

**A csillagászat tanítása,
különös tekintettel napjaink kutatási eredményeire**

Doktori értekezés tézisei

Horváth Zsuzsa

Témavezető: Dr. Érdi Bálint, 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



2022.

DOI azonosító: 10.15476/ELTE.2022.094

Bevezetés

Soha nem volt annyira szüksége természettudományos, technikai és matematikai ismeretekre az átlagembernek, mint korunkban, soha nem volt annyi lehetőség ezen ismeretekhez való hozzáféréshez (és itt az iskolán kívüli internetes lehetőségekre is gondoljunk) mint napjainkban és mindeközben talán ezen tudományokhoz kötődő tantárgyak (különösképpen a fizika és kémia) sem voltak ennyire népszerűtlenek. Legtöbb ezirányú módszertani munka azzal foglalkozik, hogy hogyan tudnánk megszerettetni újra ezeket a tantárgyakat diákjainkkal. Ennek egyik legeredményesebb módja csillagászati ismeretek oktatása különös tekintettel napjaink tudományos eredményeire.

Korunk leggyorsabban fejlődő kutatási területei között van a csillagászat és űrkutatás, azon belül például az asztrobiológia, az exobolygók kutatása és közvetlen kozmikus környezetünk, a Naprendszer megismerése, különös tekintettel a Földre esetlegesen veszélyt jelentő kis égitestekre (üstökösök, aszteroidák). Mindenképpen meg kell említeni még a gravitációs hullámok felfedezését is a világ felépítésének, kialakulásának, fejlődésének egyre jobb megismerésével együtt. Ezeknek a kutatásoknak a legfrissebb eredményei a médiában is rendszeresen megjelennek, szinte mindenki, köztük a diákjaink is azonnal értesülnek ezekről. A legfontosabb csillagászati kutatások eredményét be kell illeszteni a tananyagba és meg kell találni a csillagászati ismeretek oktatásának leghatékonyabb módját is. Napjainkban ezen a téren a tanárok és kutatók egymást segítve dolgoznak, üregynökségek, obszervatóriumok, vagy éppen egyetemi tanszékek tartják fontosnak eredményeik közérthető módon való ismertetését. Az általuk készített sok szemléltetéssel gazdagított ismeretterjesztő anyag jól felhasználható a tanórákon is.

Azt tapasztaltam, hogy a diákok bár érdeklődőek, mégsem járatosak csillagászati témákban. Nagyobb mértékű csillagászat oktatása hozzájárulna a természettudományos (főleg fizikai) ismereteik bővítéséhez, helyes világléphez, logikai gondolkodásmódhoz. Nehéz meghatározni az elsajátítandó csillagászati ismeretanyagot, hiszen mindent nem taníthatunk elegendő idő hiányában, ezért azokra a részekre kell koncentrálnunk, amelyek elengedhetetlenek, hogy a mindennapokban és a csillagászati hírekben való eligazodást segítsék, hozzájáruljanak az Univerzumban elfoglalt helyünk, lehetőségeink megismeréséhez, természettudományos szemléletmód kialakításához, amellyel elkerülhetjük a napjainkban is jelenlévő áltudományos nézetek elfogadását.

A többi tudományágtól különbözik a csillagászat abban, hogy hobbi szinten is sokan foglalkoznak vele (pl. az amatőrcsillagászok). A csillagászat élményeket adó, kíváncsiságot felkeltő és kielégítő voltán kívül természetesen hasznos ismeretekkel is szolgált az emberiség számára. Elég csak az időbeli és térbeli tájékozódást említeni bármelyik korban. Sokszor nem a konkrét csillagászati ismeretek, hanem a

felfedezésükhöz használt módszerek, eszközök használhatók eredményesen a mindennapokban. Gondolhatunk például a fényképezés, adatfeldolgozás fejlődésére, az űrkutatásban kifejlesztett anyagok hétköznapi használatára. Humán érdeklődésű diákok is sokszor találkoznak csillagászzal, hiszen írók, költők, és más művészek előszeretettel szerepeltetnek égitesteket, csillagászati jelenségeket műveikben. Meglepő és egyben motiváló erejű, amikor a fantasztikus filmek helyszíneihez hasonló égitesteket (mint például a Csillagok háborúja filmből híressé vált Tatuint) fedeznek fel a kutatók. Az oktatás számára kedvező folyamat, hogy sok művész igyekszik valóságghűen dolgozni, akár egy kép megrajzolásakor, akár filmek készítésénél, így ezek az alkotások is színesíthetik a tanítást.

