

Differenciált programozás-oktatás a marosvásárhelyi Sapientia EMTE-n

Vekov Géza, Gyórfi Ágnes, Kátai Zoltán

{vgeza, gyorfiagnes, katai_zoltan}@ms.sapientia.ro
Sapientia EMTE MHTK

Absztrakt. A modern pedagógia hatalmas újítása a kognitív funkciók és struktúrák követése a diákok fejlődése során. Kiemelt hangsúlyt fektet a már meglévő alapismeretekre, társadalmi hovatartozásra, a kulturális közegre, amelyből a tanuló származik. A tanítási-tanulási folyamat során a lehetőségekhez mérten mindenki számára biztosítani kell a képességeihez igazított ideális fejlődési körülményeket. Ezen „ideális körülmények” megteremtéséhez járulhat hozzá a differenciált oktatás. Jelen dolgozat beszámol a vertikális és horizontális differenciálás alkalmazásáról a programozás-oktatásban a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem (EMTE) marosvásárhelyi Műszaki és Humántudományok Karán. A cikk külön hangsúlyozza a differenciáláshoz igazított motivációs technikák bemutatását.

Sokszínűség az egyetemi oktatásban

Az esélyegyenlőség, mint koncepció, nem biztosítja a diákok hasonló felkészültségét az egyetemi oktatás megkezdésekor. Ennek okai a társadalmi, kulturális különbségek, a családi és anyagi háttér, a környezet előzetes formáló hatása [2]. Kiemelt hangsúlyt kell fektetnünk az internetre, mint a fiatalok által leggyakrabban használt információs forrásra. Ennek behatása a koncepció-fejlődésben, gondolkodási sémák kialakulásában, információszerzési módszerekben, az információk kiértékelésében valamint a világszemléletük fejlődésében nyilvánul meg. Az egyetemre érkező diákok esetében gyakran találkozunk prekoncepciókkal, melyek mind az oktatót, mind a diákot meggátolják a tanítási-tanulási folyamat létrejöttében. A diák kognitív folyamatainak megértését, ezek stimulálását szem előtt tartó modern pedagógia megköveteli az „autokrata pedagógus” háttérbe szorulását, és a figyelmet a diák önmegismerésére, érdeklődésének felkeltésére fordítja [12]. A 60-70-es években erőre kapott, majd a 90-es évek elején megújult *Science, Technology and Society* (STS) mozgalom alapvető célkitűzései között megtalálhatjuk a diákok azon készségének kifejlesztését, melynek segítségével kritikus szemmel nézik a világ, a tudomány és a technológia közötti kapcsolatot, képesek önálló, tényekre alapozott döntéseket hozni [9]. Ez az elv nyitottságot feltételez a diák részéről a különböző problémák befogadására, ugyanakkor felelősséget helyez a tanár vállára, a diverzitás elfogadásában és ennek kezelésében a tanítási folyamat során.

A multikulturális jelleg, a környezeti faktorok és az elméleti ismeretek mellett figyelembe kell venni a diák valós képességeit is, mint kvázi-determinisztikus tényezőt. A pedagógiai folyamat során fel kell mérni az egyéni jellemzőket, a már kialakult absztrahálási formákat. Mindezen tényezők együttesen határozzák meg a sikeres tanítási folyamat során követendő irányt [1,2].

A számítógépek megjelenése a különböző tudományterületeken maga után vonja a szak-specifikus programozás egyetemi szintű oktatását. A tárgy absztrakt szinten az algoritmikus

gondolkodás kifejlesztését tűzi ki célul, felhasználva, megismertetve az alapvető programozási fogalmakat és technikákat. Természetesen az informatikai tudományok oktatásának alapközpontja, de megjelenik a számítógépes vezérlés megvalósításakor az automatizálási mérnökök curriculumában, a számítástechnikusok komponens-tervezésében, a fizikusok modellezési feladataiban. Egyes esetekben főtárgyként kell kezelni, más esetekben segédtudományként, a specifikus alkalmazás megvalósításához elengedhetetlen kellékként. A programozás, mint tárgy ugyanazonokon az elméleti alapokon nyugszik, bármely szakon tanult tárgyról legyen is szó.

A nyílt hozzáférés az egyetemi oktatáshoz maga után vonta a beiratkozott diákok különböző szintű felkészültségét ezen a területen. Legtöbb esetben a szakirány a döntő tényező a programozási ismeretek megosztásában. Megfigyelhető a beérett algoritmikus gondolkodás hiánya olyan esetekben is, amikor a diák előzőleg a középiskolában is tanulta a tárgyat, ugyanakkor vannak kiemelkedő esetek, akik autodidakta módon sajátították el a haladó programozói ismereteket. Az informatikai felkészültség mértéke a jelen beiskolázási rendszerben csak az év közbeni teljesítmény megfigyelésével mérhető fel. Ebből a tényből kifolyólag alakulnak ki a egyes osztályok, melyek a klasszikus pedagógiai módszerekre negatívan válaszolnak. A „one-size-fits-all” – mindenképp ugyanúgy tanítunk – oktatási módszer sikeressége a kutatások során jelentős hiányosságokat mutat az összetételében diverzifikált *osztály* sikeres előmenetele terén. Sok esetben a diák a folytonos frusztráció következtében lemond a tantárgyról, ezzel együtt az egyetemről is (amennyiben a tantárgy kötelező). Más esetekben a tanár, a diák gyenge teljesítményét értékelve, nem ad elégséges osztályzatot. A tehetséges diákok számára a tanulási élmény nem nyújt kihívást, megszűnik minden fajta motivációs tényező, ami tanulásra serkentené. A tanárnak a negatív hozzáállás vagy apátia mellett nem nyílik lehetősége pedagógusi tevékenységének maximális fokú kifejtésére. Bruinsima összegzése szerint a diák pénzt, időt és motivációt veszít, az intézmény a diákok elvesztésével finanszírozási károkat szenvedhet, a társadalom pedig egyre több pénzt és energiát fektet az alulteljesítő oktatási rendszer fenntartásába, ami nem képes biztosítani a piac számára a szakképzett munkaerőt [7].

