



Összehasonlító tantervelemzés

Bár a romániai oktatási rendszer nem feltétlenül ad lehetőséget arra, hogy a tantárgyak moduljai között vízszintes keresztkapcsolatokat tudjunk felállítani, én mégis erre a feladatra vállalkozom. Valószínűleg egy jobb világot remélve, ahol az iskolába járásnak még értelme is van.

Nincsen általános műveltség. Kémia van, töri, magyar, torna, matek és zene. Óra-
rendek vannak, és órák. Tantárgyak vannak, tudás kevésbé. Mert nincs átfogó összkép,
nincs gondolkodás, együttgondolkodás meg aztán főleg nincs. Nincs érettségi, de nem
baj, megyünk majd Olaszba, és ott jó lesz. De mi van, ha mégsem?

A fizika tanterv helye és szerepe a műveltségterületén belül – tantervi keresztkapcsolatok

A fizika romániai besorolás szerint a „matematika és természettudományok” műveltségterülethez tartozik, a biológiával, kémiával és értelem-
szerűen a matematikával egyetemben. Meghatározása szerint a fizika természettudomány, viszont véleményem szerint rendkívül érdekes lenne a fizikát egy más műveltségterülethez tartozó tárggyal párhuzamba állítani, mondjuk földrajzzal (gondoljunk csak a geológiára mint különálló tudományra).

A kortárs fizika egyszerűen elképzelhetetlen lenne matematika nélkül.

A fizika tantárgyat a tantervi keresztkapcsolatok mentén a matematikával állítom párhuzamba. Mert a fizika annak érdekében, hogy univerzálisan érthető legyen, a jelenségek leírására matematikai nyelvezetet és háttérrel dolgozott ki. Ma már az angol nyelv monopolhelyzetének köszönhetően majdhogynem lehetetlen az, hogy két különböző nemzetiségű ember ne értse meg egymást. Viszont egykoron a tudományos kommunikációt megkönnyítendő, a matematika nyelvén folyt ez a kapcsolatteremtés az egyértelműsége és az egyetemessége miatt. A klasszikus értelemben vett fizika alapvetően a természet megismerésére szolgált, az ott lejátszódó jelenségekre próbált magyarázatot adni. A kortárs fizika viszont már túlmutat ezen, s míg a klasszikus értelmezésnél csak egy-két buktatóba ütköznénk nélküle, a kortárs fizika egyszerűen elképzelhetetlen lenne matematika nélkül. E két terület sokáig nem is volt elhatárolva egymástól. Newton, Galilei, Euler legnagyobb érdemei mind olyan matematikai felfedezések, amelyek egy fizikában észlelhető anomália feloldására indítottak. Ezen felül a mai fizika is bőven támaszkodik a matematika elemeire. Például egyik fontos kutatási területe az úgynevezett húrelmélet, ahol többek között azt vizsgálják, miért épp három kiterjedt dimenzióval rendelkezik a

körülöttünk levő tér. Ennek a kérdéskörnek egyik fő kutatója Brian Greene, aki a Columbia Egyetem matematikaprofesszora. Ezért tartom nagyon fontosnak, hogy a két tudományágat összekötő kapcsolatokat már középiskolában kihangsúlyozzuk.

Alapkompetenciák és tantárgyi keresztkapcsolatok (fizika, matematika)

Tanulmányomban a IX., X. és XI. osztályos tanterveket vizsgáltam és hasonlítottam össze. Igen érdekes kapcsolatok mutathatók ki a két tantárgy tantervei között.

A fizikatantervek négy általános kompetenciát tárgyalnak:

1. Egy fizikai jelenség, technológiai folyamat, a technika mindennapi termékeinek működési és használati elveinek megértése és megmagyarázása;

2. Az elméleti és kísérleti tudományos kutatás fizikai alkalmazásai;

3. Kommunikáció;

4. Védelem a saját személy, mások és a környezet iránt.

A matematika tanterve hat alapkompetenciát említ:

1. A specifikus matematikai terminológia használata sokféle alkalmazási környezetben;

2. A matematikai állítványokba foglalt mennyiségi, minőségi, strukturális vagy kontextusbeli adatok feldolgozása;

3. Feladatmegoldásban matematikai algoritmusok és koncepciók használata;

4. Egy adott probléma megoldásának vagy megoldási stratégiáinak koherens kifejezése és megszerkesztése formális és mindennapi nyelvezetben;

5. A megoldások optimalizálására szolgáló stratégiák felfedezése, probléma-szituációk analízise;

6. Egy tulajdonság általánosítása egy feladat meghatározásának eredeti kontextusának megváltoztatásával vagy algoritmusok általánosításával.