Dolgozatomban az üstökösök, exobolygók és az asztrobiológiai témák tanításával foglalkozom. Ezek mind az elmúlt évtizedekben kerültek a csillagászati kutatások élvonalába és a diákjainkat is érdeklik, így a természettudományok iránt kevésbé érdeklődők is bevonhatók az ezekkel kapcsolatos, például a fizika tantárgyban is tanítandó ismeretek elsajátításába. A csillagászat iránt mélyebben érdeklődő tanulóknak lehetőségük van tehetségüket kibontakoztatni majd versenyeken összemérni tudásukat. A csillagászati tehetséggondozást a nemrég megalakult csillagászati diákolimpiára és az odavezető útra, felkészítésre koncentrálni mutatom be.

1. tézis

Üstökösökkel kapcsolatos ismeretek tanítása

Felmértem a diákok üstökösről való elképzeléseit és kimutattam, hogy több tévképzet is él bennük. A helyes ismereteket egy üstökösökkel kapcsolatos programsorozat során rögzítettük tanulóinkban. Az áltudományos nézeteket valós ismeretekkel helyettesítettük. Kidolgoztam egy, az üstökösök témáját feldolgozó néhány órás (tanórai) projektet. Tapasztalataim szerint elegendő előzetes ismerettel megelőzhetjük a (sokszor média által keltett) félelmek kialakulását is az üstökösökkel kapcsolatban. [S1]

Az üstökösök mindig is foglalkoztatták az emberek képzeletét, általában tragédiákkal hozták kapcsolatba őket, féltek tőlük. Később „vadásztak” rájuk és eközben sok új csillagászati megfigyeléssel gazdagodtunk, de csak az elmúlt évtizedek űreszközös megfigyeléseiből ismerhettük meg az üstökösök igazi természetét.

Diákjaink nem láttak még üstökösöt, nem voltak tájékozottak a témában, legtöbbször a hullócsillagokkal (meteorokkal) keverték össze az üstökösöket. Úgy gondolták, hogy az üstökösök csóvjája mindig a mozgásukkal ellentétesen áll, de megismertettük velük

azt az esetet is, amikor szinte maga előtt „tolja” az üstökös a csóvját (a Naptól távolodva), hiszen a csóva állását a napszél határozza meg. Az üstökös fényességét helytelenül az égessel hozták kapcsolatba tanulóink. Úgy gondolták, hogy csak egy sűrű gázhalmaz látszódnak, meglepő volt számukra, hogy az üstökösök csóvjája igen ritka anyagú. Az üstökösök nagyságára, anyagi összetételére sem tudtak helyes becslést adni diákjaink. Szinte kivétel nélkül veszélyesnek tartották az üstökösöket, összhangban azokkal a katasztrófafilmekkel, amelyekben üstökösök csapódnak a Földre. Tapasztalatom szerint a Földre csapódó égitestek időbeli gyakoriságának megbeszélése megnyugtató a diákokat. Fontosnak tartom a csillagászati előrejelzésekkel, jóslatokkal kapcsolatos ismeretek bemutatását, a valószínűségi kijelentések helyes értelmezését. Ilyen módon elkerülhető, hogy csillagászattal kapcsolatos félelmek alakuljanak ki tanulóinkban. A közmédia rögtön reagál, ismeretlen, ritka, vagy éppen látványos égi jelenségekre. Ezekről így sokszor diákjaink hamarabb értesülnek, mint tanáraik, de legalább utólag fontos megbeszélni ezeket, tudományos hátterüket ismertetni, mert ezek viszont vagy kimaradnak az egyes hírcsatornákból, vagy már nem olyan nagy hírértékűek, „apró betűsők”.

A tananyagban földrajz órán találkozhatnak egy órában az üstökösökkel diákjaink, amely nem elég a maradandó ismeretek megszerzéséhez. Az ISON üstökös várása (amely sajnos nem vált látványos égi jelenséggé) majd a Rosetta misszió sikeressége adott lehetőséget az üstökös téma éveken keresztül felszínén tartására, amely tapasztalatom szerint hozzájárult az üstökösökkel kapcsolatos ismeretek elmélyüléséhez, tartósságához.

