

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**Tantárgyközi kapcsolatok a fizika és a
kémia középiskolai tanításában**

Szakmány Csaba

**Témavezető: Dr. Rajkovits Zsuzsanna
ny. egyetemi docens**

**ELTE TTK Fizika Doktori Iskola
Vezető: Dr. Tél Tamás egyetemi tanár**

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



**Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar**

2018.

Bevezetés:

Napjainkra a természettudományos és műszaki ismeretek elengedhetlenné váltak nemcsak az ipar és a gazdaság fejlődése, hanem az egyénnek a technicizált világban való mindennapi boldogulása szempontjából is. A természettudományok iskolai oktatása járul hozzá ahhoz, hogy ezeknek az ismeretnek a megszerzése vagy kialakulása ne pusztán empirikus és heurisztikus legyen, hanem szisztematikusan felépített tanulási folyamat eredménye. A fizika, kémia, biológia emellett gondolkodni is tanítja a diákokat. Ezek azok a tantárgyak, melyek okok és okozatok rendszerét, tények logikus egymásra épülését mutatják be a diákoknak.

A természettudományos oktatás hagyományosan és érthető okokból tantárgyakra tagozódik. Ez azonban sokszor azt eredményezi, hogy a diákok nem vagy nehezen kapcsolják össze ismereteiket, amiket ugyanarról a jelenségről más-más tantárgy óráján tanultak. Ezért különösen érdekes és érdemes a kapcsolódási pontokra felhívni a diákok figyelmét, valamint olyan természettudományos jelenségekkel foglalkozni, melyek e természettudományos tárgyak egymással átfedő határterületei. Mindemellett hangsúlyozottan nem azt szeretném elérni, hogy a természettudományos ismeretek egyetlen, integrált tantárgyba legyenek zsúfolva. A tantárgyi tagoltság megőrzése mellett látom szükségesnek a komplex természettudományos szemlélet kialakítását a tanulóknban. Doktori dolgozatomban ennek lehetőségeit vizsgáltam meg és erre vonatkozóan dolgoztam ki tanítási módszereket, gyakorlatokat.

Célkitűzések:

Doktori kutatási munkám fő célkitűzése volt a középiskolai fizika és kémia tananyag kapcsolódási pontjainak feltérképezése és olyan tanítási módszerek kidolgozása, mely segíti a tantárgyak fogalomrendszerének és szemléletmódjának összekapcsolását a diákokban. A fő célkitűzést az alábbi rész-célokra bontottam:

- oktatási módszer kidolgozása a jelenleg hatályos kémia- és fizika kerettantervekben szereplő ismeretek összekapcsolására és a tantárgyközi koncentráció maximális megvalósítására;
- diákokat tevékenykedtető feladatok, projektek kidolgozása, amelyekben az interdiszciplinaritás megvalósul;
- az interdiszciplináris szemléletet bemutató és igénylő tevékenységek minél szélesebb körű alkalmazásának kidolgozása: többféle szinten (tanóra, szakkör, versenyfelkészítés stb.) és többféle életkorú, előismeretű és érdeklődésű diák számára.

Tézisek:

1. Tézis: Összefoglaltam és konkrét példákon keresztül bemutattam, melyek a középiskolai fizika- és kémiatananyag kapcsolódási pontjai. Az így rendszerezett ismereteket sikeresen hasznosítottam saját tanítási gyakorlatomban a diákok természettudományos szemléletének kialakítására és fizikai illetve kémiai ismereteik elmélyítésére.

A fizika és a kémia középiskolai tananyagának sok kapcsolódási pontja van. Ezek egy részére a tantervek, tankönyvek és a tanárok fel is hívják diákjaik figyelmét, azonban véleményem és tapasztalatom szerint sok marad felderítetlenül és kihasználatlanul. Ennek eredményeképp nemcsak, hogy nem érjük el a fent említett célokat a diákok gondolkodására, ismeretszerzésére vonatkozóan, hanem a hiány még negatív hatást is okoz(hat). Például előzmény és bevezetés nélkülinek tűnik a diákok számára egy-egy fogalom, valamint úgy érezhetik, hogy egyszerre három nehéz tantárggyal, azok teljesen különböző fogalomrendszerével, módszereivel, ismeretanyagával kell megküzdeniük.