A differenciált oktatás helye a felsőoktatásban

A felsorolt problémák megoldására a lehetséges felsőoktatási reformok között fő helyen szerepel a differenciált oktatás gyakorlatba ültetése az egyetemeken. Erre irányuló kezdeményezések világszerte megfigyelhetők a felsőoktatási intézményekben. A *Science, Technology and Society* (STS) mozgalom hatására 2011-ben 111 bejegyzett STS programról tudunk, több mint két tucat egyetemen külön fakultáson tanítják és kutatják az STS alapvető problematikáját [13]. A diákok szakmai érdeklődésének felkeltése és fenntartása érdekében az egyetemi oktatók a kutatás mellett egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a tudásátadás folyamatának modernizálására. Természetesen a feladat nehézségei nem elhanyagolhatóak: az intézményi bürokrácia nehézsége, az anyagi források hiánya, az oktatók beidegzett módszereinek felülbírálnak, átértékelődése. Utóbbi folyamat természetes szelekciót eredményez, a diákok az általuk inkább kedvelt előadásokat látogatják ezzel kényszerítve az oktatókat a változtatásra.

Az differenciált oktatás implementálásának megtervezésekor figyelembe kell venni az egyetemi oktatás duális szerepét a nevelési folyamatban. Elsődleges feladata a munkaerőpiac ellátása magasan képzett szakemberekkel, másfelől a tudomány folyamatos megújulásának feltételeként ki kell nevelnie következő generáció kutatóit, felfedezőit, elméleti specialistáit. A szakemberképzés során felállítandó teljesítmény-standardok előre adottak, elérésükhöz nagyobb energia-

befektetéssel ugyan, de el lehet jutni a differenciálási módszerek alkalmazásával is. Más kérdés, hogy hogyan irányíthatóak a kiemelkedő képességű diákok a kutatói pálya felé. A válasz a differenciált oktatás lényegében található: a diákokat képességeiktől függően kell motiválni, feladatokkal ellátni, fenn kell tartani a folyamatos érdeklődés állapotát. Az egyetemi tanulási-tanítási folyamat során, a standardoknak megfelelő ismeretanyag közlésén túl meg kell találni a lehetőséget az egyéni munka szorgalmazására, valamint ennek felügyelésére, irányítására.

Elméleti keretrendszer

A differenciált oktatás megvalósítását Tomlinson szerint négy fázisra bonthatjuk: a tartalmi differenciálás, a folyamatok differenciálása, a teljesítmény/produktum differenciálása illetve a tanulási környezet változtatása [1].

A tartalmi differenciálás célja, hogy az átadandó ismeretanyag formai és tartalmi összetétele illeszkedjen a diák felkészültségéhez, a tanulási stílusához, értelmi képességeihez. Az anyagnak befogadhatónak kell lennie, a diák ismereteire kell alapoznia, kiegészítve azokat.

A folyamatok differenciálása az oktatási folyamat *miként*-jére keresi a személyre szabott választ [2]. A kialakított leadási módszer érthetőnek kell lennie a diák számára, fel kell keltenie a személyes érdeklődését. Használhat audiovizuális segédeszközöket, szerepjátékokat, valós élethelyzeteket. Célja a kihívás megteremtése a diák szemléletmódjában, melynek hatására a megértésre, megoldásra törekszik, saját sikerként éli meg az ismeretek beillesztését a sajátjai közé [3].

A teljesítmény- illetve produktum-differenciálás a tanulási folyamat teljesítését követi. Lehetőséget kell adni a diáknak verbális vagy fizikális formában kifejezni az elsajátított ismereteket oly módon, melynek során felhasználhatja a saját stílusát, módszereit, elképzeléseit, érdeklődési területeit [2].

A tanulási környezet differenciálásán az oktatási folyamatok fizikai terét kell explicit módon az egyes diákok igényeihez igazítani. Személyre szabottan biztosítani kell az ideális környezeti hatásokat az egyes tanulók optimális tanulásához. Ezek a körülmények jelenthetik a zavaró források kiküszöbölését, a csoportmunka engedélyezését, vonatkozhat ugyanakkor a kulturális jellemvonások személyes kifejezéséhez szükséges alapanyagok biztosítására is [3].

Implementálási lehetőségek

A Tomlinson és Heacox által promovált rendszer egyetemi közegben történő implementálhatóságának vizsgálata érdekében vegyük sorra ezek funkcionális és anyagi vonzatát. Habár a pedagógusok ideológiai szerepe mellőzi az anyagi vonatkozásokat, az intézmények tanrendje nagymértékben függ az állami vagy a magánúton történő finanszírozás feltételeitől. Ilyen megfontolásból a fejlődő országokat tekintjük elsődleges célterületnek, ahol ezek a körülmények jelentősen befolyásolják az oktatási folyamatot.

A tartalmak differenciálása fejlett országokban biztosítottak tűnik az akadémiai kereteken belül. Megvalósítása a választható tantárgyak magas számában rejlik, ki-ki személyre szabottan alakítja ki a tanulási tervét, választja ki a neki megfelelő curriculumokat. A fejlődő országokban a finanszírozási lehetőségek kondicionálják az alternatív oktatás propagálódását. Sok esetben az oktatóknak kell megoldania előadásokon, laborgyakorlatokon és szemináriumokon az eltérő képességű és felkészültségű diákok szeparációját. Sok hasonló esetben a pedagógusok a „one-size-

fits-all” stratégiához folyamodnak, mely – optimális esetben – biztosíthatja a többség megfelelő felkészítését.