2. tézis

Üstökösmag-modell készítése

Kipróbáltunk kollégámmal egy kísérleti modellt, amely híven tükrözi az üstököst és megjelenését is az égen. Megvizsgáltam és kidolgoztam az üstökösmag modell tanulók általi megvalósíthatóságának feltételeit. Tapasztalataim szerint ezzel a kísérleti modellel segítettem az üstökösök mélyebb megértését. [S1]

Üstökösmag modell készítésével híven mutattuk be egy üstökösmag kicsinyített mását, miközben felhívtuk a figyelmet a modellenél másképp történő folyamatokra is. A modellen az üstökösmagok alapvető összetevői szerepeltek, legfeljebb az arányuk nem adta vissza teljes mértékben a valóságot. A belső szerkezet is porózussá vált egy idő után a széndioxid gyors szublimációja által a valódi üstökösmagokéhoz hasonlóan. A megfelelő mennyiségű szénpor alkalmazásával az üstökösmagok feketeségét is sikerült megvalósítanunk. Az üstökösök látványosságát csóvjuk adja, amelyet szintén sikerült

megmutatnunk, bár nem túl nagy méretben. Fontos felhívni a figyelmet az osztálytermi és az úrbéli csóvaképződés eltérő mechanizmusára.

Megvizsgáltam az üstökösrag modell diákok általi megvalósíthatóságát, és kidolgoztam egy megfelelő előkészülettel járó módszert, amely alapján sikerült, a diákok által is, elvégezni biztonságosan ezt a kísérletet. Az „üstökösrag gyúrással” nemcsak a résztvevők gazdagodtak életre szóló élménnyel, hanem az őket megfelelő távolságból figyelő osztálytársaik is.

Eredményeimet összehasonlítottam másokéval és megállapítottam, hogy az általunk alkalmazott módosítások folyamányaként, modellünk jobban hasonlított az igazira kinézetben (például feketeségében), biztonságosabb és könnyebben eltakarítható volt.

3. tézis

Új utak keresése a Kepler-törvények tanításában

Tanítási tapasztalatom, hogy a Kepler-törvényeket jobban megértik a diákok, ha a tudománytörténeti érdekességeket és a legújabb tudományos eredményeket is felhasználjuk a tanítás során. [S2]

Kepler mozgalmas, sokszor kalandos életének történeteivel érdekessé tehetjük a fizika vagy éppen földrajz órákat. Kapcsolódhatunk az Ember tragédiájának egyik színével az irodalmi tanulmányokhoz is. Keplernél beszélhetünk az asztrológiáról és annak hamisságáról, hiszen napjainkban újra sokan hisznek benne.

Úgy tapasztaltam, hogy diákjaink nem ismerik a bolygók égbolton látszó mozgását, ezért fontosnak tartom ezt is megmutatni, hiszen lényegében ennek magyarázataként változtak a vilásképek. A bolygó fogalmát hivatalosan is definiálták a Naprendszer egyéb égitesteinek meghatározásával együtt.

Fontos hangsúlyozni, hogy a Kepler-törvények nemcsak a Naprendszer bolygóira, hanem a holdakra, műholdakra is érvényesek. Ugyan szerepelnek tankönyvekben olyan feladatok, amelyekben egy keringő (mű)hold periódusidejéből, illetve fél nagytengelyéből megállapítható a bolygó (pontosabban a hold-bolygó rendszer) tömege, de fontos ezt kihangsúlyozni, mert úgy tapasztaltam, hogy ennek az új tömegmeghatározási eljárásnak a felismerése, felfogása szinte heuréka élményt jelent diákjainknak.