Gyakorló fizika-kémia szakos tanárként jó lehetőségem adódott arra, hogy rálássak az ezzel kapcsolatos problémákra és kérdésekre, valamint felfedezhessem a lehetőségeket. A fent vázolt problémák elkerülésére módszert és javaslatokat dolgoztam ki arra, hogy a tanár megfelelő témaszervezése és az átfedésekre való tudatos odafigyelésével, a tananyagot jól strukturálva elkerüljük a felesleges ismétlődést, és helyette inkább spirális elmélyítés történjen. A tantárgyak közti koncentráció előnyeit felhasználva pedig segíthetjük a diákok egységes és komplex természettudományos szemléletének kialakítását, a természettudományos ismeretek rendszerezését, egymásra építését és nem utolsósorban a másik tárgyat tanító kollégák munkáját.

Elsősorban az anyagszerkezet és a modern fizika témaköreiben ismerhető fel sok közös pont. Ezt kisebb egységekre bontva: a részecskeszemlélet kialakításában, az anyagi halmazok jellemzőinek feldolgozásában, a gázok és gázcseppképek tulajdonságainak tárgyalásában, az elektromos áram kémiai hatásának vizsgálatában, az atomszerkezet tanításában. Doktori dolgozatomban bemutatom, hogy e témák feldolgozása akár a fizika akár a kémia oldaláról közelítve, hogyan válik hasznossá a diákok számára.

A tézishoz kapcsolódó publikáció: [4.]

2. Tézis: Megmutattam, hogyan lehet kevés fizikai háttérismerettel rendelkező, alsóbb évfolyamú diákok számára mérőkísérletek elvégzésével bemutatni a természettudományos megismerés útját, felkeltve és fenntartva így érdeklődésüket a természettudományok iránt.

A fizika és a kémia nemcsak tartalmi elemeik átfedésében rokon tudományok, hanem a természettudományos gondolkodásmód és a természettudományos megismerés módszerei, eszközei is közösek. Megmutattam, hogy véleményem szerint melyek azok az elemek, melyeknek a tanórákon való tudatosan egységes használata a természettudományok tanulási folyamatát a diákok számára nagymértékben megkönnyíti. Ezek a módszerek és eszközök tantárgytól függetlenül bármelyik természettudományi ág megismerési folyamatában megjelennek. Sajnos a diákok fejében mégis sokszor nemcsak a témák, hanem a módszerek is különválnak. Így nem gondolják, hogy az egyik tanórán tanult gondolkodási vagy elemzési mód (pl. egy kísérlet megtervezése, adatok grafikus ábrázolása stb.) egy másik tantárgy tanóráján is alkalmazható és alkalmazandó.

Kidolgoztam annak lehetőségét és a gyakorlatban meg is valósítottam, hogyan lehet a természettudományos gondolkodásmódot és annak eszközeit több szinten is bemutatni a diákoknak. Alsóbb évfolyamú, általános iskolás diákok számára egyszerű, kis anyag- és eszközigényű illetve kevés fizikai háttérismeretet igénylő kísérletekkel és levezetésekkel (ejtési kísérletek, mérések Galilei lejtőn, harmonikus rezgőmozgást végző test rezgésidejét befolyásoló tényezők vizsgálata, kalibrációs mérések), míg magasabb évfolyamú, több fizikai háttérismerettel és absztrakciós képességgel rendelkező diákokkal pedig elméleti levezetések és mért adatok összekapcsolásával, valamint az elméletalkotás folyamatának egyszerű bemutatásával valósítottam meg. A négyzetes úttörvény levezetését, a gázok állandó térfogaton vett mólhőjének kiszámítását mutatom be példaként, illetve azt is vizsgálom, hogy a fent említett egyszerű kísérleteket hogyan lehet idősebb diákokkal mélyebben feldolgozni.