A folyamatok differenciálása eltérően alkalmazható az elméleti és gyakorlati tudományágak esetén. A projektmunka elfogadott módszer a szemináriumokon, az audiovizuális segédeszközök napjainkban egyre elterjedtebbek. Lehetőség nyílik ugyanakkor, a tanár nyitottságától függően, az előadások színesebbé tételére, mely a klasszikus módszerekkel ellentétben nagyobb számú diák érdeklődését keltheti fel.

A teljesítmény differenciált értékelésének implementálása tűnik a legnehezebb feladatnak a felsőoktatási intézmények keretén belül. Figyelembe kell venni azt a tény, hogy az egyetem sikeres elvégzése után a szakemberek oklevelén ugyanaz a képesítés áll, függetlenül attól, hogy miként tudja értékesíteni a tudását. Ebből kifolyólag a tárgyak teljesítésekor végzett személyes értékelés igazságtalan megkülönböztetésként hat, amennyiben például a jobb képességű tanuló kisebb mértékben felel meg a specifikusan vele szemben támasztott elvárásoknak, mint gyengébb képességű, de szorgalmasabb társa a neki felállított követelményeknek.

A tanulási környezet differenciálási lehetőségei tárgy-specifikusan változnak, az implementálási feltételek nem konkrétan meghatározhatóak.

Motivációs technikák – tanítási módszerek

A reáltudományok, a matematika, informatika tanítása, ezek absztrakt volta miatt, különleges odafigyelést igényel. Már középiskolai szinten megfigyelhető a diákok csökkenő érdeklődése a tudományok iránt. Ennek magyarázataként a fogalmak, elméletek elvontságát, a gyakorlati alkalmazások hiányát említi a szakirodalom [10]. Természetesen a puritán elméleti oktatás visszavezethető a tantervek által előírt ismeretanyag kiterjedésének nagyságára, az oktató rendelkezésére álló szemléltető eszközök hiányára. Comenius, a szisztematikus szenzualista pedagógia megteremtője az érzékszervi megfigyelés fontosságát vezeti fel: *Szükséges, hogy a megismerés mindig az érzékszervekből induljon ki (semmi sincs ugyanis az értelemben, ami nem volt meg előbb az érzékekben). Mi más ez, mint az, hogy a tanítás ne a dolgok szóbeli elbeszélésével vegye kezdetét, hanem a reális megfigyeléssel? És végül, miután megmutattuk a dolgot, jöhet a bővebb magyarázat.*” (Idézi: Pukánszky-Németh: *Neveléstörténet, Nemzeti Tankönyvkiadó Bp., 1999, 185*) [11].

A modern pedagógiai szemlélet a tanulást úgy értelmezi, mint az ismeretek megértését, értelmezését és beépítését a már meglévő kognitív struktúrákba [12]. Bloom 1956-ban felállított taxonómiája szerint az ismeretek a következő hierarchikus szinteken léteznek: tudás, megértés, alkalmazás, analízis, szintézis, értékelés [14]. Krathwohl kibővíti a definíciót, kiterjesztve azt két dimenzióra, a passzív és aktív kognitív funkciók szétválasztásával. Ezek szerint a tudás összetevői a tények, az osztályzási rendszerek, az eljárások, a metakognitív ismeretek, erre épül az emlékezés, a megértés, az alkalmazás, az analízis, az értékelés és az alkotás. A hierarchikus felépítés értelmében minden szint csak az előző szint teljesítésével érhető el [14]. A kognitív struktúrák ezen értelmezése alapján meghatározható a hatékony tanulás, mint kognitív folyamat, az ismeretek olyan módon történő elraktározása, mely lehetővé teszi ezek utólagos felhasználását lexikális és kreatív síkon egyaránt.

A rögzítési mechanizmus alapfeltétele a tudatosság a tanulás során. A metakogníciós tudás, az önnön tanulási folyamatok ismerete, mely nagymértékben megkönnyíti az új ismeretek beépítésének irányítását.

Az oktatási folyamat során az ismeretek elsajátításának egyik legfontosabb feltétele a motiváció jelenléte. Falus osztályozása szerint pedagógiai szempontból megkülönböztetjük az *internalizált* (beépült), az *intrinsic* (belső), az *extrinsic* (külső) és a *presztízsmotivációt* [12]. Az internalizált motiváció az erkölcsi normáknak való megfeleléstől vezérelve, lelkiismereti okok alapján készíteti a diákot tanulásra. A belső motiváció jelenléte esetén a mozgatórugó a kíváncsiság, a tudásszomj. Külső motivációról beszélünk, mikor a tanulás önmagában véve nem képvisel értéket a diák szemében, a készítetés más, pozitív vagy negatív forrásból ered (büntetés, jutalom). A presztízsmotivációról beszélünk belső készítetés és külső tényezők által indukált versenyhelyzetek esetén [12].

Tanulmányok kimutatták, hogy lehetőség nyílik a belső motiváció erősítésére differenciált oktatási módszerek alkalmazásával [8]. A tanár a tanulási szándék, a motiváció serkentése érdekében különböző aktiváló mechanizmusok alkalmazásához folyamodhat. Ezek irányulhatnak a figyelem- vagy az érdeklődés felkeltésére, illetve ezek megfelelő szinten tartására. Mindkét esetben a diákhoz eljuttatott ingernek differenciáltnak kell lennie, különben ellentétes irányú reakciót válthat ki.

Az eddigi kutatások szoros összefüggést mutattak ki a diákok belső motivációja és a tanulási eredmények fejlődése illetve egy adott tárgy követelményeinek sikeres teljesítése között [6,7,8]. A bevezetőben ismertetett, a tudományok tanulásával szembeni ellenérzés, apátia leküzdésére különböző motivációs technikákat említ a szakirodalom. Kiemelten fontos a megfelelő szintű kihívás biztosítása. Ez a szempont vezérel a későbbiekben bemutatott vertikális differenciálás implementálását.

