

Kutatási beszámoló

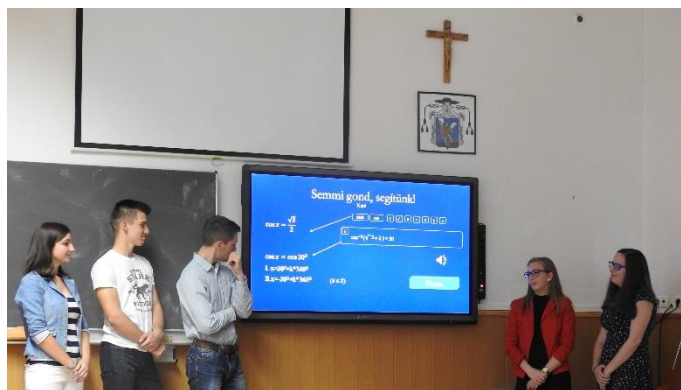
az „Út a Tudományhoz” programon belül megvalósult UT-2017-0001 számú tanulói kutatásról

1. Elvégzett tevékenységek, eredmények

Iskolámban, a Premontrei Rendi Szent Norbert Gimnáziumban két tanéven át dolgozott az Út a Tudományhoz program keretében egy négy főből álló kutatócsoport, melynek matematika szakos tanárként én voltam a vezetője. A 2016/2017-es tanévben öt tizenegyedikes tanítványom vállalkozott közös kutatásra: Timár Anna Zorica, Skrapits Róbert Ágoston és Gazdag Mátyás 11.A osztályos, Kiss Cintia 11.B osztályos és Rojik Petra Rita 11.D osztályos diákok. A 2017/2018-as tanévben lehetőség nyílt a folytatására. 2017 őszén nagy vonalakban megterveztük a kutatás tevékenységeit. Mivel tudtuk, hogy a pályázat elfogadásáról csak 2018 elején értesülünk, ezért tevékenységeinket úgy terveztük, hogy a legaktívabb munka a második félévben kezdődjön. Az ütemezés jónak bizonyult, a kutatás közben adódtak ugyan apró változások, de tervezett tevékenységeink mindegyikét megvalósítottuk valamilyen formában – erre számítottunk is az előző évi kutatások alapján.

Csak legutolsó tevékenységünkre, a záró előadásra nem jutott idő – viszont a tervezett tevékenységeken felül számológéptípusok vizsgálatával, tanári interjúkkal bővítettük a kutatást.

A kezdeti tervek közt nem szerepelt az októberi előadásunk sem. Mivel iskolánk az Oktatási Hivatal Bázisintézménye, ezért októberben bázisintézményi programként volt lehetőségünk a régió, azaz Vas és Zala megye érdeklődő tanárai előtt bemutatni az eddigi három kutatás



menetét, eredményeit, illetve az ideit, negyedik kutatásunk terveit. Az érdeklődő tanárok –

főképp iskolánk tanárai, de nem csak matematika szakosok voltak jelen– az előadás végén kérdéseikre válasz kaptak.

Tizenegyedik és tizenkettedik osztályosokra terveztük a kutatást, az eddigi kutatások arra mutattak, hogy nem egy matematikai témakört, hanem a tanulók eszközhasználatát fogjuk megvizsgálni. Így a számológép mellett az érettségien engedélyezett másik segédeszköz, a függvény táblázat használatának hibáit is bevontuk a kutatásba.

Döntésünk fő okai:

- az eddigi kutatások által kimutatott hibák legnagyobb része számológép-használattal kapcsolatos hiba volt.
- e témakörben kevésbé vitatható lesz a hibák csoportosítása
- a típushibák a számolási eredmények alapján jól felismerhetők lesznek
- a megoldáshoz nem tartoznak ábrák vagy elméleti jellegű szöveges részek, melyeket nehéz lenne összehasonlítani.
- sok olyan típusfeladat van a témakörben, melyek megoldását rutinszerűen kellene tudni a tanulóknak
- tanári tapasztalat, hogy a diákok egy része emiatt nem sikeres az érettségien

A kutatás kezdetén tanácskoztam Tóth László mérési szakértővel, a Pedagógiai Szolgáltató és Kutató Központ kutatójával, ő volt külső segítőnk az előző három tanévben is, a munkámban idén is végig tanácsokkal, javaslatokkal segített. Megvitattam vele az előző évi kutatás tapasztalatait, válaszoltam az új tervet, s ő a tervezett tevékenységeken kívül még két fontos megfigyelési célt adott nekünk – az iskolában tanító matematikatanárok eszközhasználatával kapcsolatos munkájának felmérését és a számológépfajták szerint végzendő vizsgálatokat.

