

## TANÍTÓGÉP ÉPÍTÉSE

1. *Mire jók a tanítógépek?*

Legelőször is szögezzük le, hogy *mire nem jók*. Nem jók arra, hogy pótolják, kiszorítsák a tanárt. Még oktatási vonatkozásban sem. Még kevésbé nevelői vonatkozásban. Tessék elképzelni, mi lett volna, ha MAKARENKO helyett egy gépet állítottak volna a telep élére!

*Mire jók* tehát? Bizonyos oktatási részfeladatoknak a tanulókkal való egyéni foglalkozás formájában való ellátására, és ezáltal a tanár munkájának megkönnyítésére és egyben hatékonyabbá tételére.

Melyek ezek a részfeladatok? Nyilván azok, amelyeket eddig is a cseppet sem hízelt „gépies” elnevezéssel illettünk.

Szerte a világon számos tanítógép-típus van forgalomban. Közülük a leg-egyszerűbbek csupán arra szorítkoznak, hogy kérdéseket adnak fel a tanulónak, és a tanuló válaszáról eldöntik, hogy helyes-e, és ezt rögtön közlik is a tanulóval.

Valamivel bonyolultabb az a gép, amely föl is jegyzi a tanuló válaszait, és így a tanár kezébe dokumentumot ad a tanuló munkájáról.

Többet tesz az a gép, amely a hibás válasz esetén nemcsak a hibáság tényét közli a tanulóval, hanem útmutatást is ad a hiba kiküszöbölésére („gondold meg ezt meg ezt”, „hasonlítsd össze ezzel meg ezzel”, „nézz utána itt meg itt” stb.).

Tovább megy az a gép, amely hibás válasz esetén segédkérdést vagy ezek sorozatát tárja a tanuló elé, s csak ezeknek földolgozása után kanyarodik vissza az eredeti, hibásan megválaszolt kérdésre (vagy tesz föl az eredetivel egyenértékű kérdést).

Az említett típusok mindegyikét kombinálni lehet vizuális és akusztikus berendezésekkel, melyek egy-egy kérdés föltevése előtt magyarázatot, tananyagot közölnek a tanulókkal, tehát a tanári munkát erről az oldalról is kiegészítik, tökéletesítik.

Lehet továbbá ezeket a gépeket elektronikus berendezéshez kapcsolni, amely képes arra, hogy egyszerre, de egymástól függetlenül tanítógépek tucatjait vezérelje (megtartva tehát az egyéni foglalkozás előnyeit) — a tanulók munkájáról pedig a tanár által kívánt szempontok szerint másodpercek alatt kimerítő tájékoztatást adjon.

*Milyen területen* használhatjuk a tanítógépeket? Hazai viszonyainkat tekintve a legnagyobb hasznot alighanem az osztatlan vagy részben osztott iskolákban hajthatnák. Itt ugyanis a tanár egyszerre többnyire csak a teremben jelenlevő tanulók egy részével foglalkozhat, a többieket kénytelen — valamilyen feladattal megbízva — „sorsukra hagyni”. Ha ezen tanulók mindegyikét egy-egy gép önálló és aktív tevékenységre serkentené, akkor e foglalkozások a jelenleginél bizonyára lényegesen nagyobb eredménnyel járnának.

Egy másik terület lenne a levelező tagozatokon tanulóknak a támogatása megvásárolható, vagy hosszabb időre kibérelhető tanítógép segítségével.

További lehetőség: az iskolán kívüli korrepetálás egy részét rá lehetne bízni ilyen gépekre.

A gép képességvizsgálatok céljaira is alkalmas.

Milyen *problémák* merülhetnek föl a tanítógépekkel kapcsolatban? Ehhez ismernünk kell a tanítógépek két fő rendszerét. Az egyiknél a tanuló leírja a választ (saját szavaival), majd a gép megmutatja neki a helyes választ, és ekkor maga a tanuló dönti el, hogy saját válasza helyes-e vagy sem. — A másik szisztéma szerint a gép több kész választ prezentál a kérdés mellé, ezek közül azonban csak az egyik jó, a többi hibás. A tanulónak választania kell a feleletek közül, és a gép dönti el, hogy a helyeset választotta-e vagy sem.