3. Tézis: Megmutattam, hogyan lehet a számítógépet hatékonyan felhasználni a természettudományos szemlélet bemutatására és alkalmazására. Fizikai és kémiai kísérletek számítógépes elemzését végeztem el diákokkal, valamint módszert dolgoztam ki bizonyos típusú számítási feladatok számítógéppel történő megoldására.

Egy középiskolai fizikaverseny „otthoni” fordulójához kapcsolódóan a WebCam Laboratory (új nevén: LabCamera) program segítségével kísérletek elemzését végezték el diákok irányításommal, vezetésemmel. Törekedtünk rá, hogy a számítógép és a program használata ne öncélú legyen. Olyan kísérleteket választottunk, melyek tanulmányozásához azért szükséges a számítógép, mert így a megfigyelés és elemzés során mást vagy többet kapunk eredményül, mintha csak hagyományos megfigyelést végeztünk volna. A kísérletek jó része interdiszciplináris témájú, például glicerin viszkozitásának mérése ejtéssel, combizom által kifejtett erő mérése. A diákok így több tudományterületen is tudták hasznosítani a számítógépes megfigyelés és elemzés előnyeit.

A Microsoft Excel program tapasztalatom szerint jól alkalmazható a fizika- és kémiatanításban nemcsak mérési adatok feldolgozására és ábrázolására, hanem bizonyos, pedagógiailag indokolt esetekben fizikai és kémiai számítási feladatok elvégzésére is. A Microsoft Excellel támogatott feladatmegoldás általánosságban olyan esetekben lehet indokolt és ajánlott, mint például algoritmikusan megoldható ún. „típusfeladatok” ellenőrzése. Használható sorozatszámítások leegyszerűsítésére annak érdekében, hogy sok kiszámított eredményből összetett és általános következtetéseket vonjunk le. Két konkrét, kidolgozott példán keresztül mutattam meg a módszer alkalmazhatóságát. Az egyik a Naprendszer bolygóinak felszínén érvényes gravitációs gyorsulás értékének kiszámítása és az eredmények diszkussziója. A másik telített szénhidrogének fajlagos égéshőjének kiszámítása és összehasonlítása, az eredmények értelmezése. Mindkét feladatot diákokkal is elvégeztem, és a tapasztalatokat kérdőív segítségével összegyűjtöttem.

A módszer jól alkalmazható a tanári munka segítésére is, típusfeladatok eredményének egyszerű meghatározására gyakorló feladatsorok összeállításánál illetve dolgozatok összeállításánál (párhuzamos osztályok dolgozatai, valamint A, B és C csoport).

A tézishoz kapcsolódó publikáció: [1.]

4. Tézis: Szakköri programot dolgoztam ki és valósítottam meg összetett természettudományos témák feldolgozására. Megmutattam, hogy ezek a témák alkalmasak a diákok érdeklődésének felkeltésére, és a szakkörön alkalmazott munkamódszer segíti a diákok önálló munkavégzésre, témafeldolgozásra való felkészítését.

Már legelső tanári évemben felmerült bennem egy „Komplex természettudományos szakkör” gondolata. Főbb vonalakban kidolgoztam célkitűzéseit, tematikáját és meghirdettem 10-11. évfolyamos diákok számára. Célkitűzésem volt a diákokkal együtt felfedezni a természet szépségeit, rácsodálkozni a gyönyörűségére és a rendszerére, eközben megtalálni a kapcsolódási pontokat a természettudományok (tananyaga) között. Fontos cél volt megismerni, megvizsgálni természeti jelenségeket a fizika, a kémia és a biológia szempontjából, s a jelenségek elméleti hátterének megtárgyalásával a tanórai tananyagnál mélyebb megértésre szert tenni, például felkutatva a tananyagban szereplő jelenségnek a természetben való előfordulását. Ezen felül fontos célkitűzés volt, hogy a szakkör résztvevői bepillantást nyerjenek a kutatók világába, megismerjék a tudományos kutatások módszereit, mely akár saját leendő kutatómunkájuk alapját is jelentheti.

