

FIZIKUS ÚTIKALAUZ MILÁNÓTÓL FIRENZÉIG

SEBESTYÉN DOROTTYA

Összefoglalás

Hazai és külföldi városokat járva meglepően sok olyan látnivaló akad, ami valamilyen módon a fizikához, fizikatörténethez, vagy fizikusokhoz kapcsolható. Ezek bemutatása segítségével lehet a fizikatanárnak a fizika, illetve a fizikatörténeti órák színesítésében, sőt, időnként egy-egy fizikai törvény, vagy jelenség illusztrációja során is. Asszociációk keltésével segíthetjük a hallgatókat a fizika törvényeinek és az azokat felfedező fizikusok nevének felidezésében is. Emellett felkelthetjük az érdeklődésüket: talán saját maguk is keresnek majd ilyen típusú látnivalókat, miközben egy-egy városban sétálnak, esetleg az Interneten kereshetnek hasonló típusú látnivalókat. Olaszország északi részén, Lombardiában és Toszkánában járva, egy egész csokorra való, fizikával kapcsolatba hozható látnivalóra bukkantam. Ez a prezentáció ezeket kívánja bemutatni, a milánói dóm speciális „camera obscurájától” kezdve Pistoia városának hosszúságegységet rögzítő tábláján keresztül érdekes napórákat és képeket rejtő firenzei templomokig.

Kulcsszavak: fizikatanítás, fizikatörténet, napóra, festészet, camera obscura

A travel guide for physicists from Milan to Florence

Abstract

This presentation intends to give a scientific itinerary from Milan to Florence. Visiting national and foreign towns, we can find surprisingly large number of sights, which can be connected with physics, history of physics, or physicists. The presentation of these types of sights can help to the physics teacher in making colourful the lectures in physics or in the history of physics, even to illustrate some laws of physics. Causing associations we can help our students to call the laws and the physicists to their mind. Beside this we also can arouse their interest to look for such sights in the several countries and cities. Travelling through the north of Italy, namely Lombardy and Toscana, I found a lot of sights which can be brought to connection with physics. This presentation intends to show them from the special camera obscure of the cathedral of Milan through the table of the unit of length in Pistoia to the interesting sundials and paintings keeping in hide in some churches in Florence.

Key words: education of physics, history of physics, sundial, painting, camera obscura

Bevezetés

Utazásaim során az épületek, templomok, múzeumok festményei, emlékművek, szobrok, köztéri érdekességek között a fizikához, vagy fizikusokhoz kapcsolható látnivalókra bukkantam. Tapasztalataim azt jelzik, hogy ezek jól használhatók a fizika és a fizikatörténet órák színesítéseként, fizikai törvények illusztrációjaként. Ez alkalommal az Észak-Olaszországban talált, fizikával kapcsolatba hozható látnivalókra hívnám fel a figyelmet. Nem térek ki minden városra a jelzett országrészben, így csak itt említem Padovát, ahol Galilei tanított, vagy Páviát, amelynek egyetemén Volta oktattott fizikát. Milánó, Pistoia, Montecatini mellett sok szempontból szerepel Pisa és Firenze, miközben

ezekben a városokban is számos további érdekes látnivalót talál a fizika, vagy fizikatörténet iránt érdeklődő hallgató és tanár.

Egy hallgatói felmérés eredményére is utalok, ami azt igazolja, hogy valóban érdemes ilyen módon is tágitani a hallgatók ismeretkörét.

Milánó

A *milánói domban* a *camera obscura* idő mérésére történő alkalmazásával találkozhatunk. A Nap a dóm déli falán lévő kis lyukon keresztül a meridián vonalra vetíti fényét minden nap és így a kövezen a Nap képét látjuk. 1768-ban csillagászok helyezték el itt ezt a napórát. Olyan pontos, hogy régen a hívők délben bejöhetnek, hogy beállítsák a zsebóráikat. Mivel a katedrális túl szűk ahhoz, hogy a teljes meridián beleférjen, a téli napfordulóhoz tartozó útnak fel kell futni az északi falra.

Pistoia

Amikor a francia forradalom után, a XIX. században, a decimális méterrendszer fokozatosan terjedt el, fontos volt, hogy nyilvános épületek homlokzatán elhelyezett táblákon a különböző mértékegységek összehasonlítása megjelenjen. *Pistoia városházának* (Palazzo Comunale) falán a „firenzei kar” (braccio) kétszerese és a méter összevetése látható.