Az első szisztémával kapcsolatban két probléma merül fel: 1. Kérdés, hogy a tanuló minden esetben képes-e elfogulatlanul dönteni afelől, hogy saját válasza összhangban van-e a gép által felmutatott helyes válasszal. 2. A gép vagy nem rögzíti a tanulói döntést, és akkor a tanár kénytelen dolgozatjavításszerűen végigbogarászni a tanuló írásbeli válaszait, vagy pedig a tanuló betáplálja a gépbe saját döntéseit, a gép ezeket összegezi és közli a tanárral; ez viszont nem feltétlenül hitelesen tükrözi a tanuló munkájának eredményességét.

A második szisztéma is két problémát tár elénk: 1. A kész válaszok fölmentik a tanulót attól, hogy önállóan fogalmazza meg a gondolatait. 2. A hibás válaszok jelenléte azzal a veszéllyel fenyeget, hogy a tanuló agyában ezek rögzítődnék a helyes válasz helyett.

A szakirodalom szerint még nem sikerült minden kétséget kizáró módon eldönteni, hogy melyik módszer kínál több előnyt és kevesebb hátrányt. Ismerek nyugati céget, amelyik éppen ezért — kellő üzleti szimattal — mindkét típusnak egy-egy képviselőjét szerepelteti az árjegyzékében.

Ami viszont már minden kétséget kizáróan eldőlt, az az, hogy adott tananyagnak tanítógépekkel kombinált oktatása *rövidebb idő alatt nagyobb eredményre* vezet, mint a hagyományos módszerek. Mindenképpen érdemes tehát foglalkoznunk a kérdéssel.

Mi a *siker titka?* Egyrészt az, hogy *állandó aktivitásra* kényszeríti a tanulót. Nem lehet regényt olvasni a pad alatt, nem lehet kibámulni az ablakon, szunyókálni vagy ábrándozni! A gép könyörtelenül regisztrálja a tevékenységét, sőt — ha ezzel is föl van szerelve — még azt az időt is méri, ami egy-egy tevékenység között eltelt. Ha szabad ezt a szót használni: a gép minden tanárnál nagyobb határfokkal „kizsákmányolja” a tanuló szellemi energiáját. Másrészt annak is köszönhető a siker, hogy a gép *egyénileg* foglalkozik a tanulóval. Közismert, hogy az *osztály legjobbjai sok esetben unják azt a tanítási órát, ami ugyanannak az osztálynak leggyöngébbjei számára alig elérhető magasságban lebeg.* Ezt kiküszöbölve a gép pontosan abban a tempóban adagolja a tudományt, amilyen a tanuló felfogóképességének megfelel. Ennek a ténynek hatékonysága nyilvánvaló. Nem elhanyagolható tényező a siker szempontjából, hogy a gép *azonnal értékeli* a teljesítményt, szellemi jutalmakkal (kérdések átugrásával stb.) éleszti a kedvet, egyszóval számos léletani támogatásban részesíti a tanulót, amilyenben a hagyományos iskolai munka keretében csak ritkán lehet része.

Néhány *adat* a siker bizonyítására: Több osztályban dolgozatírás során föltettem olyan kérdéseket is, melyek a tanítógéppel is feldolgozásra kerültek.

(A géppel órán kívül, az osztálynak erre önkéntesen vállalkozó része dolgozott.) Különválasztottam azoknak a dolgozatát, akik a tanítógéppel is tanultak, és eredményeiket összehasonlítottam a többiekével. Az összehasonlítás során azonosnak vettem két tanuló teljesítményét akkor, ha a szóban forgó kérdésekre adott helyes válaszaik számának és a bizonyítványban szereplő legutóbbi osztályzataiknak hányadosa azonos volt. Ezt az eljárást az indokolja, hogy ugyanannyi kérdésre helyes válasz adása a gyengébb tanuló számára nagyobb teljesítményt jelent, mint a jó tanuló számára.