Érdekes eltérések vevődnek észre, ha kicsit jobban megfigyeljük a két listát. A legszembetűnőbb számomra az, hogy teljesen másképp viszonyulnak a tanulóhoz. Míg a fizika tanterv a tudományos kutatásról is óhajt kommunikálni a tanulókkal, a matematika tanterv szinte csak az osztálytermi feladatokra javasol kikötéseket. Természetesen a célt, a tudományos gondolkodás fejlesztését mindkét nézőpont eléri.

A fizika tanterv a negyedik pontban említést tesz a védelemről. Ez, véleményem szerint, nem a matematikusok felelőtlensége miatt hiányzik a matematika tantervből, pusztán a matematikával szemben a fizikában jóval több olyan kísérlet lehet, ami testi veszélyt jelenthet a kísérletező személyre és a környezetre. Ebből kifolyólag a tanárnak erre is fel kell hívnia a tanulók figyelmét, és ki kell alakítania azt az attitűdöt, hogy a körültekintés megszokássá váljon.

A saját tapasztalatomból kiindulva, mások álláspontját is felmérve sajnos arra a következtetésre jutottam, hogy bár a mindennapi alkalmazásról mindkét tanterv említést tesz, erre sosem jut a kellő időkeret az osztálytermi munkában. Sokan vagyunk olyanok, akik ültünk a termekben a tanárt hallgatva, és csak egy kérdés járt a fejünkben: „és én ezt mire használom?”. Soha nem beszélt senki arról, hogy hogyan működik például egy



hűtőszekrény vagy egy telefontöltő. Most, hogy egyetemen bővebb betekintésem nyílt a tudomány rejtelseibe, kezdem átlátni a felhasználásokat, de nagyon sajnálom, hogy ez nem történt meg hamarabb.

Ezek a különbségeken túl számos összefüggést is föl lehet állítani a két tanterv közt. Például, a fizika tanterv 1. alapkompenciáját egészen könnyen összekapcsolhatjuk a matematika tanterv 6. alapkompenciájával. Ha van egy olyan jelenségünk, amit kísérletezés közben figyeltünk meg, leggyakrabban általánosítani szeretnénk, egy tulajdonságra szeretnénk következtetni belőle, amit aztán tovább hasznosíthatunk, esetleg más jelenségek tárgyalásakor is. Tegyük fel, hogy kísérletezés közben észrevettük, hogy egy elektromos áram által átjárt test hőt termel. Megépítünk egy áramkört, majd azon a fogyasztón, ahol áthalad az áram, lemérjük a hőmérsékletet. Ekkor megváltoztatjuk a kezdeti értékeket, például más ellenállást teszünk az áramkörbe. Ez egy olyan változást hoz a rendszerben, amelyből következtetni tudok a leíró törvényre.

A fizika tanterv 2. második alapkompenciáját alapul véve a kutatási folyamatokra is föl kell hívni a diákok figyelmét. Ahhoz viszont, hogy például egy tanuló megértsen egy tudományos témájú szöveget, elengedhetetlen a matematikai terminológia is, amit az első pontban foglal össze a matematika tanterv.

Következtetésképp, a két tárgy tanterveiben előírt általános kompetenciák között fellelhető kapcsolatok elengedhetetlenül fontosak, és a tanítás során figyelembe kell venni őket, konzultálniuk és egyeztetniük kell a különböző tárgyakat oktató szaktanároknak.

A tantervi egységek közötti kapcsolatok (specifikus kompetenciák, tartalmak, tanulási tevékenységek)

A specifikus kompetenciák vizsgálatakor elsődlegesen a középiskolai tanterveket vettem figyelembe, mivel úgy gondolom, hogy itt találhatóak a legkiemelkedőbb összefüggések. Ezen felül a fizika specifikus kompetenciái sajátos elrendezésben szerepelnek: hasonlóan az általánosakhoz, ugyanazon három elem szerepel minden évfolyam tantervében, míg a matematika tantervben eltérő kompetenciákat említenek minden osztályra. Szembetűnő, hogy változóak az elvárások óraszámától és természetesen szaktól (*specializare*) függően. Ebből kifolyólag azt vettem alapul, amely fajta képzésben jómagam is részesültem: a természettudományok szakot, s ezen keretterv óraszámait.

A 10. osztályos fizikatanterv tartalmait két nagy fejezetre lehet osztani, amelyeket még tovább bonthatunk. Az első a hőtan, a második az elektromosságtan, ahol két nagyobb egység található: az egyenáram és a váltakozó áram tárgyalása; ezeket nagyon fontos külön-külön kezelni. Ami a matematikát illeti, öt ilyen tartalmi egység alkotja a 10. osztály tantervét: számhalmazok, függvények és egyenletek, kombinatorika, pénzügyi matematika és mértan. Ezek közül a pénzügyi matematika talán az egyetlen olyan terület, amelyet nem használnak a fizikában (legalábbis nem explicit módon). (Pl. Mennyibe kerül egy 100W-os izzó fogyasztása, amikor egy hónapon keresztül bekapcsolva felejtjük, ha 1kWh villamos energia 0,6lejbe kerül?)