Pistoia városának egyik templomában egy költő – aki Dante kortársa, Boccaccio tanára volt - síremlékéről megismerhetjük a *középkori oktatás* hangulatát.

Montecatini

Montecatini városkában érdekes fizikai vonatkozásokra bukkantam. Két szomszédos utca viseli a két tudós itáliai professzor, *Volta és Galvani* nevét, akik a fizikatörténetben is egymás mellett szerepelnek. Az utcátáblákon – szokatlan módon, - a születésük és haláluk évszámát is feltüntették.

Érdekes *napórát* találunk egy házfalon és egy másik szokatlan órát egy régi tornyon, amelynek mutatói hat órás számlapon jelzik az idő múlását.

A termálfürdőiről híres városban, a *Spa Tettuccio nevű fürdőben*, 1918 nyarán *Maria Sklodowska-Curie* a termálvíz radioaktivitását vizsgálta és mérte.

Pisa

A *Csodák tere, mint naptár és óra*. A régmúlt időktől fontosak voltak a napnak egy speciális időpontját, vagy az évnek egy speciális idejét, a Nap helyzetét jelző órák és naptárak. Így az is előfordulhatott, hogy egy épületkomplexum is működött speciális napóráként, mint ahogy azt a pisai Csodák terén (Piazza dei Miracoli) láthatjuk. Itt a dóm és a keresztelőkápolna tengelye pontosan kelet-nyugati, a dóm homlokzata észak-déli irányú. Ez azt jelenti, hogy a homlokzat árnyéka minden délben pontosan magára a homlokzat vonalára esik, azaz nincs árnyéka. Másrészt a harangtorony (amit ma ferde toronynak nevezünk) a dóm-keresztelőkápolna tengelyétől úgy esik délre, hogy a dóm-torony tengely a téli napfordulón épp a napkelte irányába mutat. (Heilbron, 1995)

Pisa két, fizikához, ill. matematikához köthető híres szülöttét 400 év választja el egymástól.

A középkor neves matematikusa *Fibonacci*, akinek nevéhez kapcsolódó számsor széleskörű alkalmazása közül kiemelhető, hogy két egymást követő szám hányadosának határértéke a festészetben és építészetben régóta ismert és alkalmazott aranymetszés ún. aranyaránya. Szobra (1863) a Csodák terén lévő temetőben áll.

Ugyanitt egyébként egy *szélirányjelző és –sebesség mérő* is található.

Ahogy a művészettörténetből sok olyan épületet ismerünk, amelyek az *aranymetszés*en alapulnak, a pisai Csodák tere épületeinél szintén találunk erre utaló nyomokat. Az 1152 – ben tervezett keresztelőkápolna eredetileg kúpos tetejű volt, lyukkal a tetőn a keresztelőkút esővízzel való töltésére. A szabályos ötszög és az ötágú csillag alakja az aranymetszésből következik, ez utóbbi fedezhető fel a keresztelőkápolna eredeti formájában. Csak a XIV. században került a kupola a tetejére. (Tarabella, 2010)

Pisa és Galilei „kapcsolata” már a repülőtéren kezdődik, amit róla neveztek el. Galileit a Csodák terén lévő keresztelőkápolnában keresztelték meg 1564 február 19-én, a szülőháza is megtalálható a városban. A dóm és a ferde torony Galilei kísérleteinek vélt vagy valós színterei. A dóm csillárját, mint a lengő mozgás periódusidejének kitérésétől való függetlenségét igazoló vizsgálatainak alapját mutogatják, a tanítványa és követője, Vincenzo Viviani 1654-ben megjelent könyvében található információ alapján. Kiderült, hogy a ma látható lámpa csak később, Galilei Pisában való tartózkodása után került oda. Mostanában azonban azt is bizonyították, hogy lógott ott Galilei idejében egy másik fogadalmi lámpa, amely ma a pisai temetőben található. A ferde torony pedig közismerten feltételezett helyszíne a szabadesés vizsgálatának, de ennek történeti igazságtartalma kétséges, a torony lábánál lévő, erre utaló tábla és Viviani írásos emlékei ellenére.