A kutatócsoport vezetőjeként több elméleti foglalkozást tartottam, az egyiken a tanulók számológép-használatával kapcsolatos tapasztalataimat mondtam el, a várható hibákat részletezve, ezeket pár konkrét feladat révén átbeszéltük, egy másikon pedig némi kutatómódszertani ismeretek mellett elmondtam, hogy milyen javaslatokat tett a PSzK szakértője, Tóth László a kutatás folytatásához. Szó esett arról is, hogy mely szoftverek hogyan segítenek majd a munkánkban.

Idén is azt terveztük, hogy már megírt iskolai dolgozatok alapján a feladatmegoldásokban típushibákat figyeltünk meg, s ezeket jól kimutató feladatokat készítünk.

Ezt a szakaszt a kutató diákok szinte teljesen önállóan valósították meg, több verziót megvitattak, átírtak. Elmondtam, hogy tanárként az eszközhasználat okát főképp a műveleti

sorrendre és a számológép szintaktikájára vonatkozó felületes tudásban látom. A kutató diákok ezeket a hiányosságokat egyértelműen kimutató feladatokat készítettek. Felhasználtuk az előző tanévi kutatás azon tapasztalatát, hogy a feladatsor állhat akár aránylag sok feladatból is, ha nem várjuk el az összes feladat megoldását. Szakértő külső segítők, Tóth László javaslatára már az előző tanévben is kipróbáltuk, hogy semmilyen módon nem különböztettük meg a nehezebb és a könnyebb feladatokat. Az idén is sok feladatot adtunk, nehezedő sorrendben adtuk a feladatokat, ezáltal a tanulók munkatempójáról, a tudásszintjéről és több más tényezőről is információt várhattunk. Ennek megfelelően a feladatsort megoldó tanulókkal közöltük a következőket:

- a tesztlapot diákok értékelik, név nélkül kell megírniuk
- az eszközhasználatot fogjuk vizsgálni, a feladatlagra rá kell írni számológépük típusát
- bármelyik feladatot ki lehet hagyni
- nem várjuk, hogy az adott időben végigérjenek a teljes feladatsoron.

Osztály: 12.C Számológép pontos márkája és típusa: Casio fx-220 Plus

Oldd meg az alábbi feladatokat számológép és függvénytábla segítségével!
A végeredményeket három tizedes pontossággal add meg!

1) Számítsd ki a számológépeddel!

a) $\operatorname{tg} 132^\circ = \dots$ 1,4119 ✓

b) $\lg 200 = \dots$ 2,301 ✓

(N) c) $7,1^{-4} = \dots$ 3,935 · 10⁻⁴ ✓

(X) d) $\frac{3 + \frac{3}{-0,2}}{-0,4 - (-1,1)} = \dots$ ~~10 + 1,5 = 11,5~~ ✓

e) $\sqrt{2 + \frac{7}{3}} = \dots$ 2,082 ✓

(X) f) $\sin \alpha = 0,66$
 $\alpha = \dots$ ~~...~~ ✓

Iskolánkban előkészítettük a feladatsorok megoldását, a tizenegyedik és tizenkettedik osztályok órarendjében a nem szakszerűen helyettesített tanórákon terveztük megírni a feladatlaponkat, de amikor a matematikatanárok ezt megtudták, felajánlották, hogy végzős csoportjaikban saját tanórájuk alatt megíratták a feladatlapot. Végül sikerült egy napon az iskola összes jelen levő végzős diákjával, összesen 104 tanulóval megírni a feladatsort. A feladatlaponkra rá kell írni osztályukat és a számológépük típusát, a nemüket idén nem kértük ráírni, mert három tanév kutatásai azt mutatták, hogy nincsen szignifikáns különbség a fiúk és lányok hibái között.