Felismertem, hogy a Kepler-törvényeknek mélyebb megértését, tovább gondolását segíti az exobolygók pályáinak tanulmányozása. A naprendszerbeli bolygópályák alig térnek el a körtől, viszont az exobolygók között találunk nagy excentricitású,

üstököséhez hasonló pályákat is. Bolygórendszerünk egyközéppontú, de a csillagok többsége nem magányos, és ilyen többes csillagrendszerekben is fedeztek fel exobolygókat, amelyeknek pályái már nem egyszerű kúpszeletek. Azt tapasztaltam, hogy a többtest-probléma (amely a középiskolai tananyagban nem szerepel, diákjaink matematikai ismereteit meghaladja) szimulációk segítségével való tanulmányozása, látványosságával lenyűgözi diákjainkat. Az egyes paraméterek (tömeg, távolság) változtatásának vizsgálata, élményszerű játéknak tűnik számukra, miközben középiskolai ismereteket meghaladó tudásra tehetnek szert.

4. tézis

Exobolygók sokszínű világának bemutatása a fizika tanításában

Az exobolygók érdeklik diákjainkat, alkalmas még a fizikát nem szerető tanulók érdeklődésének felkeltésére is. Felmértem, hogy mennyire ismerik az exobolygókat diákjaink, és megállapítottam, hogy alig ismerik azokat. Azt tapasztaltam, hogy fizikatanároknak is kevés ismerete van ezen a téren, ezért szükséges könnyen érthető anyagot biztosítani számukra, amelyet akár humán osztályokban is használhatnak. [S3], [S5], [S9]

Az exobolygók témája az elmúlt évtizedekben került, nemcsak a tudományos, hanem a társadalom érdeklődésének előterébe is. 2019-ben Nobel-díjjal jutalmazták az első Naphoz hasonló csillag körüli exobolygót felfedezőket, Michel Mayort és Didier Quelozt. A téma azonban nem új, hiszen a kettős csillagokkal kapcsolatos ismeretek alkalmazhatóak a csillag-bolygó rendszerre is, csak a hatások kisebbek, kevésbé mérhetőek, ezért is kellett várni a technika fejlődésére az exobolygók felfedezéséhez.

Diákjaink sokat játszanak számítógépen, a virtuális világban új helyeket, bolygókat hódítanak meg, népszerű filmsorozatok helyszíneiként is felbukkannak különleges, távoli világok. Megmutattam számukra, hogy a valóság, legalább olyan sokszínű, érdekes, különlegességekkel teli, mint amit képzeletünk alkot a távoli exobolygókról. Felismertem, hogy a diákoknak nincs biztos fogalmuk a bolygókról. Míg a naprendszerbeli kutatások, az új égitestek felfedezése a bolygók alsó tömeghatárának meghatározását tette szükségessé, addig az exobolygóknál a felső tömeghatár vált kérdéssé, amely a barna törpéktől különíti el a bolygókat. Fontosnak tartom a legújabb definíció és a hozzá vezető út ismertetését tanulóinknak és kollégáinknak, mert ezáltal más égitestekről (például a csillagokról) is pontosabb ismereteik lesznek.

Áttekintettem a külföldi jó gyakorlatokat, nyomon követtem fejlődésüket, változásukat, majd megvizsgáltam a magyarországi gyakorlatba való átültetés lehetőségét, alkalmazhatóságukat. Javaslataimat a dolgozatban foglalom össze.

Megismertettem diákjaimmal hiteles forrásokat az exobolygókkal kapcsolatosan, amelyeket a dolgozatban sorolok fel. Ösztönöztem őket tudásuk átadására, mind versenyeken, mind például az iskolai előadásokban, így társaikban is felkelthetik a vágyat, hogy egy-egy témával behatóbban, mélyebben foglalkozzanak.

5. tézis

Exobolygós feladatok a fizika oktatásban

Minden előismeret nélkül adhatunk exobolygókkal kapcsolatos feladatokat, amelyek által a diákok új tudományos eredményeket is megismerhetnek. Társszerzője vagyok egy frissen angol fordításban is megjelent modern csillagászati e-példatárnak, amelyben több exobolygós feladat is szerepel. [S4], [S6], [S7]

Ebben a modern csillagászati feladatgyűjteményben valós adatokat használunk fel, a feladatokon keresztül ismeretszerzés céljából. Igazi fénygörbékből olvashatnak le különféle adatokat diákjaink, sőt a megadott valós értékek alapján ők is készíthetnek fénygörbét, amely által egy kicsit belekóstolhatnak egy csillagász munkájába. A példatár első kipróbálására a csillagászati diákolimpiai felkészítésben került sor. Úgy tapasztaltam, hogy a csillagászati és egyben fizikai tehetséggondozásban hasznosak a (nehezebb) feladatok.