Érdekes, hogy kb. újabb négyszáz év múlva szintén egy nagy fizikus, *Enrico Fermi* doktorált a pisai egyetemen.

Firenze

Galilei emléke Firenzében is több helyen felbukkan. Síremléke a *Santa Croce templomban* található. Eredetileg a templom harangtornya alatt temették el, - nézetei miatt az egyház nem engedte, hogy keresztény temetést kapjon a templom belsejében. Közel 100 évvel a halála után (1737) tették márvány szarkofágba és helyezték a templom belsejébe. A síremléken lévő szobrán az egyik kezében egy teleszkópot látunk, a másikat egy földgömbön tartja. A csillagok felé néz, alatta a Jupiter és annak - általa felfedezett, - négy holdja. Egyik oldalán az Asztronómiát, másikon a Geometriát reprezentáló nőalak, a kezükben lévő papírtekerccsen, ill. táblán érdekes ábrák láthatók.

A *Santa Maria Novella templom* jó példája a természettudomány és a művészet kapcsolatának. A XV. század második felében Leon Battista Alberti fejezte be a homlokzatot, aki a harmonikus arányosság elemeit alkalmazta, ami a Püthagorász-féle zenei harmónia alapján az egyszerű arányokra épül.

1572-ben Ignazio Danti, a geográfus, matematikus és csillagász két csillagászati eszközt helyezett el a homlokzaton, amelyekkel a Nap látszólagos mozgását tanulmányozta. Balra a két napéjegylenlőségi övet szemléltető ún. armilláris gömb, míg jobbra egy kvadráns, amelynek az alapját adó márványlapokon két napórát találunk. Danti

számításai nagyon fontosak voltak az addig használt naptár korrekciója szempontjából: az új, un. gregorián naptár szerint 1582 október 4. után azonnal október 15. következett, amivel a Juliánusz naptár kis hibáját lehetett korrigálni. Ezenkívül látható a rózsablak fölött egy napórához tartozó lyuk, amin keresztül a napsugár a belső márvány kövezeten a meridián vonalat éri: a napéjegylenlőség és a napfordulók láthatók itt.

A templom szószékéről ítélte el 1614-ben a kopernikuszi rendszer eretnek világképét és az azt támogató Galileit egy dominikánus szerzetes. A templom belsejében Masaccio Szentháromság c. freskója építészeti terekre emlékeztet, ez az optika - szín- és fényhatások - alkalmazása a perspektíva kialakításában.

Az *Uffizi loggiájában* a XIX. század első felében 28 márvány szobrot helyeztek el, híres toszkán személyiségekre emlékezve. Az első Galilei (1851), aki teleszkópot tart a kezében, mint tudjuk, ezzel fontos felfedezéseket tett.

A *San Lorenzo templom* un. régi sekrestyéjének kupoláját díszítő kép - Pesello festette, valószínűleg egy csillagász segítségével, - az eget ábrázolja, tulajdonképpen egyfajta „planetárium”. A ptolemaioszi geocentrikus világképen alapul, tudományos fontosságát az égitestek helyének rendkívül precíz ábrázolása adja: pontosan jelzi az égitestek helyét 1442 július 4-én Firenze felett.

A *dóm (Santa Maria del Fiore)* számos érdekességet kínál a fizika szemszögéből. A homlokzat hátoldalán *Paolo Uccello órája* található, 1443 óta. Az arany hullócsillag alakú mutató úgy mozog a 24 órát jelző számlapon, mint egy napóra árnyékvetője, - az órajárással ellenkező irányban, - a XXVIII van alul. A modern órákkal szemben ez a régi “itáliai idő” szerint jár, amikor a napnyugtától mérték az időt: ez a városkapuk zárásának ideje volt. Később Galilei egy ingát tervezett az órához, javítva annak működését.