A 60-as évek elején, az angliai McMaster Medical School-ban alkalmazták először a „problem-based” (PBL) tanulási modellt, melyben az elméleti tételekhez szükséges információ megszerzésére gyakorlati példákon, főleg konkrét feladatokon keresztül vezették rá a diákokat [5]. Ebből fejlődött ki a „context-based” (CBL) stratégia, amely a valós élet területéről vett példákon keresztül mutatja be az elméleti problémát. A reális probléma hivatott felkelteni a diákok érdeklődését a megoldáshoz szükséges ismeretek elsajátítása iránt. Szorosan kapcsolódik ehhez az irányvonalhoz a „Science-Technology-Society” megközelítés, amely az az elméleti ismeretek elsajátítását szorgalmazó valós életből vett példa mellett bemutatja a választott eset kihatását a környezetre, társadalomra [4,9]. A tudatos szemléletmód és a valós problematika a kutatások szerint megerősíti a diákok megismerés iránti vágyát, ezáltal előremozdítva a tudományok iránti érdeklődést. Ezen a síkon valósítottuk meg a horizontális differenciálást (ld. a továbbiakban).

Fontos megjegyezni a motiváció elősegítését célzó tevékenységeket illetően két fontos aspektust, melyet Falus fogalmaz meg: 1) a tudományosság elve kötelezi a pedagógust a kizárólag szakszerű információk átadására, illetve 2) az elméleti ismeretek kognitív struktúrákba való beépítése érdekében szükségszerű a szakterminológiát és a procedurális ismereteket pontosan elsajátítani, ez utóbbiak nem helyettesíthetők [12,14].

Programozás-oktatás a Sapientián

A Sapiaentia Erdélyi Magyar Tudományegyetemet 2000-ben alapították magyar állami támogatással, 2001-től a román akkreditációs bizottság által kibocsátott ideiglenes működési engedéllyel elkezdődött az oktatás. A végleges akkreditációt az egyetem 2012-ben kapta meg. A marosvásárhelyi Műszaki és Humántudományok Karon 2001-ben induló Informatika, Mechatronika, Számítástechnika, Automatika és alkalmazott informatika szakok voltak hivatottak kitölteni

az őr az erdélyi magyar műszaki oktatásban. Ezekhez társult a 2008-ban indított Számítógépes művelettervezés és gyártásirányítás valamint a Távközlés szak. Ezen szakok közös jellemvonása, hogy mindegyik curriculumában megtalálható a „Programozás C nyelven” tárgy. Az informatikus-képzésen magától értetődő a tárgy jelenléte. A mérnöki szakágakban az algoritmikus gondolkodás-fejlesztés mellett a C-nyelv közvetlen haszna a mikrovezérlők programozásában lelhető fel.

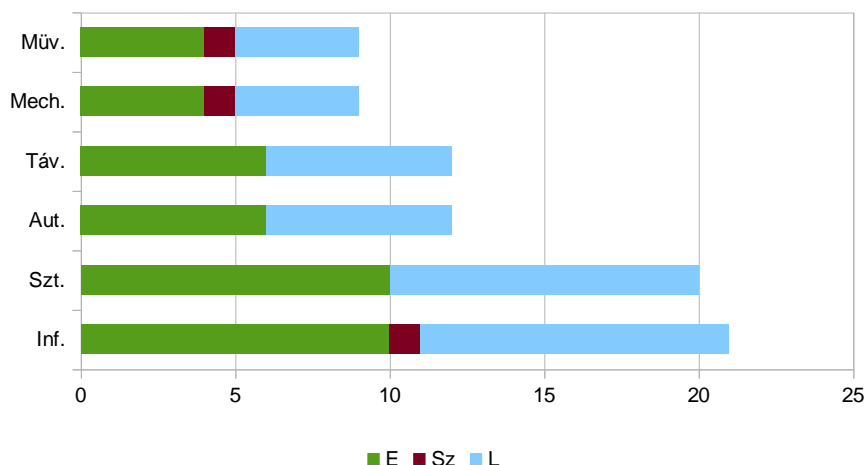
A programozás-oktatásalapozó jellegű tárgy. Feladata megtanítani a diákoknak a programozással kapcsolatos alapvető fogalmakat (érték, változó, művelet, kifejezés, feltételes utasítások, ciklusok, adatszerkezetek, függvények, modularizálás, stb), rávezetni őket az algoritmikusgondolkodásra. Az elsajátítandó kompetenciák között megemlíthetjük a „belső ábrázolások” megértését, a változó mennyiségek felismerését és absztrahálását, a változások számítógép segítségével modellezhető folyamatokkal történő leírását. Meg kell teremteni az alapvető részfeladatok felismerésének alapjait, a tárgy teljesítésekor a diáknak képesnek kell lennie egy komplex feladat részfeladatokra bontására, absztrakt, vagy akár a valós életből vett feladatok algoritmizálására. Meg kell határozni egy konkrét programozási nyelvet (jelen esetben a C programozási nyelv), melynek segítségével fel tudják mérni az előrehaladásukat.

A tantárgy célja kettős, dualitását az elméleti (informatika) és a mérnöki szakok közötti gondolkodási stratégiák és alkalmazási területek közti különbségekben kell keresni. A programozás informatikusok számára eszköz, a mérnöki szakok számára a magasabb szintű tárgyak fogalom. Az ismeretek elsajátítása kategorikusan szükséges a tanulmányok folytatásához. A tárgy „alapozó” jelzője a későbbiekben tanult tárgyak számára felépített absztrakciós bázis szerepét játszó jellegére utal. A mérnöki szakokon a programozás funkcionalitása segédeszközként határozható meg. Általánosan megfogalmazva a megszerzett ismeretek felhasználása gyakrabban történik közvetlen módon. Ugyanakkor, az 1. táblázat adatait megfigyelve megállapítható, hogy a súlypont a különböző mérnöki szakok orientáltságától függően eltolódhat, ezáltal hangsúlyosabbá