Kiemelten fontos
a tudományos
kommunikáció
alkalmazására való készség
fejlesztése.

Az egyenletek fontosságát, úgy gondolom, nem kell magyarázni. Minden fizikai megfigyelés leírható egy egyenlettel, amelyben a változó paraméterek fizikai mennyiségek. A matematikának egy összetett, külön ága a differenciálegyenletek, amelyről el kell mondani, hogy a diákok egyetem előtt kizárólag nemzetközi versenyeken találkozhatnak vele, viszont a fizika mélyebb megértéséhez nélkülözhetetlenek. Minden egyes fizikai tételnek, következménynek van egy matematikai alakja egy egyenlet formájában.

A hőtan matematikai szempontból egy hihetetlenül komplex területe a fizikának. A hőtani átalakulásokat jellemző grafikonok megszerkesztése több területét is fölhasználja a felsoroltaknak. Egyfelől a mértan, másfelől a függvények szempontjából érdekes vizsgálni ezeket a grafikonokat. Az elektromosságtan váltakozó áramról szóló részéhez pedig szükségesek a számhalmazok és ezen belül a komplex számok. Mindezekről részletebben alább lesz szó, a kritikai megjegyzéseket tartalmazó résznél.

A tanulási tevékenységeknél már a kezdeteknél látható, hogy mindkét tárgy igyekszik a legoptimálisabb út kiválasztására nevelni a diákokat. Például a hetedikes fizika tanterv tanulási tevékenységekre vonatkozó részének 1. 1 pontjának harmadik eleme leírja, hogy a tanuló dolgoz a legpraktikusabb mérőeszközt kiválasztani egy mérés során. Ezzel párhuzamosan ugyanazon évfolyam matematikaóráján az az elvárás, hogy egy valós számot a feladat szempontjából lehető legegénysebb alakban tudjon felírni.

Kiemelten fontos a tudományos kommunikáció alkalmazására való készség fejlesztése. A nyolcadik osztályos tantervek említik a következőket: matematikaórán a diák képes kell hogy legyen egy síkmértani feladat megoldására úgy, hogy érvekkel alátámasztja a megoldás minden lépését. Fizikából úgy fogalmazzuk, hogy egy matematikai kifejezésben levő fizikai mennyiségek közötti összefüggéseket kell a tanulónak (érvekkel alátámasztva) megmagyaráznia.

Fizikából líceumban tanulási tevékenységekként a kísérletek vannak számon tartva. Kilencedikben egy ilyen kísérletre példa egy vékonylencse fókusz távolságának meghatározása. A kilencedikes matematika tanterv tanulási tevékenységként említi egy ötlet, szabály vagy matematikai módszer használatát egy gyakorlati probléma megközelítésére. Itt látható egy érdekes kapcsolat, mivel ehhez föl kell használni hasonló háromszögeket, amelyet mértanból tanulnak a diákok. Ahhoz, hogy a diák helyes kísérleti következtetésekre jusson, föl kell használnia a matematikából tanultakat. Még egy érdekes rövid észrevétel ezzel kapcsolatban az, hogy mindkét tanterv specifikus kompetenciáiban le van írva az, hogy a diáknak képesnek kell lennie egy eredmény helyességének eldöntésére. Ilyen kísérleteknél fontos, hogy a diák adott esetben rájöjjön a hibájára, s arra, hogyan javíthatná azt.

Az általános észrevételem a specifikus kompetenciákkal kapcsolatban az, hogy célokat tekintve nagyon hasonlítanak a tantervek. Ha megfigyeljük az elnevezéseket, mind-



két tárgy tanterveiben előfordulnak olyan kifejezések, mint például felismerés, azonosítás, elemzés, következtetések levonása. Újraolvasva ezeket a követelményeket, arra jöttem rá, hogy ezek gyakorlatilag a problémamegoldás univerzális lépései, amelyeket az élet minden területén hasznosíthatunk bármilyen jellegű problémára. Ez egy átgondolt és logikus folyamat: a tanulás szintjei és lépései.

Kritikai megjegyzések

(Mely pontokon erősíti egymást a két tantárgy tanterve, mely pontokon nem? Javaslatok arra nézve, hogy miképpen erősíthetők a tantervi keresztkapcsolatok)

Évfolyamok közti kapcsolatra egy egyszerű példa: a százalékszámítás. Az 5–8.-os matematika tanterv ötödik osztályba sorolja a valódi- és tizedes törtek különböző alakjának felismerésére vonatkozó specifikus kompetenciát. Fizikából pedig (amelyet hatodik osztálytól kezdenek el tanulni) a százalékszámítás mondhatni kaotikus módon bukkán fel itt-ott, viszont fontos szituációkban, például egy rendszer hatásfokának kiszámításakor. Ezért válik ez pozitívummá, mert a százalékszámítást hamar elsajátítják, s utána használatban is marad, mivel matematikaórán használják továbbra is. Itt erősíti egymást a két tanterv.