A későbbi években a tematika folyamatosan bővült, egyre jobban körvonalazódott és kikristályosodott a szakkör lényege. Ugyanakkor a résztvevő diákok évről évre átalakuló összetétele biztosította a változatosságot és a megújulást. A feldolgozott témákat mindig a szakkör tagjainak tetszéséhez vagy az aktualitásokhoz igazítottuk, illetve a diákok által feldolgozott és prezentációban bemutatott témák is mindig újdonságot jelentettek.

A szakkör keretében az első néhány alkalommal általam választott témákat jártunk körül, melynek során prezentáció keretében adtam példát a diákoknak arra, hogyan érdemes komplex természettudományos szemlélettel feldolgozni egy-egy adott témát. Ezután a fent említett kidolgozott és ismertetett tematikából a diákok maguk választhatták ki, mely jelenségekről szeretnének tanári előadást hallgatni és természetesen ezt kísérő közös beszélgetést folytatni. A tanári előadások sorát időről időre a diákok által készített prezentációk szakították meg, melyek elkészítése során általuk választott témákban mélyedtek el és gyűjtöttek anyagokat.

A szakköri tematika és a kifejtett témafeldolgozások ötletet, példát adhatnak más tanároknak is hasonló szakkörök indítására és segítséget nyújthatnak a témakörök kijelöléséhez, a foglalkozások megtartásához.

A tézishoz kapcsolódó publikáció: [5.]; [6.]; [7.]

5. Tézis: Összetett természettudományos témákat feldolgozó ismeretterjesztő programsorozat tervét dolgoztam ki és munkatársammal meg is valósítottam. Megmutattam, hogy e programsorozat alkalmas többféle életkorú diákok érdeklődésének felkeltésére, műszaki-természettudományos irányú továbbtanulásának ösztönzésére.

A 2013-2014-es tanévben „Premistry” néven nagy sikerű természettudományos sorozatot valósítottam meg munkatársam segítségével diákjaink számára. Ennek célja a természettudományos tárgyak, különösen a kémia és a fizika népszerűségének növelése volt tanulóink körében. A kisebb évfolyamosoknál a természettudományok bemutatása, megszerettetése volt a cél, a nagyobbaknál a pályaválasztás segítése, illetve a mély összefüggések megértése.

A sorozat 6 alkalomból állt: 3 tanári előadás, 3 tanulókísérleti alkalom. Minden alkalomra több tantárgyhoz kapcsolódó témát választottunk. Így egyszerre több tantárgy népszerűségét növeltük, másrészt célunk volt az egységes természettudományos szemlélet kialakítása és elmélyítése. A diákok megtapasztalhatták, hogy egy-egy természeti vagy hétköznapi jelenség illetve kísérlet megértéséhez szükség van több tantárgy ismeretanyagára, ezeket össze kell tudni kapcsolni.

A Premistry természettudományos sorozat eseményeire a diákok nagy számban, szívesen jelentkeztek. Az előadások telt ház előtt hangzottak el, a tanulókísérletekre túljelentkezés volt. A résztvevők száma minden alkalommal emelkedett, azaz a Premistry önmagának is jó reklám volt. Nem volt szükség a diákokat külön jutalmazni, felismerték, hogy a részvétel magában hordja jutalmát.

A diákok természettudományok iránti lelkesedése, érdeklődése a Premistry alkalmi után megnőtt. A tanórákon megfigyelhető volt, hogy a részt vevő diákok aktívabban, szívesebben kapcsolódtak be jó hozzászólásaikkal az órák menetébe. Sokszor a tananyag kapcsán is fel tudták használni a délutáni foglalkozásokon szerzett ismereteiket.

A témához kapcsolódó publikáció: [2.]; [3.]

6. Tézis: Megmutattam, hogy a fizika és kémia tantárgyak komplex természettudományos szemlélet szerinti tanítása, e tantárgyak kapcsolódási pontjainak diákok számára való bemutatása és hangsúlyozása eredményes a tehetséggondozás egyéb területein is, például a tanulmányi versenyekre való felkészítésben.