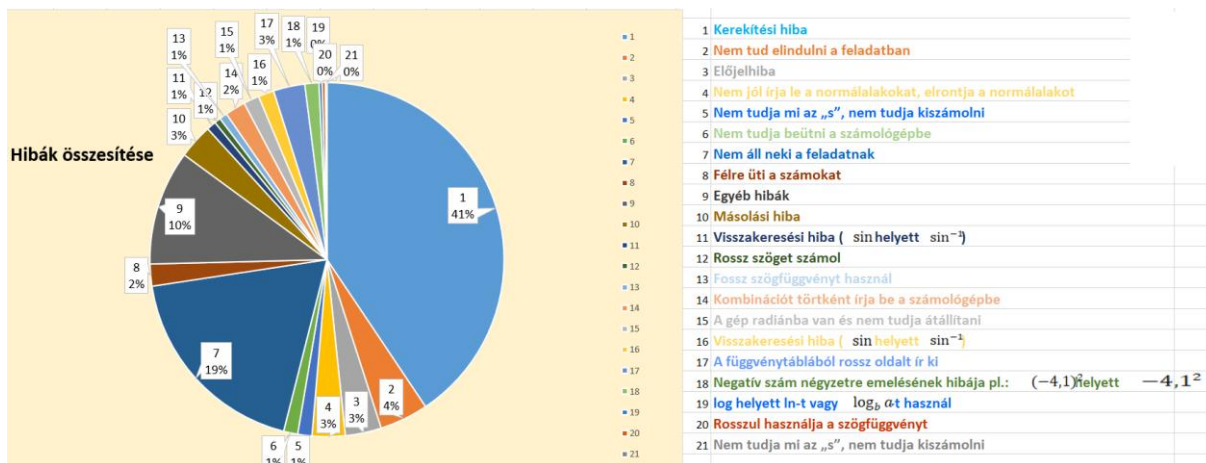
A név nélkül adott feladatmegoldásokat a kutató diákok kóddal látták el, majd javítani kezdték azokat. A feladatsor megírásához középiskolánkban használatos függvénytáblázatot

és számológépet használhattak a tanulók, éppen ezeknek használatát akartuk megfigyelni. 7 diák nem hozta el a tanóra a számológépét, ők a mobiltelefonjuk számológép-alkalmazásával dolgozhattak. A feladatok megoldására 20-25 perc, azaz nagyjából egy kisdolgozatnak megfelelő idő állt rendelkezésre.

Végül 104 tanuló dolgozatát értékelhettük. Ez nem hagyományos tanári javítás volt, hanem a kutató diákok a hibákat megfigyelték, adminisztrálták, majd típusokba próbálták sorolni. Többségüket könnyű volt kategorizálni, ám akadtak olyan hibák is, melyek vitákat váltottak ki, némelyik hibának új kategóriát kellett felvenni. A hibákat idén is kódokkal kezdtük jelölni. A kutatók az egyes tanulók különféle típusú hibáinak mennyiségéből egy táblázatot készítettek. E munkaszakasz azzal zárult, hogy a kijavított és kódszámmal ellátott dolgozatlapok be lettek digitalizálva (szkennelve) és egy internetről elérhető tárhelyen el lettek tárolva.

K	Kerekítési hiba
L	log helyett ln-t vagy $\log_b a$ -t használ
E	Előjelhiba
Z	Nem tesz zárójelet
N	Nem jól írja le a normálalakokat, elrontja a normálalakot
N₂	Nem tud elindulni a feladatban
N₃	Negatív szám négyzetre emelésének hibája pl.: $(-4,1)^2$ helyett $-4,1^2$
V	Visszakeresési hiba (\sin^{-1} helyett csak \sin)
V₂	Visszakeresési hiba (\sin helyett \sin^{-1})
C	Kombinációt törtként írja be a számológépbe
S	Nem tudja mi az „s”, nem tudja kiszámolni
F	Rossz szögfüggvényt használ
F₂	Félre üti a számokat
R	Rosszul használja a szögfüggvényt
R₂	A gép radiánban van és nem tudja átállítani
Sz	Rossz szöveget számol
Sz₂	Nem tudja beütni a számológépbe
O	A függvénytáblából rossz oldalt ír ki
M	Másolási hiba
X	Nem áll neki a feladatnak
H	Egyéb hibák