Az összehasonlítás eredményeképpen volt olyan osztály, amelyben csupán 90%-kal érték el jobb eredményt azok, akik a tanítógéppel dolgozva — sok egyéb kérdés között — a dolgozatban szereplőkkel is találkoztak. Volt azonban olyan osztály is, amelyben ezeknek a teljesítménye 115 (egyszáztizenöt) %-kal múlta felül a másik csoport teljesítményét.

Nézzünk szembe azzal a kérdéssel is, hogy a géppel végzett tanulás *magasabb rendű-e, mint a hagyományos* eszközökkel, de kifogástalanul végzett tanulás. Nem! Bizonyíték erre az, hogy számos kiváló tanítványom nem vette igénybe a gépet, és ennek ellenére megmaradt az osztály legjobbjai között. A tananyag-nak a hagyományos eszközökkel való, értelmes, intelligens és intuitív tanulása kevesebbe kerül, mintha az illetőnek az intuíciónak nem támaszkodható gép lépéseit kellene végigkövetnie. Minthogy azonban tanulóink zöme nem rendelkezik az intelligenciának és intuíciónak ilyen fokával, ezért bőséges tere nyílhat a gépi tanulás alkalmazásának.

## 2. Mit tud ez a tanítógép?

A tanár elmagyarázza, a tanuló pedig tankönyve és jegyzetei alapján átgondolja a tananyagot. Ezután kerülhet sor a géppel való munkára:

A tanuló leül a gép elé és kezébe kap egy papírlapot. A lapon számozott *kérdések* vannak, és mindegyik mellett több, ugyancsak számozott *válasz*. A válaszok közül egyik a helyes, a többi hibás. A tanulónak — a tankönyve, jegyzetei segítségével — el kell döntenie, hogy melyik a helyes. Ha eldöntötte, döntését közli a géppel: megfogja a gépből kilógó drót végéhez forrasztott szöveget, és a gép falán levő számozott lyukak közül bedugja abba, amelyik mellett a helyesnek vélt válasz száma áll.

A gépben sok lámpa van. Az egyik mellé az van írva, hogy „jó”, a többi mellé pedig számok. Amikor a tanuló a szöveget bedugja a lyukba, az egyik lámpa kigyullad. Ha a „jó” *jelzésű* gyullad ki, akkor a tanuló a következő kérdés fölött kezd töprengeni, és hasonló módon jár el azzal kapcsolatban is. — Ha valamelyik *számozott lámpa* gyullad ki, az azt jelenti, hogy a válasz hibás. Ekkor a tanuló a kezébe vesz egy másik papírlapot, amelyen számozott szövegek találhatók. Kikeresi a kigyulladt lámpának megfelelő sorszámút, elolvassa, és az abban foglalt utasítás szerint jár el: összehasonlít, utánanéz, meggondol stb. — majd pedig újra próbálkozik a válasszal. Lehetséges, hogy ez a szöveg arra utasítja, hogy térjen át egy megadott számú kérdésre, melynek megválaszolása hozzá fogja segíteni az eredeti probléma megoldásához. Ha azután több-kevesebb próbálkozás után megszületik a helyes válasz, akkor a tanuló rátér arra a kérdésre, amelyikre rátért volna akkor, ha az első kérdésre rögtön helyes választ adott volna.

Így folytatódik a kérdések feldolgozása mindaddig, míg — több-kevesebb hiba árán — végére ér a 10—15 kérdésből álló kérdésesopornak.

Ha a kérdések és válaszok megfelelőképpen vannak összeállítva, akkor e munka során a tanuló kétségkívül *nagyobb tudásra* tett szert, mintha ugyanezt az időt — a tanulók többségénél oly sajnálatosan szokásban levő módon — a tankönyv olvasgatására, „jó” esetben a mérsékeltén értett szöveg biflázására fordította volna.

Miután a tanuló befejezte a munkáját, a tanár kiemel a gépből egy papírlapot. Ez a lap azok alatt a számozott lyukak alatt volt, amelyekbe a tanuló válasz gyanánt a szöveget beledugdosta. Ilyenformán e lap *lyukkártyaként* hiteles képét viseli a tanuló munkásságának: közvetlenül leolvasható róla, hogy a tanuló milyen számú válaszokat talált helyesnek. A tanár tehát ennek a lapnak alapján értékelheti a tanuló munkáját, több tanuló lyukkártyájának összevetéséből pedig következtetést vonhat le a tananyaggal kapcsolatos nehézségekre, saját munkájának eredményességére vonatkozólag.