Tanári munkám során számos tanulmányi versenyre készítettem fel diákokat. Mindegyik esetben közös vonás, hogy a készülés során a diákok sok olyan ismeretet és képességet szereztek, melyeket a versenyen való részvétel nélkül nem vagy csak nehezen tudtak volna elsajátítani.

A kifejezetten tantárgyi versenyek helyett most azokra a versenyekre koncentrálok, melyek vagy nevükben is integrált természettudományos szemléletet igényeltek a diákoktól, vagy melyeken a diákjaim ennek a szemléletnek (is) köszönhetően értek el jó eredményeket. Országos döntőben 1. vagy 1-10. helyet értek el diákjaim az alábbi versenyeken: Integrált Természettudományos Verseny; Avram Hershko Országos Természettudományi Verseny; Károly Ireneusz Fizikaverseny; Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny; Gábor Dénes Országos Középiskolai Ösztöndíjpályázat. A versenyekre természetesen nem csak én egyedül, hanem egy vagy több kollégámmal együtt készítettem a diákokat.

A diákok versenyekre való felkészítése során alapvetően kétféle módon mutatkozott meg az interdiszciplináris szemlélet és tanítási módszer hasznossága. Egyrészt a versenyekhez szükséges ismeretanyagok átadása során be tudtam mutatni a diákoknak a kapcsolódási pontokat. A jelenségeket a többféle tantárgyhoz sorolt ismeretek kapcsolatában, összefüggésében tudtam ismertetni, tárgyalni. Másrészt, mivel a versenyeken való részvétel során a diákoknak több ízben is olyan otthoni feladatot (posztert, videót, házidolgozatot stb.) kellett elkészíteniük, melynek a kiírás szerint több tantárgyhoz kapcsolódónak kellett lennie. A diákokkal való több éven át tartó közös munka eredményeképp az interdiszciplinaritás megvalósítása nem okozott gondot a versenyzőknek.

7. Tézis: Módszert dolgoztam ki interdiszciplináris természettudományos témák projektként való feldolgozására, és megmutattam, hogy e módszer alkalmas a magasabb évfolyamú, természettudományos tárgyak iránt nem kifejezetten érdeklődő diákok érdeklődésének felkeltésére, természettudományos ismereteik elmélyítésére.

A projektmódszer jó lehetőség interdiszciplináris témák feldolgozására is. A módszer sokféle helyzetben, sokféle csoporttal alkalmazható: szakkörön, általános osztállyal tanórán, fakultációra járó diákokkal, vagy akár valamely természettudományos tantárgy utolsó évfolyamán a fakultációra nem járó diákokkal. A módszer alkalmazásának célja ettől függően természetesen szintén sokféle lehet: a diákok tudásának elmélyítése, a szociális kompetencia fejlesztése, a tanulás tanulásának fejlesztése vagy a motiváció növelése.

Sajnálatos, de létező és kezelendő probléma, hogy a diákok nagy része a középiskola utolsó néhány évére elveszti érdeklődését a természettudományok és a természettudományos tantárgyak iránt. Az ő motiválásukra és a természettudományok tanulásába való újra bekapcsolásuk érdekében dolgoztam ki és alkalmaztam eredményesen projektmódszert interdiszciplináris témák feldolgozására. A diákoknak csoportokba szerveződve kellett általam megadott interdiszciplináris témáknak utánajárni és azokat feldolgozni. Absztraktot és prezentációt készítettek, amit osztálytársaik előtt be is kellett mutatniuk, majd az előadásokat közös megbeszélés, diszkusszió, értékelés követte.

8. Tézis: Kidolgoztam egy szintetizáló természettudományos interdiszciplináris tantárgy illetve modul tervét azzal a céllal, hogy a középiskolát befejező diákok érettségi előtt rendszerezék és összekapcsolják az évek során a fizika, kémia és biológia tantárgyakból szerzett ismereteiket.