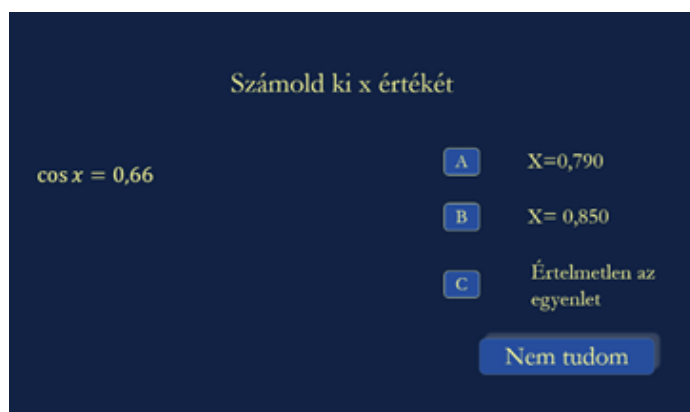
Ezután a hibafajtákat és gyakoriságukat elemezték a csoport tagjai, ebben az Excel szoftver volt segítségükre. A hibák statisztikai mutatóit kiszámították külön a lányok és a fiúk esetében. A fiúk és a lányok hibái nagyjából azonos összetételűek.



A leggyakoribb hibatípus a kerekítési hiba volt, majd az, hogy a feladatban nem tudtak a diákok elindulni, vagy elakadtak. E hibafajták nélkül érdemes tovább vizsgálni a hibák előfordulását. Ezek közt az előjelhiba volt leggyakoribb, nagyarányú volt továbbá a szögfüggvényekkel kapcsolatos többféle hiba is. A következő cél az volt, hogy a hibákhoz illeszkedő fejlesztő feladatok készüljenek.

Emiatt újabb megbeszéléseket tartottunk, ahol az előző évek fejlesztő segédleteit néztük át. Ezek formáját megfelelőnek találtuk, a segédletek külső megjelenését és működését változatlanul akartuk hagyni.

Felfrissítettük azt a tudást, hogy a Power Point szoftvernek milyen szolgáltatásait hogyan lehet használni, hogyan lehet elágazásokat létrehozni és kezelni a diavetítésben. Ezután a vizsgálatoknak megfelelően interaktív Power Point segédlet, melyek



matematikai feladatokat adnak fel a velük dolgozó tanulónak, s egyesével rákérdeznek a megoldás lépéseire. A segédanyag olyan kérdéseket tesznek fel, melyekre több (A, B, C és D) válaszlehetőséget adnak, ezek közül kell kiválasztani a helyeset. Az egyetlen helyes válasz mellett levő hibás válaszokban az előzetesen megírt dolgozatok leggyakoribb hibái jelennek meg. Ha a segédlettel dolgozó tanuló hibás válaszlehetőséget választ egy kérdéshez, a számítógép automatikusan megmagyarázza, hogy mi a hiba a kiválasztott feleletben. A magyarázathoz hanganyag is készült, egyik kutató diák a képernyőn zajló animációval egy időben magyarázza a számológép használatának lépéseit. (A fejlesztő segédlet diavetítési fájlként található a kutatást záró CD-n.)

A tavalyihoz hasonlóan kevés idő maradt a tesztelésre, de ezt négy vállalkozó tizenegyedikes diákkal meg tudtuk oldani. A kutató diákok számológéppel kiszámolandó feladatokat készítettek, ezek olyan feladatok voltak, amelyekre a fejlesztő segédlet felkészít. Mindegyik tizenegyedikes tanuló papíron megoldott ilyen feladatokat, utána egy laptop mellé ült és dolgozott a fejlesztő segédlettel, majd papíron megoldott újabb feladatokat (ezek hasonlóak voltak az elsőkhöz). A tapasztalatok alapján a másodikként írt feladatmegoldásoknál mindegyik tanuló esetén fejlődés mutatkozott.

A kis számú tesztadat miatt nem lehet ugyan megalapozott kijelentést tenni, de nyilvánvalóan biztató a két pozitív teszteredmény.

Külső segítőnk, Tóth László tanácsára az egyes számológéptípusokra vonatkozó vizsgálatot is végeztünk, ennek eredménye a beszámoló végén mellékletként olvasható.