Természetesen az egyszerűbb feladatok akár tanórán is felhasználhatóak. Az exobolygók témájában adott feladatok többségéhez nem szükséges rendelkezni előzetes tudással, pár soros bevezető szöveggel megérthetőek, megoldhatóak. Ezért fordulhatott elő, hogy hamarabb jelent meg érettségi feladatként exobolygós példa, mint ahogy az az érettségi követelményrendszerben, vagy tankönyvekben szerepelt volna. Előszeretettel adnak versenyeken is ilyen témájú feladatokat. Úgy tapasztaltam, hogy ezek a feladatok felhasználhatóak matematika órán is, segítenek a matematikai szövegértés gyakorlásában.

A fizika tanításánál az exobolygó felfedező módszereknek jut hangsúlyos szerep, példatárunkban is egy külön fejezet tartalmaz ilyen témájú feladatokat. Az általános relativitáselmélet nehezen érthető, tanítható középiskolában, viszont az exobolygókeresés egyik módszere a gravitációs mikrolencse hatás bemutatása középiskolás szinten is megérthető bizonyítékát adja az elméletnek. Ezzel kapcsolatos feladat meghaladná a középiskolás szintet, de tapasztalataim alapján ezt a módszert látványos animációk által megértik, könnyen megjegyzik tanulóink.

6. tézis

Asztrobiológiai ismeretek tanítása

Az embereket ősidők óta foglalkoztatja, hogy egyedül vagyunk-e az Univerzumban. A földönkívüli (értelmes) élet keresése vonzó téma a diákok számára is. Tapasztalatom szerint e téma iránti nagy érdeklődés diákjaink körében nem párosul megfelelő ismeretanyaggal, ezért kidolgoztam egy asztrobiológiai szakköri tematikát. Tanulóim szívesen foglalkoztak asztrobiológiával, többen versenymunkák témájának is választották. [S8]

Fontosnak tartom megismertetni diákjaimmal szűkebb és tágabb (kozmosz) környezetüket. Nemcsak ismeretek, tények felsorolásával, hanem a Földön kívüli körülmények sokféleségének bemutatásával, illetve a földi környezettel való összehasonlítással. Az emberiséggel egyidős az a kérdés, hogy egyedül vagyunk-e a Világegyetemben, vagy vannak máshol is értelmes lények. Nem ismerünk még más életformákat, mint a földieket, így hasonló körülmények után kutatnak az asztrobiológusok, mint amilyenek bolygónkon fellelhetőek. Tudjuk, hogy szinte mindenféle szélsőséges földi helyen találtak már élőlényeket, amelyeknek alapvető alkotóeleme a víz. Tehát első lépésként (folyékony) vizet keresünk az Univerzumban.

Napjaink fontos témájával, a fenntartható fejlődéssel kapcsolatosan célszerű tudatosítani tanulóinkban, hogy egyelőre nincs lehetőségünk más bolygóra, holdra, mesterséges űrállomásra áttelepülnünk, tehát a Földön kell tudatosan vigyáznunk a lakhatóságot biztosító körülményekre. Asztrobiológiai ismeretek által megismerhetik diákjaink helyünket és lehetőségeinket a világban.

A téma feldolgozására kidolgoztam egy szakköri tematikát. Az egyes alkalmakon megvizsgáltuk az élet (fizikai) feltételeit, megismertük a szélsőséges körülmények között élő extremofil életformákat. Megbeszéltük a Naprendszer égitestjeinek jellemzőit, és lakhatóságukat, külön figyelmet kapott a Mars, a Jupiter Európa holdja valamint a Szaturnusz Enceladus és Titán nevű holdjai. A Naprendszeren kívül az exobolygókat tanulmányoztuk a lakhatóság szempontjából. Foglalkoztunk a híres problémákkal is, mint a Drake-egyenlet és a Fermi paradoxon, illetve a SETI kutatás. Érdekes átgondolni azt is, hogy mit jelentene, ha biztosan tudnánk, hogy nem vagyunk egyedül a Világegyetemben, ha találkoznánk földönkívüli élőlényekkel (egyéltalan felismernék-e őket, tudnánk-e kommunikálni velük).