Domenico di Michelino 1465-ben készült festménye, a *Dante és az Isteni Színjáték* alkalmas lehet a modell fogalmának illusztrálására, ill. a művészetek (festészet és irodalom) és a tudomány (a XV. századi kozmológiai ismeretek) egymást kiegészítő jelenléteként a komplementaritás elvének illusztrálására. A képen jobbra Jeruzsálem látható a XV. századi Firenzeként ábrázolva. A festmény érdekes képet mutat a középkori világegyetem-felfogásról. A Föld körül az égi szférákat az ég kékjének különböző árnyalatú sávjaiként látjuk, ami megfelelt Nap, a Hold és – a Földön kívül - akkor ismert 5 bolygó helyének, míg az utolsó szféra az állócsillagok helye (a szférák száma eltér a dantei univerzumtól). Egy olyan Univerzum-konceptió illusztrációja ez, amit majd a kopernikuszi rendszer és Galilei csillagászati felfedezései megkérdőjeleznek.

Uccello „Lovas szobra” igazából egy festmény, ami egyike az első perspektíva-ábrázolásoknak.

Az *Ognissanti templomban (San Salvatore in Ognissanti)* érdekes képi bizonyítékát találjuk annak, hogy milyen volt a tudomány emberének dolgozószobája a középkor és a reneszánsz között. Botticelli freskója (1480), a *Szent Ágoston a dolgozószobájában*. A képen olyan tárgyakat látunk, amelyekre abban az időben a tudós gondolkodónak szüksége volt. A polcon lévőek között egy nyitott könyvben a görögök eredményeire utaló geometriai ábrák láthatók, egy egymutatós régi itáliai óra a napnyugta utáni első

órát mutatja. Egy – akkor fontos - csillagászati eszköz az un. armilláris gömb szintén látható itt.

A *Ponte Vecchio-n* középkori napórát látunk az egyik üzlet tetején, a híd közepén. Egy kis gyíkot ábrázoló szobor jelzi a napórán a déli irányt. Az árnyékvető árnyéka márványkehelybe vetődik, amit kis oszlopok osztanak az imádságok szempontjából fontos órákra.

A Palazzo Vecchio előtti loggiában *Cellini: Perszeusz* szobrának „kétarcúsága” emlékeztet Bohr saját példájára a komplementaritás elvével kapcsolatban: ő egy érme két oldalához hasonlította a hullám- és részecske tulajdonságot. Miközben vagy az egyik, vagy a másik oldalát nézzük egy érmenek, a pontos ismeretéhez mindkét oldal információjára szükség van. Így vagyunk ezzel a szoborral is: vagy előlről nézzük, vagy hátulról tekintünk rá, ez utóbbi esetben a fej hátsó felén a szobrász arcmasával találkozunk, de valószínűleg csak a teljes szobor ismerete ad igazi képet róla és mondanivalójáról.

Konklúzió

A képzőművészeti és építészeti alkotások – különösen a reneszánsz idején – sok esetben tudatosan kapcsolódtak a természettudományokhoz, elsősorban a fizikához. Ezért találunk olyan sok felhasználható illusztrációt az akkori itáliai művészetekben, amit a fizikához köthetünk. Jól illusztrálja ezt az a faintarziás kép (*Fra Giovanni da Verona munkája a Monte Oliveto Maggiore apátságban, Siena közelében*), ahol a perspektivikus ábrázolás szép példáját mutatva tudományos eszközök is szerepelnek egy templomi tárgyon. Másrészt a művészettörténet más korszakai is szolgáltatnak érdekes megfigyeléseket a festészet, építészet és a fizika, ill. matematika kapcsolatában.

Az oktatás szempontjából az ilyen formában közölt információknak a hallgatók általi elfogadottságát mutatja a fizikatörténeti kurzus végén, 35 fővel készült felmérés eredménye. A kérdőív erre vonatkozó kérdésére adott válaszok a következőképpen alakultak:

A „Fizikus szemmel Milánótól Firenzéig” előadás

- érdekes volt, segített a fizikai ismeretek bővítésében: 26%
- érdekes volt, más városokról is szívesen hallanék ilyen típusú előadást: 63%
- unalmas volt: 8,5%
- feleslegesnek tartom: 2,5%.

Hivatkozott források:

Heilbron, J. L.(1995): Churches as scientific instruments (*Annual Invitation Lecture to the Scientific Instrument Society, Royal Institution, London, 6 December 1995*)

Tarabella, L. Siderisvox(2010): A Star in the Baptistery of Pisa (I) *Aplimat vol. 3 , number1 (pp.176-182)*

Szerző

Dr. Sebestyén Dorottya

főiskolai docens

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetikai Intézet

sebestyen.dora@kvk.uni-obuda.hu