Szintén Tóth László javasolta, hogy a kutatást tegyük teljessé azzal, hogy kiderítjük, miként oktatják az eszközhasználatot az iskolánkban tanító matematikatanárok. Ehhez öt kérdést tettünk fel az iskola matematikatanárainak, és összehasonlítottuk válaszaikat. Ennek eredménye a beszámoló végén második mellékletként olvasható.

A PSzK-val kötött megállapodásunk lehetővé teszi, hogy igény szerint a megye matematikatanárai előtt is bemutatjuk a kutatást, erre az iskolaév vége miatt szeptemberben kerülhet sor, és a tavalyelőtti érdektelenségre való tekintettel igényfelmérés fogja megelőzni.

Kutatásunkról többféle stílusban írtam beszámolót, zurnalisztikus stílusú cikk jelenik meg munkánkról több internetes újságban, egy cikk az iskolai évkönyvben, ez a részletes szakmai cikk pedig iskolánk honlapján, a megyei matematika szaktanácsadó kommunikációs lapján, a saját honlapomon, valamint a PSzK honlapján jelenik meg.

2. Megjegyzések a kutatás kapcsán

Miért van szükség erre a kutatásra? A középiskolai matematikaoktatásban eddig három kutatást végeztünk (*Másodfokú egyenletek* témaköre, *Hatvány, gyök, logaritmus*, valamint a *Trigonometrikus egyenletek* témaköre), és mindegyiknél nagy számban figyeltük meg az eszközhasználat hibáit. A tanárok azt mondják, hogy aki a számológép és a függvénytáblázat használatát jól elsajátítja, úgy érezheti, mintha két tanár súgna neki folyamatosan a dolgozatoknál és az érettségi vizsgán. Egyfelől tehát az eszközhasználati kompetencia fejlesztését céloztuk meg kutatásunkkal.

Másfelől sok idő veszne el a tizenkettedikes ismétlésénél, ha a tanár megfelelő szintre akarja hozni a tanulókat eszközhasználatból. Ezt a gondot is segít megoldani egy olyan digitális segédlet, mely segít a hiányzó tudás megszerzésében, felfrissítésében.

Amikor a kutató diákok közösen dolgoztak, az együttműködéssel kapcsolatos kompetenciájuk fejlődött, a feladatkészítés pedig komplex rálátást igényelt a feladatsorban megjelenő tananyagrészekre. Hogy a tanulók másokkal meg akarnak tanítani valamit, ez a témához kapcsolódó attitűdökre is pozitív hatással van. A tanulók az iskolán belül a tizenkettedik osztályosokkal is kapcsolatot teremtettek, kutatásukkal az ő attitűdjüket is befolyásolták.

A kutatás folytatását diákcsoporttal és saját kutatásként is tervezem, ennek egyik célja lesz a kutatócsoportban született fejlesztések további tesztelése, illetve további hasonló segédletek készítése. Tapasztalat: a hibák megfigyelése mellett nagyobb szerepet kell kapnia annak is, hogy milyen feladatokat sikerül hibátlanul megoldani, illetve melyeken nem tudnak elindulni a feladatmegoldók.

3. Melléklet: A tanulónál előforduló számológéptípusok összehasonlítása

A tesztfeladatsort megoldó tanulók mindegyikének meg kellett adnia számológépének típusát a tesztlap tetején.

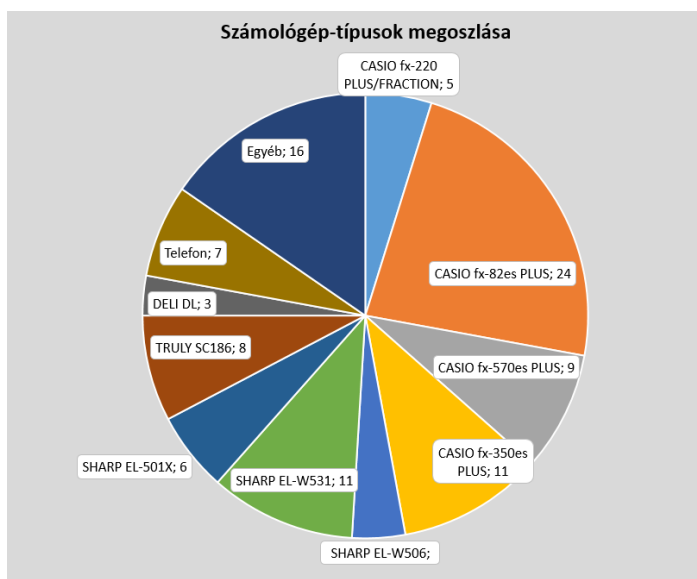
Kilenc nagy csoportot tudtuk megkülönböztetni a gyakrabban előforduló számológéptípusok alapján.