Tapasztalatom szerint számos, természettudományos tárgyat tanító tanárt nyugtalanít a tény, hogy a középiskola befejezésével, a természettudományos oktatás során átadott ismeretek és a kialakított szemlélet jó része (sokszor csak látszólag, sokszor ténylegesen) veszendőbe megy a diákok számára, és nem hasznosul későbbi életük során. A kérdés még a nem természettudományos végzettségű, de az oktatás és diákok jövője iránt őszintén elkötelezett embereket is foglalkoztat.

A természettudományos oktatás tartalmainak és szemléletének bizonyos mértékű „konzerválására”, maradandóvá tételére alkalmas lehetne egy szintetizáló interdiszciplináris

természettudományos tantárgy vagy modul. Egy ilyen tantárgy célkitűzéseit, szervezési lehetőségeit, javasolt tematikáját dolgoztam ki. Megvizsgáltam és ismertetem a felmerülő lehetséges kérdéseket, problémákat, ellenvetéseket és az azokra adható válaszokat, megoldási javaslatokat.

9. Tézis: Egyszerű kutatási programokat és feladatlapokat dolgoztam ki általános és középiskolás diákok számára, melyek elvégzésével és feldolgozásával megismerhetik és maguk is átélhetik és alkalmazhatják a természettudományos kutatások elveit és gyakorlatát.

Tapasztalatom szerint a diákokban sokszor kialakul az a kép, hogy a tanórákon tanult kémiai és fizikai ismeretek csak a kémia és fizika „tudományának” elemei, azok elvontságával, zárt fogalomrendszerével, szimbólumhasználatával együtt. Szerintük ezeknek az ismereteknek semmi közük nincs a mindennapjainkban végbemenő jelenségekhez és az azokat meghatározó törvényszerűségekhez.

Ennek a nyilvánvalóan hibás álláspontnak megelőzésére és cáfolatára a legtöbbször példákat szoktunk mutatni a tanult ismeretek és törvényszerűségek természetben vagy gyakorlati életben való előfordulására, alkalmazására. Meglátásom szerint van egy másik lehetőség is arra, hogy a diákok számára bemutassuk, hogy a fizika- és kémiaórákon előforduló ismeretek s így a kémia és a fizika tudománya által felhalmozott tudásanyag kapcsolatos a mindennapokkal. Ez az út olyan feladatok kijelölése, melyek mindennapi jelenségekből, anyagokból, eszközökből indulnak ki és megoldásukhoz a természettudományos kutatási módszereket kell alkalmazni. Így a diákok egy természettudományos kutatás, felfedezés résztvevőjévé, sőt irányítójává válhatnak.

Kidolgoztam, a gyakorlatban kipróbáltam és doktori dolgozatomban bemutatok két konkrét példát a fentiekben ismertetett módszer alkalmazásának lehetőségére. A dolgozat tartalmazza a diákok számára kiadható, sokszorosítható feladatlapot és annak megoldási útmutatóját, amely a feladatlap tanári változata. Továbbá készítettem módszertani megfontolásokat, ajánlásokat tanárok számára, konkrét eszközlístát az elvégzendő kísérletekhez és szerepelnek tanácsok az előkészítéshez illetve a kutatás elvégzéséhez. Az egyik feladatlap kifejezetten tananyaghoz kapcsolódó, a gázok sűrűségével kapcsolatos ismeretek megszerzését, elmélyítését és alkalmazását segíti, a másik egy kémiai mítoszt jár körül: „Szabad-e Mentos cukorkát enni kólaivás után?”.

Az eredmények hasznosítása, további tervek:

A fentiekben röviden, illetve a doktori dolgozatomban és publikációimban részletesen is bemutatott eredmények elsősorban a középiskolai fizika- és kémiatanítás segítségét célozzák. Gyakorló fizika-kémia szakos tanárként kiváló lehetőségem nyílik arra, hogy egyszerre tudjam szemlélni és vizsgálni e két tantárgyat és saját tapasztalataimat, gyakorlatomat megosszam azokkal a kollégákkal, akik valamelyik tantárgy mellé másmilyen szakpárt választottak.

