



Miért lettem fizikus?

Interjúalanyunk *Dr. Sándor Bulcsú*, a kolozsvári Babeş–Bolyai Tudományegyetem Fizika Karának adjunktusa. Felsőfokú tanulmányait a BBTE Fizika Karán végezte. 2008 és 2011 között a fizika szak hallgatója volt, majd mesteri tanulmányait a számítógépes fizika szakon folytatta, ahol kitűnő eredménnyel végzett 2013-ban. Még ebben az évben felvételezett a frankfurti egyetem doktori iskolájába. 2017-ben szerezte meg doktori fokozatát a frankfurti Goethe Universitát egyetemen, ezt követően posztdoktori kutatóként dolgozott ugyanott. 2018-tól a BBTE adjunktusa, azóta a hőtan, dinamikai rendszerek, robofizika valamint a módszertan tantárgyat oktatja a fizikus hallgatóknak. Kutatási tevékenységéért 2018-ban megkapta a Kolozsvári Akadémiai Bizottság Fialat Kutatói díját.



Mi adta az indítást, hogy a fizikusi pályára lépj?

Már a siménfalvi általános iskolában tudtam, hogy a matematika, fizika és informatika érdekelnek a leginkább, ezekkel a tárgyakkal foglalkoztam a legszívesebben. A középiskolai tanulmányaimat a székelykeresztúri Orbán Balázs Gimnáziumban folytattam, ahol mindhárom tárgyból kivételes tanáraink voltak. Ott kapcsolódtam be igazán a tantárgyversenyek nyújtotta izgalmas világba, amely négy évig meghatározta az életemet. Kilencedikesként kezdtem rájönni, hogy választanom kell, nem lehet minden versenyen részt venni, nem tudok minden tantárgyra ugyanannyi időt szánni. A döntést végül két konkrét eseményhez kapcsolnám.

1. Egészen tisztán emlékszem, amikor akkori fizikatanárom, Illyés Ferenc tanár úr házi feladatként egy olyan problémát adott, ami nem az aznapi lecke



egyszerű alkalmazását vagy gyakorlását jelentette, hanem nekünk kellett rájönni egy korábban még nem tanult összefüggésre. Bár nem ment egyből a megoldás, a feladat teljes mértékben magával ragadott. Egész este nem tudtam másra koncentrálni, amíg meg nem találtam a megoldást. A következő órán jöttem rá, hogy „felfedeztem” a Doppler-hatást.

2. Középiskolás koromban még jóval kevesebb tantárgyverseny volt, mint manapság. Mégis az első – számomra komolyabb – verseny előtt már választanom kellett a Székely Mikó Matematikaverseny (az EMMV elődje) és a fizika olimpiász megyei szakasza között, hiszen ugyanazon a hétvégén szervezték őket. A fizikát választottam, mert izgalmasnak tűnt, hogy nem csak absztrakt számokkal és egyenletekkel kell dolgozni, hanem a feladathoz el tudtam képzelni a jelenséget, és tudtam használni a mindennapi életből származó intuíciómot is.

Ettől kezdve a fizika felé lejtett a pálya. A matematika és informatika kedvtelése továbbra is megmarad, ellenben már nem célként, hanem a fizikusi pályához hasznos eszközként.

Kik voltak az egyetemi évek alatt azok, akiknek meghatározó szerepük volt az indulásnál?

A középiskola alatt elsősorban különböző külföldi egyetemek képzési kették fel érdeklődésemet. Számos magyarországi egyetemre is jelentkeztem, ahová sikeresen felvételiztem is. A 12. osztály végén az egyik Augustin Maior Versenyen találkoztam azonban Néda Zoltánnal, a Babeş–Bolyai Tudományegyetem oktatójával. E beszélgetés során a pályaválasztással és egyetemi képzés kiválasztásával kapcsolatban is sok, korábban ismeretlen szempont került előtérbe. Rájöttem, hogy számomra mindig is fontos volt, hogy egy problémán tudjak valaki mással közösen dolgozni, közösen gondolkodni. Ehhez pedig a BBTE Fizika Kara biztosította a megfelelő körülményeket, hiszen nem egy több-százas nagyságrendű évfolyam név nélküli diákjaiként kezelték minket, hanem minden érdeklődő diákra jutott egy vagy akár több oktató is. Nem kellett hetekkel előre időpontot kérni a témavezető tanártól egy konzultációhoz, hanem hetente többször is be lehetett kopogtatni, ha kérdésünk volt, vagy bármiben elakadtunk. Így kezdtem el az első kutatási témámon dolgozni Néda Zoltán és Járai-Szabó Ferenc oktatók vezetésével. A rugó-tömb rendszerek dinamikájának vizsgálatából született az első tudományos cikk, ahol már én is a szerzők között szerepeltem. Ez a téma adta meg az alapvető irányt a teljes eddigi pályafutásomhoz. A rendszer számítógépes szimulációja kapcsán Lázár Zsolt kérdései világítottak rá, hogy a feladat numerikus szempontból is nagyon érdekes. Így lett a számítógépes fizika a tágabb kutatási területem. A kolozsvári évek alatt számos külföldi szakmai kirándulásra is lehetőségem adódott, amelyek mind meghatározókká váltak. Karácsony János javaslatára plazmafizikai nyári egyetemen vettünk részt Németországban. Néda Zoltán kiterjedt



kollaborációs hálózata révén mesterisként eljutottam két hétre Norvégiába, majd fél évet az ELTE-n töltöttem, ahol Tél Tamástól tanultam rengeteget a káoszról.