A diákok egy része nem hozott számológépet a matematikaóraára, emiatt elfogadtuk, hogy ők a mobiltelefonon levő számológép alkalmazással számoljanak. (Ez az érettségien nem megengedett!)

Tapasztaltuk, hogy vannak olyan gépek, melyeken semmilyen típusra vagy gyártóra utaló jelzés nincs. Voltak olyan típusok, melyek csak egy vagy két tanulónál fordultak elő, valamint volt olyan diák is, aki elviccelte a gép típusára vonatkozó választ. Ez utóbbi néhány esetet az „*egyéb típus*” kategóriába soroltuk.

A feladatmegoldások kiértékelése során külön számításokat végeztünk az egyes géptípusokra, az előforduló hibák száma a telefonon számológép esetében volt a legnagyobb, és azokon a gépeken volt a legkisebb, amelyekbe a tanulók törtes és gyökös formában is be tudták vinni az adatokat. Ez logikus is, hiszen a zárójelek és gyökök esetén a helyes műveleti sorrendről a gép gondoskodik. Ezek a gépek a végeredmények kijelzésében is nagy segítséget adnak, mert az egészek gyökeit és a racionális számokat nem tizedestörtként, hanem algebrai módon kezelik, ilyen formájú eredményeket írnak ki.

Itt következik a kilenc leggyakoribb számológéptípus képe és neve, alatta pedig az, hogy az ilyen gépet használó tanulók átlagosan hány hibát követtek el a feladatmegoldások során.

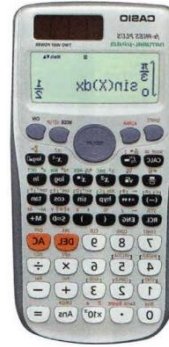




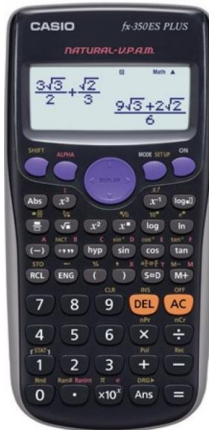
CASIO fx-220 PLUS
9,8 hiba átlagosan



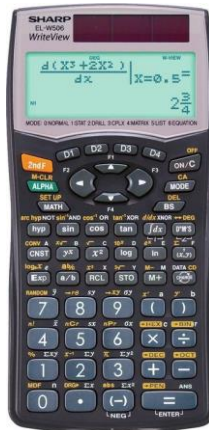
CASIO fx-82es PLUS
5,7 hiba átlagosan



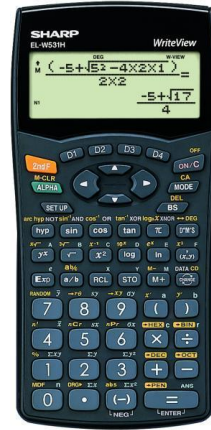
CASIO fx-570es PLUS
5,3 hiba átlagosan



CASIO fx-350es PLUS
6,2 hiba átlagosan



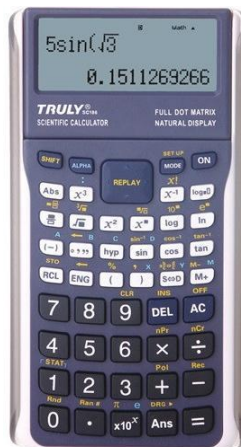
SHARP EL-W506
6,5 hiba átlagosan



SHARP EL-W531
5,8 hiba átlagosan



SHARP EL-501X
6,8 hiba átlagosan



TRULY SC186
7,8 hiba átlagosan



DELI DL-1710
8,7 hiba átlagosan

Mobiltelefonokon 10, egyéb típusú számológépeken 6,6 hibát követtek el átlagosan a feladatsort megoldó tanulók.