Az itt szereplő módszereket, feladatlapokat, szakkörök és ismeretterjesztő rendezvények programjait éveken át tartó munkával dolgoztam ki, majd fejlesztettem, javítottam a tapasztalatok alapján. A kidolgozott és dolgozatban leírt módszereket a gyakorlatban többszörösen is kipróbáltam diákokkal, illetve saját tanítási gyakorlatomban sikerrel alkalmazom évek óta. Tapasztalatom szerint a diákok így valóban képessé válnak a különböző tantárgyakhoz kapcsolódó ismeretek összekapcsolására és a bemutatott módszerek, gyakorlatok alkalmasak a diákok motiválására. A bemutatott módszerekkel tanított és az ismertetett programokban részt vevő diákok eredményesek voltak iskolai természettudományos tanulmányaik során, sokan választották közülük a műszaki-természettudományos irányt továbbtanulásuk során és néhányan közülük kiemelkedő eredményeket értek el középiskolai tanulmányi versenyeken és egyetemi tanulmányaik során.

Bemutatott eredményeim, kidolgozott módszereim, feladatlapjaim, szakköri programjaim és bemutatott témafeldolgozásaim bármely középiskolai fizika- és kémiatanár számára segítséget nyújtanak a fenti eredmények elérésére tett erőfeszítéseik során. A doktori értekezésben és publikációimban is azért törekedtem a módszerek és gyakorlatok részletes bemutatására, hogy azok akár közvetlenül hasznosítható segítséget jelentsenek a kollégák számára.

Szaktudományi kutatásaimat a jövőben is folytatni szeretném. Tanári munkám során rendszeresen szerzek újabb tapasztalatokat a fizika és a kémia tantárgyak kapcsolódási pontjairól, amelyeket további publikációkban szándékozom az érdeklődők, elsősorban gyakorló tanárok számára bemutatni és segítségképp rendelkezésre bocsátani.

Világunk folyamatos alakulása, a középiskolai diákok előképzettségének, érdeklődésének, képességeinek állandó változása, valamint a közoktatási tantervek rendszeres megújulása nemcsak indokolják, de kifejezetten szükségessé teszik ilyen jellegű kutatómunka folytatását.

A tézisek alapjául szolgáló publikációim:

- [1.] **Szadmány Csaba:** Microsoft Excel program használata a természettudományok tanításában; *Fizikai Szemle* 2018/3., 95-100. oldal
- [2.] **Szadmány Csaba** – Rákóczi Melinda: „Premistry” természettudományos népszerűsítő sorozat Első rész; *Magyar Kémikusok Lapja* 2018/4., 128-131. oldal
- [3.] **Szadmány Csaba** – Rákóczi Melinda: „Premistry” természettudományos népszerűsítő sorozat Második rész; *Magyar Kémikusok Lapja* 2018/5., 166-171. oldal
- [4.] **Szadmány Csaba:** A kémiatanár méltósága és felelőssége a diákok anyagszerkezeti ismereteinek kialakításában; *Középiskolai Kémiai Lapok* 2018/1., 57-71. oldal
- [5.] **Csaba Szadmány:** Luminescence in Nature and in the Education; *Physics Competitions* Vol. 15 No 1 & 2 2013.
http://wettbewerb.ipn.uni-kiel.de/ipho/wfphc/data/journal/PhysicsCompetitions_Vol_15_No_1u2_2013_09.pdf
(Utolsó megtekintés: 2018. június 23.)
- [6.] **Szadmány Csaba:** Lumineszcencia a középiskolában. In: TASNÁDI P. (szerk.): *Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan*. ELTE TTK, Budapest, 2011., 289-294. oldal
- [7.] **Szadmány Csaba:** Kolloidok körülöttünk – Ötletek a kolloidok tanításához. In: TASNÁDI P. (szerk.): *Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan*. ELTE TTK, Budapest, 2011., 546-550. oldal