	P. 1			P. 2			O. O. P.			F. P. Ny.			Web P.		
	E	Sz	L	E	Sz	L	E	Sz	L	E	Sz	L	E	Sz	L
Inf.	2	1	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Szt.	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Aut.	2	0	2	2	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0
Táv.	2	0	2	2	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0
Mech.	2	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Műv.	2	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1. Táblázat: Programozás-órák a Sapientia EMTE-n

teheti a megszerzett ismeretek kontextuális fontosságát. Például számítástechnika szakon a tanult programozás-jellegű tárgyak jelenléte hangsúlyozottabb, mint a számítógépes művelettervezés és gyártásirányítás szak curriculumába beépítettek esetén. Kijelenthető, hogy az alapvető programozási ismeretek előbbiek esetében sokkal változatosabb felhasználási területeket implikálnak, ezért elsajátításuk fontossága fokozottabban kiemelt.



Az egyetemi oktatásra jelentkező diákok programozási tudásának differenciáltsága miatt egyes tanulmányi csoportok alakultak ki a programozás tárgyat tanulók között. Ez a megoszlás vonatkozik mind az mérnöki szakon tanuló, mind az informatikai képzésre jelentkezett diákokra. Mivel a programozás egységes alapozó tárgyként szerepel a Romániai Felsőoktatási Minőségbiztosítási Hatóság (ARACIS) által akkreditált tantervekben, nem nyílik lehetőség két különböző programozás tárgy meghirdetésére, ami megfelelné a differenciált képzés koncepciójának, ily módon szétválasztva a kezdő és haladó szinten programozókat. 2006-ig egységes programozás-oktatás folyt az egyetemen, a „one-size-fits-all” stratégiát követve. A módszer arra volt kidolgozva, hogy minden diák elsajátítsa az algoritmikus gondolkodás alapjait, és tudja a megoldandó feladatokat C nyelven implementálni. A középszerű színvonal maga után vonta a tárgy iránti érdeklődés csökkenését. A haladó programozók, akik a középiskolában négy évig több mint heti 3 órában tanultak programozni nem találtak kihívást a tantárgy anyagában, módszereiben. Ezáltal tehetséges diákok programozási tudásának fejlesztése szorult háttérbe, negatívan befolyásolva saját fejlődésüket. Fontos kiemelni, hogy a jelenség nemcsak a mérnöki szakokra vonatkozott, hanem az informatika szakra is, amelynek számos ezt követő tárgya épül a C nyelven való programozásra. A kezdő szintű programozók motivációja hasonló módon csökkent, majd szűnt meg. Az információk kiegyenlített átadása érdekében az oktató olyan szinten tartotta az előadást, mely szint szerinte *elfogadható* volt a haladóknak is, ismeretellenőrzés céljából. A kezdőknél jelentkező frusztráció nagyszámú bukást, tanulmányaik félbeszakítását vonta maga után.

A 2012/13-as tanévben a programozás tárgyat felvevő elsőéves hallgatók megoszlása szakok és a kezdő és haladó csoportok történet beosztás szerint:

Szak/csoport	Kezdők	Haladók
Informatika	26	12
Számítástechnika	13	15
Automatika és alkalmazott informatika	14	12
Távközlés	11	8

Mechatronika	17	7
Számítógépes művelettervezés és gyártásirányítás	15	0
Összesen	96 (64%)	54 (36%)

2. Táblázat: Az elsőéves hallgatók megoszlása a kezdő és haladó csoportok szerint

Megfigyelhető, hogy a számszerű eloszlás szerint van igény a differenciálásra a két tudásszint között (kezdők 64% - haladók 36%). Meg kell említeni a migrációs jelenséget, mely a diákok vándorlását írja le a két szint között. Az átjelentkezés értelmezése kezdő csoportból haladó csoportba az érintett diákok belső motivációjának meglétét igazolja. A fordított irányú folyamatnak kétféle mozgatórugója azonosítható. Egyes esetekben a haladó szint túl magas színvonalú a diáknak, nehézkesen mozog a C nyelvben, mert középiskolában Pascal nyelvet tanult, nincs megfelelő felkészültsége, önértékelése jelzi, hogy ismeretei, képességei szerint a kezdő csoportban sikeresebben fejlesztheti tudását. A másik ok a kényelem: mivel a haladó szinten magasabbak az elvárások, a programozás könnyen teljesíthető tantárgy lesz a haladó programozási ismeretekkel rendelkező diák számára, ha átiratkozik a kezdő csoportba.

Vertikálisan differenciált programozás-oktatás

Az egyetemi közeg anyagi és elvi okokból kifolyólag nem teszi lehetővé a differenciált oktatás lépéseinek teljes adaptálását vegyes hallgatói közönség esetén [1], mégis lehetséges volt egyes engedményeket tenni.

Első lépésben, az aktuális kezdő-haladó problémát megcélözva, létrejött a *vertikálisan differenciált* programozás-oktatás. A módszer két célcsoportot határoz meg, a kevésbé releváns ismeretekkel rendelkező (kezdő), valamint a programozási technikákat már a középiskolai oktatás során vagy egyéb módon elsajátított (haladó) diákokat. A differenciálás lényege a kétféle felkészültség más és más módon történő kezelése a tananyag milyensége (tartalmi differenciálás) illetve a motiváltság növelésének módszertani alkalmazásában. Ez utóbbi figyelembe veszi a már meglévő kognitív struktúrákat, az ismeretszintnek megfelelően kiválasztott módszereket alkalmazva adja át az elméleti ismeretanyagot (folyamat differenciálása) [1].