Ez a dolog viszont nem mondható el számos más területről. Csak néhány példa erre. Az optika iskolában tanult részéhez feltétlenül szükség van a trigonometriára. Viszont időrendben az optikát kilencedik osztály elején tanulják a diákok, trigonometriára viszont csak kilencedik végén kerül sor. Ebből kifolyólag a fizikatanárnak két opciója van: először felveszi ő a szükséges matematikai háttérrel a diákokkal, amivel a saját idejéből veszít, és ő csúszik el a tananyaggal, vagy megcseréli a felvett anyagrészek sorrendjét.

Fentebb említettem még néhány példát, amire itt fogok kitérni. Hőtanban egy átalakulást mindig egy grafikonnal írhatunk le, és például a munka mennyiségét területszámítással tudjuk megkapni, az ehhez szükséges mértanról viszont utoljára hetedik osztályban esik szó, míg a hőtan tizedikben tanult anyagrész. A másik fentebb említett példám picit kilóg a dolgozatból, mivel tizenegyedik osztályos tananyagról van szó. A váltakozó áramot tizenegyedik osztályban tanulják a diákok. Ehhez az anyagrészhez szükséges a komplex számok halmazának ismerete, amelyre viszont tizedik osztályban kerül sor, és bár feltételezhetjük, hogy még emlékeznek a diákok, gyakran mégis értékes idő megy el matematikai ismétlésre fizikaórán.

Egy másik nagyon komoly hátrány az iskolák felkészületlensége. A kísérleteket mindenkinek egyedül kellene elvégeznie. A fentebb említettek értelmében ennek a kompetenciának is alakulnia kellene, hiszen elő van írva mindkét tantárgy tanter-

Az optika iskolában tanult részéhez feltétlenül szükség van a trigonometriára. Viszont időrendben az optikát kilencedik osztály elején tanulják a diákok, trigonometriára viszont csak kilencedik végén kerül sor.

vében. Erre azonban nálunk sajnos több okból kifolyólag nincs lehetőség. Az egyik fő ok az, hogy nagyon nagy létszámúak az osztályok.

Ha csoportbontást lehetne alkalmazni itt is, mint nyelvtanuláskor a különböző szintekhez igazodva, valószínűleg hatékonyabban mehetne a munka. A csoportbontás gondolatát továbbá szükségessé teszi az, hogy az iskolák nincsenek felszerelve. Jómagam példájával élve, egy elég jó városi iskolába jártam, de még nálunk sem volt elég kísérleti eszköz, s ami volt is, nagy része elavult vagy meghibásodott. Emiatt sok fiatalnak még úgy sem jut eszébe kísérletezni, hogy mondjuk, létszámszerűen nem lenne gond a csoportbontás. Ezért hiába írja le a tanterv – mint tanulási tevékenységet – a kísérleteket, ha arra nem biztosíthatóak a megfelelő körülmények.

Egy javaslat a hatékonyabb munka érdekében az volna, hogy minden téma elején (tanterv szerint) legyen előírva egy olyan óra, amit ismételésre szánunk, és átvesszük azokat az anyagrészeket akár matematikából, akár fizikából, amelyekről tudjuk, hogy szükségesek lesznek a téma során. Egy másik javaslat, hogy figyeljünk oda arra, hogy a diákoknak a fizikafeladatok megoldásában milyen matematikai módszerekre, ismeretekre van szükségük, s valamilyen módon ehhez igazítsuk a matematika tantervet, esetleg egy opcionális órával kiegészítve, vagy – az intézményi kultúra jegyében – egy adott iskola tanáraival együttműködve.

Tananyag szempontjából valószínűleg olyan dolgokat kéne oktatni, amik „egyben” jobban működnek. Értem ezen azt, hogy sok olyan témát ír elő a fizika tanterv, amelynek valódi megértéséhez az iskolai, líceumi matematikán túlmutató ismeretekre és készségekre van szükség. A másik oldalról pedig: a matematika tantervben a tiszta elmélet helyett olyan tevékenységeket kellene végezni, amelyek gyakorlatiasak, hogy láthatóvá váljék a fizika és a matematika „haszna”, akár a mindennapi életben is.

Dokumentumok

Líceumi matematika és fizika tantervek: <http://oldsite.edu.ro/index.php/articles/curriculum/c556+588++/>

(2019. februári leolvasás)

Gimnáziumi tantervek: Fizika: <http://programe.ise.ro/Portals/1/Curriculum/2017-progr/25-Fizica.pdf>

(2019. februári leolvasás)