A telefont használók esetében elképzelhető, hogy egyszeri feledékenység miatt nem volt számológépük, de a szaktanárok tapasztalata az, hogy a kevésbé igénykő diákok közt sok olyan van, aki nem törődik sem a tanulással, sem az eszközeivel. Emiatt nagyobb esélye van, hogy egy számológépet nem hozó diák amúgy is gyenge matematikából, s emiatt is többet hibázik.

4. Melléklet: Tanári interjúk a matematikai eszközhasználatról

Iskolánkban a mellékelt ábrán látható függvénytáblázatot használjuk, de más függvénytáblázat alkalmazását is engedélyezzük a tanulóknak.

Matematikai, fizikai, kémiai összefüggések - Négyjegyű függvénytáblázatok

Szerző neve: Dr. Hortobágyi István-dr. Rajkovits Zsuzsanna-dr Wajand Judit

Kiadó: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet

A számológépek típusára a szaktanárok nem tesznek megkötést, csak javaslatot adnak. A tudományos gépek alkalmazására iskolánkban először tizedik osztály második félévében van szükség, a trigonometria témakörnél.

Külső szakértőnk, Tóth László vetette fel a kutatással kapcsolatban, hogy az eszközhasználat vizsgálata akkor teljes, ha felmérjük, hogy az iskolában tanító tanárok mennyire tartják fontosnak az eszközhasználat oktatását, illetve hogy ehhez milyen módszereket alkalmaznak. Iskolánkban négy matematikatanárt kérdeztük meg ezzel kapcsolatban. A kérdéseket a kutatásvezető tette fel kollégáinak, és három kollégájával együtt ő maga is válaszolt.



Kérdések a matematika szakos tanároknak:

1. Milyen formában és milyen helyzetekben használtatok függvénytáblázatot a tanórákon?
2. Oktatjátok-e a függvénytábla használatát, és ha igen, milyen módon?
3. Milyen formában és milyen helyzetekben használtatok számológépet a tanórákon?
4. Oktatjátok-e a számológép használatát, és ha igen, milyen módon?
5. Milyen helyzetekben nem engeditek e két eszközt használni (ha van ilyen eset)?

Összegzés:

Négy matematikatanár válaszaiból kiderül, hogy mindannyian fontosnak tartják az eszközök használatának oktatását.

Mind a négy válaszadó tanár alkalmazza az új témakörök tanulásához 11. osztálytól a függvénytáblát és a diákokkal közösen keresik meg a témakörhöz tartozó képleteket. 11. osztálytól hasznosnak tartják a függvénytábla használatát a tanórákon, de nem büntetik, ha a tanulók nem hozzák el a tanórára.

A függvénytábla képlettárának felépítését nem tanítják, ez lehet az oka, hogy a kutatásban sok tanuló kihagyta a nem tanult Ptolemaiosz-tétellel megoldandó feladatot. A függvénytábla képletei között sok olyan van, mely az érettségihez nem szükséges, de a tanulóknak esetleg fontos lenne az a kompetencia, mely segítené őket a nem tanult képletek megtalálásában és értelmezésében.

A számológép alkalmazását is mind a négy tanár támogatja, de, ha nem hozza el a tanuló az órára, nem büntetik. A számológép-használat fontosságát ennek ellenére felfogják a diákok, erre utal, hogy a 104 végzős tanuló közül 97 a számológépével számolt a kutatás feladatlapján, mindössze 7 tanuló használt a számoláshoz (kényszerből) mobiltelefont.

A számológépen minden újabb funkció alkalmazását oktatják a tanárok, ugyanazzal a módszerrel oktatják: a számolást megmutatják a saját gépükön, majd minden tanulónak ki kell számolnia az eredményt a mutatott minta szerint. Mind a négy válaszadó fontosnak tartja, hogy az eltérő szintaktikájú számológépek esetében külön el legyen magyarázva a számolás menete, ezt mindannyian egyéni segítséggel valósítják meg a tanórákon.

Két tanár is említi a másodfokú megoldóképletet és a Pitagorasz-tételt, elvárják a tanulóktól, hogy ezeket fejből tudják. Egy tanár a kéttag négyzetére vonatkozó azonosságok tudását várja el, a negyedik pedig az új képletek tanulásának idején nem használ függvénytáblát. célja, hogy valamennyire rögzüljenek a képletek a diákokban, a későbbiekben könnyebben meg tudják találni, ha a képletek közt keresik.

Zsiros Péter
kutatásvezető
matematika szakos tanár