A kezdők számára kialakított előadásforma az alapok elsajátítására koncentrál. Az új ismeretek jelentős része lexikális jellegű, alapfogalmakból, definíciókból áll. Ilyen esetben a követendő irány a fogalmak pontos tisztázása, az ismeretanyag osztályozása, mindenki számára érthetővé tétele. A logikai konstrukció fontossága miatt sok esetben nem kapnak helyet a figyelem felkeltését elősegítő módszerek így a gyenge belső motivációval rendelkező diákok legjobb esetben is csak *bemagolják* az előadás tartalmát. Az így elsajátított tudás passzív, a taxonómiai elmélet szerint nem éri el azt a tudatossági szintet, amely legalább a felidézést, utánzást biztosítaná [14]. Az ismeretanyag megértés alapú elsajátítását célzó módszerek minden esetben a diák aktivizálását, motivációs szintjének növelését célozzák meg. A kezdő csoport programozás-oktatási metodikája a figyelemfelkeltést a módszer érdekességével próbálja elérni. A megcélzott terület általánosan egy érdekes alkalmazás vagy egy szemléletes bemutató segítségével van bevezetve. Ilyen módszer például a ciklus futásának ritmikus bemutatása [15], a rendezési algoritmusokat szemléltető algoritmustánc-gyűjtemény [16], a rekurzivitást szerepjátékkal bemutató gyakorlat [17]. Ezek az *eszközök* az alapismeretek hiányában a multiszenzoros tanulási-tanítási módszereket hívják segítségül, általuk az „egész test” tanul [15].

A tanulmányok alapján kijelenthető, hogy a kezdő szinten tartott programozás-oktatási folyamatban a nagyobb hangsúlyt, a tudományosság keretein belül, az ismeretek rögzítésének *miért*-jére kell fektetni [15,16,17]. Elsődlegesen a ritmusosság felismertetése, másodlagosan az auditív, vizuális és mozgáskoordinációs ingerek használhatóak fel, mint asszociációs mechanizmus-serkentő elemek. Ugyancsak kedvező hatást érhetnek el a játékos, az elmélet humanizálására építő pedagógiai eszközök. A multiszenzoros tanulást promováló rendszer bevezetése feltehetőleg megfelel az programozás-elmélet alapszintről történő felépítésének.

A kezdeti differenciálási folyamat során a haladók számára felállított oktatási rendszer a C nyelv mélyebb megismerését célozta. Habár úgy tűnik, hogy jóval átfogóbb és kiforrottabb algoritmikai gondolkodással rendelkeznek, mint kezdő szaktársaik, nem szabad megfeledkezni arról a tényről, hogy az iskolai informatika-oktatás színvonala tanintézményenként változó, a haladó programozási ismeretek nem biztosítják kimondottan a C nyelv alapos ismeretét. Ennek oka az előbb említett, iskolák közötti különbségben keresendő, másfelől minden középiskolai tanár szabadon választhat a Pascal vagy a C/C++ nyelv oktatása között.

Az eddigi tapasztalatok szerint a haladó szintre iratkozó diákok algoritmikai tudása kiemelkedő, de gyakran feladat-specifikus. Az alapozó ismeretek hiányát általában az interneten fellelhető információkkal fedik el, ám sokszor elemi feladatok megoldása közben ütköznek nehézségekbe. Ebből az okból kifolyólag felül kell vizsgálni az ismeretrendszerüket, ki kell pótolni az esetleges szisztematikus réseket.

A programozást haladó szinten tanuló diákok számára 2010 óta a „challenge-based” tanulási stratégia alapján van felépítve az előadás. A kihívás, melynek szerepe a motiváció erősítése, feladatok formájában van megfogalmazva. Minden feladat a programozás alapjainak és a C nyelv specifikus elemeinek egy-egy fejezetét vezeti fel. A felfedeztetés, mint módszer a modern pedagógia egyik alapvető összetevője. Alkalmazása során különös figyelmet kell fordítani a válaszreakciókra, mivel az egyetemi előadás hallgatóinak személyes megismerése, képességeik direkt felmérése nehezen kivitelezhető. A visszacsatoló funkció figyelmen kívül hagyása fokozhatja az esélyegyenlőtlenséget, előnyben részesítve azokat, akik már rendelkeznek a szükséges kognitív struktúrákkal vagy intuícióval, ami a megoldási folyamatot elősegíti [12]. Az említett módszerre alapozó oktatási folyamat potenciális negatív kimenetelét figyelembe véve, a feladatok inkább a motiváció fokozására, nem pedig a közvetlen ismeretek felfedezésére kell, hogy irányuljanak. Az rendszerezett programozási és C nyelvi ismeretek átadása a kitűzött feladat által implikált adatszerkezetek, folyamatok, módszerek azonosításán keresztül történik.

A haladó programozás-előadás megszervezésének és lefolyásának a forгатókönyve általánosan a következőképpen néz ki.

1. Az előadó felvet egy algoritmikailag kihívást jelentő feladatot. Az első előadás feladata (kétszemélyes játék): Adott egy $2n$ elemű természetes számsorozat. Két játékos felváltva választ számot a sorozat valamelyik végéről. Az nyer, aki a nagyobb összeget szedi össze. Implementáljunk olyan stratégiát a számítógép részére, hogy, amennyiben ez kezd, semmiképpen ne veszítsen.
2. Az esélykiegyenlítés miatt, a tulajdonképpeni megvitatás előtt pár perc szünet következik, amikor a hallgatók elmélkednek, gondolkodnak a feladat lehetséges megoldási algoritmusán.