Diákjaim ebben a témában versenyekre is készültek, amely keretében felmérést végeztek iskolájukban, majd azt kiértékelve és látva társaik csekély asztrobiológiai

ismereteit, előadást tartottak nekik, amelyen bemutatták a tudomány mai állását a Földön kívüli élet keresésével kapcsolatban.

7. tézis

Csillagászati tehetséggondozás

Talán a legmagasabb szintű csillagászati tehetséggondozás a Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpiára való felkészítés. Az olimpiai keret kiválasztása és felkészítése egy kutatók, egyetemi oktatók és középiskolai tanárok közötti együttműködés keretében történik. Ebbe az egyre bővülő körbe egyetemisták, doktoranduszok, volt diákolimpikonok is folyamatosan bekapcsolódnak. Felismertük, hogy a megfelelő tudású diákok kiválasztásához fontos, hogy minél több fizikatanár ismerje ezt a diákolimpiát és a hozzá vezető utat, hazai válogató versenyeket. Kidolgoztunk egy többfordulós országos csillagászati versenyt, majd az ott legjobban szereplőknek egy többlépcsős felkészítési eljárást. Felismertük, hogy a hatékonyságot növelni lehet, ha heti rendszerességgel kapnak feladatokat a felkészülő diákok, amelynél a visszaküldött javítás személyre szabottan mutat rá a hiányosságaikra. [S10]

A fizika diákolimpiából kinőtt csillagászati diákolimpia hazai megismertetésében jelentős szerepet játszottam, nemcsak egy fizikatanári ankéton mutattam be ezt a versenyt, hanem egy cikkben leírtam az ezzel kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat is. Bekapcsolódva a válogató versenyekbe és a felkészítésbe legfontosabb célom a hatékonyság növelése volt, amelyet az alábbiakban ismertettekkel valósítottunk meg.

Eleinte csak egy országos csillagászati versenyre került sor, ma már többfordulós megmérettetésen kerül sor a következő diákolimpiai csapat kiválasztására. A három forduló után következik az országos döntő, majd az olimpiai felkészítés. A felkészítés folyamata is változott az évek során az eredményesség jegyében. A diákok eredményes oktatása intenzív felkészítő hétvégeken, felkészítő táborokban történik. Felismertük, hogy a köztes időszakokat is hatékonyan lehet felhasználni a felkészítésben, hetente kapott feladatsorokkal, majd egyénileg kiértékelt, a hibákra rámutató javítással. Úgy tapasztaltuk, hogy nő azon diákok eredményessége, akik több évben is részt vettek csillagászati olimpiai felkészítésen, ezért lehetőséget adunk az öt kerettagon és a tartalék versenyzőn kívül még más diákoknak is bekapcsolódnia a felkészítésbe.

A fizikához hasonlóan olimpiai felkészítő szakköröket csillagászatból is szerveznek országszerte. Mára már a volt diákolimpikonok is besegítenek a felkészítésbe, amely

nemcsak azért hatékony, mert életkorban közel állnak a versenyzőkhöz, hanem mert ők azok, akik már végig járták diákként is a felkészítést, saját személyes tapasztalataikra is építhetnek. Készültek segédanyagok, feladatsorok, amelyek nyilvánosak (<http://www.bajaobs.hu/ioaa/>), hogy ezzel is segítsenek beindítani felkészítő szakköröket bárhol az országban. Segítséget nyújthat ez a fizika tanár kollégáknak vagy a versenyző diákoknak is a versenyre készülésnél.

2019-ben Magyarország (mint szervező ország) rendezte a Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpiát (IOAA), amelyen rendező országgént két csapattal is szerepelhettünk. Olimpikonjaink közül négyen kaptak bronzérmeket a többiek pedig kiemelt dicséretet. Az esemény kapcsán a csillagászat és így a fizika is előtérbe került motiválva diákjainkat ezek tanulására.