Miért éppen a komplex dinamikai rendszerek került érdeklődésed középpontjába?

Már az alapképzés alatt világossá vált, hogy a fizika módszerei sokkal tágabb körben alkalmazhatók, mint azt középiskolás koromban gondoltam. Az első komolyabb kutatási témám keretében például egy egyszerű mechanikai rendszerrel modelleztük az autópályán haladó autók mozgását és az ott kialakuló torlódásokat. Később ezt a rendszert szintén Néda Zoltán javaslatára számítógépes simulációk és kísérletek által is tanulmányoztuk, mesterisként pedig a tőzsdei idősorok univerzális tulajdonságait vizsgáltuk. Ezek után már mindenképp a komplex rendszerek témakörben szerettem volna a doktori alatt is kutatni. Megpályáztam egy állást a frankfurti Goethe Egyetemen, ahol Claudius Gros csoportjában jobban elmélyültem a dinamikai rendszerek tulajdonságainak vizsgálatában. Itt találok az agykutatás izgalmas világával. Az emberi agy működésének feltárása a jelenkor egyik legnagyobb tudományos kihívása, és mivel egy hihetetlenül izgalmas komplex rendszerről van szó, a fizika módszerei itt is sikerrel alkalmazhatók. Innen pedig majdnem természetesen következett, hogy azt is tanulmányozzuk, hogy a neurális hálózataink hogyan hoznak létre a helyváltoztatáshoz szükséges mozgásformákat robotokban, illetve élőlényekben.

Kérlek, mutasd be röviden kutatói tevékenységed megvalósításait, eredményeit.

Lényegesebb eredményeim három témakörbe csoportosíthatók: gazdasági fizika, kaotikus dinamika és robofizika. A gazdasági fizika területén még mesteris és doktorandusz koromban sikerült rámutatni a tőzsdei idősorok dinamikájában megjelenő érdekes aszimmetria fontosabb tulajdonságaira és ehhez egy egyszerű kis mechanikai modellt javasolni. Talán a legfontosabb eredményeim a kaotikus dinamika témaköréhez kötődnek. A frankfurti kollégáimmal közösen kidolgoztunk egy új numerikus módszert a komplex rendszerekben megjelenő különböző típusú dinamikák detektálására és csoportosítására. Rámutattunk arra, hogy speciális körülmények között a káosz is lehet részlegesen előre jelezhető. Egy másik, számomra érdekesnek tűnő eredményünk azzal kapcsolatos, hogyan tudunk egy komplex dinamikával rendelkező idősort hálózatként reprezentálni. Ehhez javasoltunk egy új mértéket, mellyel szintén különböző dinamikai viselkedéseket tudunk, most már a hálózat tulajdonságai alapján elkülöníteni. A robofizika témakörében pedig kidolgoztunk egy egyszerű dinamikai modellt robotok irányítására, és ezáltal egy új szemléletet szeretnénk bevezetni a robotok, de az élőlények mozgásának és helyváltoztatásának tanulmányozásában is.



Melyek a jövőbeli akadémiai terveid?

Tudományos érdeklődésem eléggé – talán túlságosan is – szerteágazó, de a fent említett kutatási irányokat szeretném a jövőben is továbbvinni. Szeretném a Fizika Karon nemrég elindított robofizika labort továbbfejleszteni, újabb eszközöket beszerezni, és beállítani őket az oktatási és kutatási munkához. Ehhez egy fontos lépés lenne, ha önálló terembe tudna költözni a labor. Nemrég sikerült egy új kollaborációt elindítani egy New York-i kutatócsoporttal, amely keretében fonálférgek mozgását modellezzük. Szeretnénk megtalálni azt a minimális neurális hálózati modellt, amely képes helyesen leírni ezen élőlények mozgását. Ezt a modellt talán majd kényesrobotokra is kiterjesztenénk. Folyamatban van egy hosszabb és komplexebb projekt, amelynek keretében különböző agyi jelekben megjelenő mintázatokat vizsgálunk. Ehhez én elsősorban az elméleti és numerikus módszerek fejlesztésével járulok hozzá. Végül pedig egy régi álmom, hogy nem autonóm dinamikai rendszerekkel foglalkozzak. Remélem sikerül hamarosan erre is időt szánni.

Mit tudsz ajánlani a Fizika Kar jövőbeli hallgatóinak?

Aki fizikát végez, nem receptekkel, használati útmutatókkal és képletekkel távozik (még ha az egyetemi jegyzetekben látszólag csak ezeknek marad is nyoma), hanem annak a képességével, hogy ő maga találjon ki új recepteket, módszereket és megoldásokat, hogy ő maga fejlesszen ki új eszközöket, és fedezzen fel új összefüggéseket a körülöttünk lévő természetben, társadalomban vagy akár az információ-technológia világában.

A Fizika Kar hallgatóiként nem csak az alapvető természeti törvényeket és az azok leírásához szükséges matematikai eszközöket sajátíthatjátok el, hanem eközben megtanulhattok több nyelven programozni, modelleket alkotni, majd őket numerikusan szimulálni, robotokat irányítani, áramköröket tervezni, szenzorokkal és mikrokontrollerekkel méréseket tervezni és azokat helyesen elvégezni, adatokat feldolgozni majd vizualizálni stb.

Végül pedig, ami talán ezeknél is fontosabb, megtapasztalhatjátok, hogy a körülöttünk lévő világban mindig van számunkra valami új, annak felfedezése és megértése pedig az egyik legizgalmasabb kaland az emberi életben.

K. J.