3. Irányított felfedeztetéssel a diákok eljutathatók a megoldási algoritmushoz. Haladó programozóknál fontos kérdéskör a feladat megoldásaként meghatározott algoritmus optimalizálása, a diákok már meglévő ismeretei alapján. A példafeladat esetében a hallgatók arra az ötletre kell, hogy rájöjjenek, hogy a kezdő játékos megteheti, hogy csak a páros, vagy csak a páratlan pozíciókban lévő elemeket gyűjti össze. Nyilván azt a stratégiát választja, amelyik a nagyobb összeg megszerzéséhez vezet.
4. Az implementációs kérdéskör képezi az előadás azon részét, ahol fel lehet építeni a szükséges elméleti fogalomrendszert. A feladatsor úgy lett megválasztva, hogy „árnyékukban” az előadó áttekinti a hallgatókkal a C nyelvet. Haladó ismeretekkel rendelkező hallgatókról lévén szó, ki lehet térni a C nyelv érdekességeire, különleges lehetőségeire. Az előbbi példafeladat kapcsán bemutatott C nyelvi elemek: memória-változó (alaptípusok, típusmódosítók, tömbök), I/O műveletek (*scanf*, *printf*), utasítások (kifejezés-utasítás, döntési utasítások (*if*), ciklusutasítások („klasszikus” *for*).

Az előadás sikerének esetén a laborfeladat, mely a már ismert feladat implementálása, nem támaszt különösebb nehézségeket a diákok előtt. A kihívás fenntartása érdekében lehetőség van a személyes sikerélmény növelésére a laborgyakorlatokon is. Az előadáson felvetett feladat mellett minden alkalommal meg van fogalmazva legalább egy feladat, ami nem a beidegzett módszerek monoton gyakorlására, hanem sokkal inkább a gondolkodásra hat serkentően. A kiegészítő feladatok minden esetben pontjutalommal járnak.

A tapasztalatok szerint a haladó programozási felkészítés nagyban elősegíti az iskolában/autodidakta módon felépített tudás rendszerezését. Azok a diákok, akik kitaranak az tudásuk elmélyítésének, metakogníciójuk fejlesztésének irányvonalán, elegendő kihívást kapnak az egyetemen alkalmazott feladatorientált haladó oktatástól motivációjuk fenntartásához.

Horizontálisan differenciált programozás-oktatás

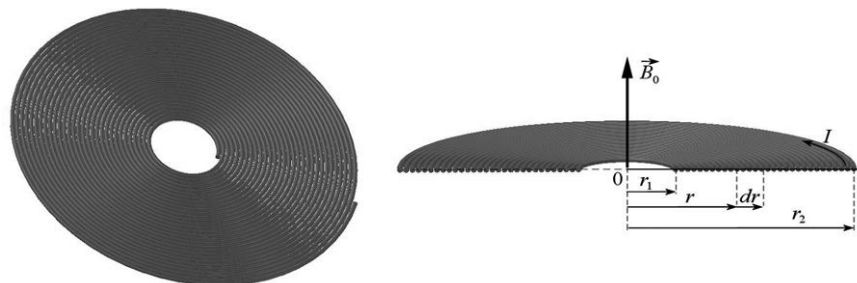
A kezdő-haladó felbontás mellett kialakulóban van egy *horizontális differenciálási* módszer, melynek célja a mérnöki és az elméleti szakokon tanuló diákoknak számukra releváns gyakorlati feladatokat megfogalmazni. A kezdeményezés a „context-based” tanulási elv és az „Science-Technology-Society” filozófia tanulmányozása nyomán jelent meg [4,9,10].

Az implementálás során a tanszékek, melyekhez az illető szak tartozik, felvet egy-két lehetséges problémát. Az informatika szakhoz inkább a matematikai beállítottságú problémák közelítenek, ezek algoritmizálása a diák feladata. A mérnöki szakok számára jelenleg a mechanika, a villamosságtan, az elektromosságtan területéről érkeznek programozási készségeket fejlesztő feladatok. Ezek mind előadáson, mind laborgyakorlatokon kitűzhető feladatok. Mégis, az előadási anyag egységes bemutathatóságának szem előtt tartásával javasolt, hogy felvezetésük inkább a laborgyakorlat része legyen.

A következőkben egy elektromosságtanhoz tartozó feladat kerül bemutatásra, melyet specifikusan a programozás-oktatásra fogalmaztak meg (dr. Kenéz Lajos, Sapientia EMTE Műszaki és Humántudományok Kar, Marosvásárhely, Villamosmérnöki Tanszék).

Kenéz-kalap: Határozzuk meg egy síkban elhelyezkedő, állandó menetemelkedésű, N menetből álló spirális tekerces (palacsintatekerces) mágneses terének indukciójának el-

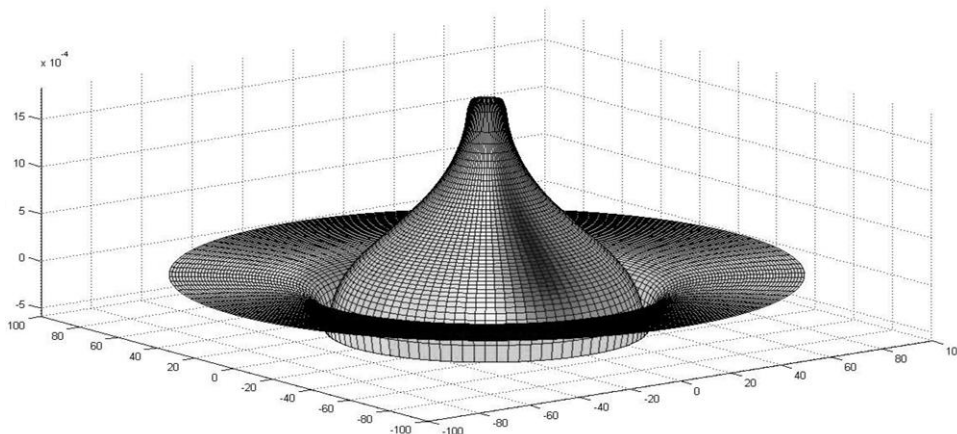
oszlását a spirál síkjában. Legyen a spirális belső átmérője r_1 és külső átmérője r_2 és egy menetében folyó áram erőssége I . A kapott eredményeket ábrázoljuk MatLab-ban.