Összefoglalás

Munkám során a csillagászat olyan területeivel foglalkoztam, amelyek az oktatásban eddig alig kaptak teret, annak ellenére, hogy napjaink kiemelt kutatási területei, és a hírekben gyakran szerepelnek eredményeik. Örömmel tapasztaltam, hogy a kutatók, csillagászok fontosnak tartják eredményeik átadását, így középiskolás szinten érthető anyagokat is készítenek. Nagyobb úrszervezetek (NASA, ESA) tanárokat is alkalmaznak, hogy az ismeretek átadásának módszertanát is kidolgozzák, segítsék az iskolákban tanító tanárokat. Ahogy a bevezetőben említettem, hogy soha ennyi lehetőség nem volt még a (csillagászati) tudás megszerzéséhez, igaz az is, hogy tanítást segítő anyagok sem álltak még ilyen mennyiségben a tanárok rendelkezésére. Részt vettem oktatási anyagokat bemutató webinarokon, ahol maguk a készítők mutatták be egy-egy témához összeállított anyagukat. Ezekre a lehetőségekre igyekeztem felhívni különböző módokon (előadás, műhelyfoglalkozás tartásával, cikkírással) a tanár kollégáim figyelmét. Ugyan a tanulási, tanítási módszerek egyre élvezetesebbek, hatékonyabbak, rengeteg szimuláció, képanyag, kisfilm segíti a megértést, de az időt, energiát ezekkel sem lehet megspórolni maradandó tudáshoz, helyes természettudományos világképhez való eljutáshoz. Továbbra is tervezem a nemzetközi és hazai új ötletek, jó gyakorlatok követését, az előbbieket magyarországi tanításba való adaptációjának segítését.

Napjainkban nagy hangsúlyt helyeznek a lányok természettudományos érdeklődésének felkeltésére, amelyet csillagászzal könnyen elérhetünk. Új törekvés a család együttes ismeretszerzése, amely szintén könnyen megvalósítható csillagászati programok által. Külföldön egyre népszerűbb a kutatásban való közösségi szerepvállalás, a „citizen science” projektekben való részvétel. Ezeknél valós adathalmazokban kutathatnak az emberek, és közben egy tudományos témáról kapnak ismereteket. Sok csillagászati is van ezek között, amelyeknek oktatási hasznosítását is tervezem megvizsgálni.

Tézispontokhoz kapcsolódó publikációk:

[S1] Gócz Éva, Horváth Zsuzsa: Üstökös projekt két budapesti gimnáziumban, Fizikai Szemle 2015/2, pp. 55-60.

[S2] Horváth Zsuzsa, Érdi Bálint: Kepler és törvényeinek tanítása, Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan, Főszerkesztő: Tasnádi Péter, ELTE TTK, Budapest, 2011, pp. 424-429.

[S3] Horváth Zsuzsa, Bérczi Szaniszló: Az exobolygók sokszínű világa, A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban, Konferenciakötet, ELTE Budapest, 2013, pp. 215-222.

[S4] Horváth Zsuzsa, Érdi Bálint: Exobolygók a fizika érettségien I.-II., Fizikai Szemle 2013/1, pp. 14.-18. Fizikai Szemle 2013/2, pp. 60-62.

[S5] Horváth Zsuzsa: Exobolygók minden szinten, Fizikai Szemle 2017/3, pp. 93-99.

[S6] Gróf Andrea, Horváth Zsuzsa: Exobolygók és űreszközök (Válogatott középiskolás feladatok a csillagászat és űrkutatás modern eredményeihez), <http://fiztan.phd.elte.hu/kozkincs/kiadvanyok/index.html>

[S7] A. Gróf, Zs. Horváth: Exoplanets and Spacecraft. Exercises in Astronomy and Space Exploration for High School Students, http://fiztan.phd.elte.hu/kutcsop/munkacsoportok/kornyezet/astronomy_ex.pdf

[S8] Zsuzsa Horváth: Earth's Twins? Searching for exo-earths, Teaching Physics Innovately, Konferenciakötet, (TPI-15) 2015, pp. 175-180.

[S9] Cs. Fülöp, Zs. Horváth: Discover a black hole in the classroom: the „Pear-Star” Project, in: G. T. Orosz (ed.), (AIS 2016), Óbudai Egyetem, Bp. 2016, pp. 45-49.

[S10] Hegedűs Tibor, Horváth Zsuzsa, Udvardi Imre: Csillagászati Diákolimpia Magyarországon, Fizikai Szemle 2015/9, pp. 319-325.