor embere kritikusan és intelligensen tudjon véleményt alkotni e kérdésekben és szükség esetén cselekedni pl. a környezeti károk csökkentése érdekében. Ennek elengedhetetlen feltétele a témával kapcsolatos természettudományi alapismeretek elsajátítása. Doktori munkámban az izlandi Borgarholtsskóli középiskolával közösen megvalósított “Természeti kincsünk a víz” elnevezésű Erasmus+ projektünkön keresztül mutatom be a vízenergia és a Föld belső hő hasznosításának egy lehetséges feldolgozását. A közös munka alkalmával a résztvevők közötti kommunikáció a közös webhelyen és annak tartalmának összehangolt feldolgozásán keresztül történt (videóklippek, fotók, vetélkedők, kérdőívek, prezentációk, blogbejegyzések, csevegések és videokonferenciák útján). A projekt megvalósítása során számos különböző pedagógiai módszer és modern technológia került alkalmazásra, a projekttevékenységek előkészítése, végrehajtása és értékelése közben fejlődött a tanulók környezettudatossága. A projekt legjelentősebb indikátora a projekt iskolai méretűvé szélesedése, legfőbb erénye az együtt gondolkodás folyamata, a közös tevékenységek és élmények voltak.

Saját publikációk[S]

1. Takátsné Lucz I, Web 2.0 applications as the tools of motivation in secondary physics education, *Journal of Physics: Conference Series GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019*, doi:10.1088/1742-6596/1929/1/012041
2. I Takátsné Lucz, M Milner-Bolotin, Video making as a powerful tool in physics teacher education and in teaching and learning, *Journal of Physics: Conference Series, Volume 2297, GIREP Malta Webinar 2020 16/11/2020 - 18/11/2020 Online*, doi:10.1088/1742-6596/2297/1/012026
Citation I T Lucz and M Milner-Bolotin 2022 *J. Phys.: Conf. Ser.* 2297 012026
3. I Takátsné Lucz and P. Tasnádi, How to teach lightning activities to spark students' curiosity? *Adv. Sci. Res.*, 19, 137–144, <https://doi.org/10.5194/asr-19-137-2022>, 2022.
4. Takátsné Lucz I. és Tasnádi P., Villámok az új Nemzeti Alaptanterv tükrében, *Fizikai Szemle*, 2021/3 pp 102-109, HU ISSN 0015-3257 (Nyomtatott), HU ISSN 1588-0540 (Online)
5. Takátsné Lucz I. és Tasnádi P., Ami túl mutat az elektrosztatikán: villámok az új Nemzeti alaptanterv tükrében, *Fizikai Szemle* 2022/5 pp 147-156. HU ISSN: 0015-3257 (Nyomtatott), HUISSN: 1588-0540(Online)
6. Takátsné Lucz I. és Tasnádi P., A villámok biológiai hatásai - és amit a diákok tudnak róla in V. Orvosmeteorológiai konferencia jegyzőkönyve, Magyar Meteorológiai Társaság, pp 25-34, 2022, ISBN 978-963-8481-15-3
7. Tasnádi P., Lucz I., Molnár B., Nógrádi Zs. és Weidinger T., Meteorológia interdiszciplinárisan A NAT, a tanárképzés, és a szakmódszertani kutatások meteorológiai témái, *Léggör*, megjelenés alatt
8. Takátsné Lucz I., Web2.0 alkalmazások használata a középiskolai fizikaoktatásban In: Innováció az oktatásban Debrecen Oriold és Társai Kiadó és Szolgáltató Kft, 2019, p 383- 391. ISBN 978-615-5981-09-8

szakmai anyag:

9. Takátsné Lucz I. Felsőlégi körű elektro-optikai jelenségek a középiskolában
http://fiztan.phd.elte.hu/kozkinacs/szakmhallg/anyagok/legkor_elekto-optika.pdf
10. Finta Zsanett, Lucz Ildikó, Schramek Anikó HULLÁMTAN Kísérleti tankönyvi fejezet
http://fiztan.phd.elte.hu/files/kiadvanyok/vazTK_Hullamtan.pdf
<https://www.kiserletitankonyv.hu/>
11. Az izlandi projekt oldala:
<https://2019wasser.wixsite.com/erasmusplus>
<https://2019wasser.wixsite.com/erasmusplus/wasser>

ⁱ <https://drive.google.com/drive/folders/14ku9PeZQExxM2uyvh-5CiFDGMwrTJzj?usp=sharing>