2. Ábra: A palacsintatekeres és a használt jelölések

A feladat teljes megadása magába foglalja a fizikai jelenség hátterét (körvezetők mágneses terére vonatkozó szabályok, a szükséges képletek) és ennek magyarázatát. Nagyon fontos az elméleti leírás pontos és közérthető volta, valamint a jelenségeket leíró magyarázatok részletessége, mivel az itt található információk hivatottak felkelteni a diák szakmai érdeklődését.

A feladat megoldásának lépései megegyeznek a klasszikus feladatmegoldás által előírtakkal: megértés, algoritmizálás, implementálás. A megértés, jellegét tekintve szakmai teljesítmény, az erre irányuló motivációs intenzitás fokozása a megfogalmazásban rejlik. Az algoritmizálás során szét kell választani a részfeladatokat, az általánosítható folyamatokat és a specifikus számításokat. A tulajdonképpeni program ez esetben egy paraméterek függvényében kapott számsor. Ennek „szárazságát” hivatott feloldani a modellező rész, melyben a diáknak ábrázolnia kell a kapott eredményeket. Az ábrázolás a feladat alkalmazásának során a legnagyobb sikerélményt nyújtó cselekvés. Szakmai szempontból tekintve az eredmények együttes ábrázolására, új összefüggések felismerésére nyílik lehetőség.



3. Ábra: A mágneses tér indukciójának eloszlása a palacsintatekeres síkjában – a Kenéz-kalap

A bemutatott gyakorlati alkalmazás értékelése kiemeli az elméleti ismeretek mellett a vizuális elemek fontosságát, ezek motivációs hatását. Hangsúlyozni kell azonban, hogy az alkalmazott pedagógiai módszerben az aktivizáció folyamatának középpontjában a szakmai kihívás áll.

A feladat szemlélteti a programozás szak-specifikus alkalmazási lehetőségeit, kiemelve a horizontális differenciálás módszerének hatékonyságát.

Következtetések

A bemutatott és alkalmazott differenciált oktatási módszerek hatékonysági analízise további kutatások témáját képezi. Az eddig levonható következtetések egyelőre empirikus jelleggel bírnak. Az alkalmazás során felállított hipotézis-rendszer a közvetlen visszacsatolások hatására értékelődik ki és változik.

Az egyetemen minden év végén diákok között végzett felmérés képezi jelenleg a legbiztosabb visszajelzést. Ennek értelmében a Matematika-Informatika Tanszék differenciált módszereket implementáló „Programozás és programozási nyelvek I” előadása a 2011/2012-es tanévben a legkedveltebb előadás volt a tárgyat tanuló diákok körében. (1.31-es értékelést kapott az 1..5 skálán; 1: nagyon kedvelt, 5: egyáltalán nem kedvelt).

A várakozások szerint, extrapolálva a megfigyelt reakciókat a két bemutatott differenciálási módszer elő fogja segíteni a programozás tanítás-tanulás folyamat hatékonyságának növelését. Az implementálás jelenlegi állása mindenképpen pozitív fejlődési irányt vázol fel, a diákközpon-tú oktatás újabb sikeres alkalmazásaként.

Bibliográfia

1. Tomlinson, C. A.: *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms (2nd ed.)*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA (2001)
2. Heacox, D.: *Differentiating instruction in the regular classroom: How to reach and teach all learners, Grades 3-12*. Free Spirit Publishing, Minneapolis, MN (2002)
3. T.H. Williams-Black, J.P. Bailey, P.D. Coleman Lawson: *Differentiated Instruction: Are University Reading Professors Implementing It?*. The Reading Matrix, 10 (2001) 1. (2010) 45-54
4. J. Bennett, S. Hogarth, F. Lubben. *A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science. Version 1.1*. In: Research Evidence in Education Library, EPPI Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, London (2003)
5. C. Tang, P. Lai, W. Tang, H. Davies, S. Frankland, K. Oldfield, M. Walters, M.L. Ng, P. Tse, G. Taylor, A. Tiwari, M. Yim, E. Yuen: *Developing a context-based PBL model*. In: J. Conway, R. Fisher, L. Sheridan-Burns and G. Ryan (Eds.) *Research and Development in Problem Based Learning: Integrity, innovation, integration*, Vol. 4 (1997) 579-595
6. M.E. Uguroglu, H.J. Walberg: *Motivation and achievement: A quantitative syntheses*. American Educational Research Journal, 16 (1979) 4. American Educational Research Association (1979) 375–389
7. Bruinsma, M.: *Effectiveness of higher education. Factors that determine outcomes of university education*. GION/COWOG, Groningen (2003)
8. C. Tulbure: *Intensifying the intrinsic motivation by differentiating the teaching strategies in higher education*. Bulletin of the Transilvania University of Brasov VII. 4. (53) 2 (2011) 97-102

9. G.S. Aikenhead: *What is STS science teaching?*. In: Solomon, J. & G. Aikenhead (ed.), *STS Education: International Perspectives in Reform*, Teacher's College Press, New York (1994)
10. R. Mamlok-Naaman: *How can we motivate high school students to study science?*. *Science Education International*, 22 (2011) 1. ICASE (2011) 5-17
11. Comenius, *Didactica Magna*.
12. I. Falus (ed.): *Didaktika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (1998)
13. *Science, Technology and Society*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Science, technology and society](http://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology_and_society)
14. D.R. Krathwohl: *A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview*. *Theory Into Practice*, 41 (2002) 4. Taylor & Francis Group (2002) 212-218
15. Z. Kátai, K. Juhász, A.K. Adorjáni: *On the role of senses in education*. *Computers & Education* 51, Elsevier (2008) 1707-1717
16. Z. Kátai, L. Tóth: *Technologically and artistically enhanced multi-sensory computer-programming education*. *Teaching and Teacher Education* 26, Elsevier (2010) 244–251
17. Z. Kátai: *Multi-Sensory Method for Teaching-Learning Recursion*. *Computer Applications in Engineering Education* 19 (2008) 2. Wiley (2008) 234–243