A megépítendő gép funkcióinak ismeretében vessünk egy pillantást a megépítettekre!

1961 szeptemberében olvastam először tanítógépekről a Népszerű Technika c. folyóiratban. Ebből a cikkből meg lehetett tudni, hogy mit tud egy-egy ilyen gép, de azt már nem, hogy hogyan tudja.

Az első kísérleti példány napok alatt készült el egy ócska kartondobozból, néhány anyáscsavarból és egy zseblámpakörtéből, de csak addig terjedt a tudománya, hogy jelezze a válasz helyességét, ill. helytelenségét.

Néhány hét kellett, míg — sajátkezű munkával — megépült az első használható példány, mely már a hibás válaszokkal kapcsolatban útmutatást is adott, és egyidejűleg regisztrálta a tanuló munkáját. Ez a gép hónapokig volt üzemben.

Ez idő alatt épült meg — ugyancsak teljesen házilag — az előbbinek négy személyes kiadása, egyébként az előzővel lényegében azonos „képessegekkel”.

Az utóbbi két géppel feldolgoztam a második fizika anyagának jó részét (kilenc kérdéscsoporttal esetenként 10—20 önkéntes tanulnívágó diák foglalkozott), és egyidejűleg a harmadikos fizika egy részét (négy kérdéscsoport, esetenként 6—15 tanuló). Az eredmények, melyekről már föntebb beszámoltam, a kipróbálásban részt vett tanulók csekély száma miatt természetesen nem tekinthetők döntőknek. (Ebből a szempontból sokkal jelentősebbek a külföldi szakirodalom idevonatkozó adatai.)

### 3. *Hogyan működik tanítógépünk?*

Miután a tanuló a kezében tartott szöggel átszúrta a lyukkártya gyanánt szolgáló papírlapot, a szög egy fémdarabhoz érkezik (1. ábra). Minden fémdarabhoz egy-egy banánhüvely van kötve.

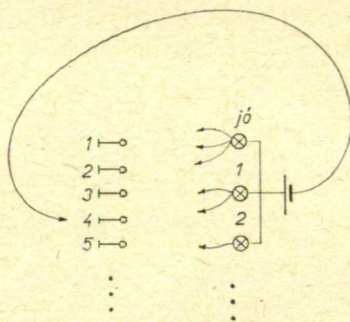
A gépen elhelyezett lámpák mindegyikéhez banándugók tartoznak. A „jó” jelzésű lámpához annyi, ahány kérdést akarunk szerepeltetni. A többi lámpához 1—2—3 darab, úgy, hogy a banándugók összege valamivel nagyobb legyen, mint a banánhüvelyek száma. (Egy lámpához azért tartozhat több banándugó, mert több hiba elkövetéséhez is tartozhat ugyanaz az utasítás.)

A lámpák másik végei összekötve egy áramforráshoz (zseblámpaelemhez) futnak.

A zseblámpaelem másik végét kötjük a szöghöz.

Az 1. ábrán látható elvi kapcsolási rajzon nyomon követhetjük az áram útját (feltéve, ha a banánhüvelyekbe bedugjuk a banándugókat).

A gép működésének ismeretében föl kell vetnünk a „puskázás” problémáját. Ha ugyanis nem áll rendelkezésre annyi tanítógép, hogy az adott tananyagot az összes tanulóval egyszerre dolgoztathassuk fel, akkor főnáll a lehetősége annak, hogy az előbb sorrakerülő tanuló a helyes válaszra vonatkozó, esetleg saját kárán megtanult adatokat (pl. „a 12. kérdésre a 3. válasz a helyes”) közli az utána következőkkel. Amennyiben a tanulók munkájának nyomai a tanár kezébe kerülnek, akkor tanulóink zömétől nem várhatjuk, hogy kihasználatlanul hagyják az említett lehetőséget. Ennek elkerülése végett olyan — első pillanatra antiszociálisnak tűnő — helyzetet kell teremteni, hogy minden tanulónak az álljon érdekében, hogy társai önála rosszabb eredményt érjenek el, és így eszébe se jusson társainak illegális támogatást nyújtani. E helyzet megteremtését szolgálja a következő szisztéma:



1. ábra

Az értékelés egyes fokozataihoz (osztályzatokhoz) ilyen meg ilyen teljesítményszint elérése szükséges. Ezenfelül azonban a jeleshez az kell, hogy az illető — mondjuk — a részt vevők első 30%-a közé kerüljön, a jóhoz az első 60% közé, közepeshez az első 90% közé: a többi már legfeljebb elégségest kaphat. Hiába teljesíti valaki pl. a „jó” szintet; ha társai közt sokan vannak a még jobbak, akkor az illető kiszorul az első 60%-ból és nem kaphatja meg a jót. Érdékében áll tehát, hogy ne segítse elő társai jó eredményét.

Természetesen sérelmes volna valakinek csak azért adni gyöngé osztályzatot, mert mások többet tudnak nála. Olyan esetben tehát, ha valaki nem kaphatja meg a teljesített szintnek megfelelő osztályzatot (mert kiszorult a megfelelő százalék-kategóriából), akkor, ha kívánja, nem kap semmit, nem írnak be neki osztályzatot. Az illetőnek tehát növekedett ugyan a tudása, de erről a tanár — egyelőre, hivatalosan — nem vesz tudomást. (A szokványos feleletek és dolgozatok úgyis megmutatják majd a tudás e növekedését.)

Ezzel a módszerrel — tapasztalataim szerint — sikerült a puskázást legalább olyan szintre leszorítanom, mint amennyire dolgoztatás vagy feleltetés során a tanár jelenléte kiküszöbölheti az illegális támogatásokat.

A gép működésének ismeretében egy további problémával is szembe kell néznünk: Mi történik, ha a tanuló *találomra* bökdös, és így véletlenül ér el magas teljesítményszintet? Hogyan értékelhető a tanuló tevékenysége úgy, hogy a lehetőség szerint kizárjuk a találomra való bökdösésből származó esetleges előnyöket?

A valószínűségszámítás megmondja, hogy találomra való válaszadás esetén mennyi a várható helyes találatok száma. Értékelésünk kiindulópontjaul

tehát ezt kell tekintenünk: elégtelen szintet teljesített az a tanuló, aki legfölbbebb a fentiek szerint kiszámított találatot éri el; az elégséges szint tehát éföföltt kezdödik.

Hogyan számítható ki mármost a várható találatok száma? Szerepeljen pl. 4 kérdés, mindegyik 3 lehetséges válasszal, melyek közül 1—1 jó, a többi hibás. Mekkora a várható helyes találatok száma?

Nézzük az első kérdést! A helyes találat valószínűsége  $1/3$ , hiszen a három lehetőség közül csak egyik a jó. A második kérdésnél szintén  $1/3$ . A harmadiknál és negyediknél ugyanígy. Mennyi tehát összesen a várható találatok száma? Az egyes találatok valószínűségeinek összege, vagyis  $4/3$ . Ezt természetesen kerekítenünk kell a legközelebbi egész számra; eszerint tehát a taláalomra való böködés esetén a négy közül egy kérdésre várhatunk helyes választ. Aki tehát csak egy kérdésre válaszolt helyesen, annak a teljesítményét elégtelennek kell tekintenünk.

Az értékelésben azonban nem állhatunk meg ennél! Valamilyen módon *honorálnunk kell* azt is, ha a tanuló nem a kész tudását csillogtatja meg, hanem *valóban tanul*, mégpedig saját hibájából. Vagyis valamiféle — osztályzatban, vagy más módon jelentkező — jutalmat kell kapnia, ha egy hiba elkövetése után a géptől kapott támogatás, magyarázat alapján újabb hiba elkövetése nélkül tudja megadni a helyes választ. (Természetesen azokról a kérdésekröl van szó, melyeknek egy v. több hibás válaszával kapcsolatban a magyarázat, útmutatás új próbálkozásra szólítja fel a tanulót, nem pedig megadott sorszámú segédkérdés megválaszolására.)

A tanulónak ebböl a munkájából is ki kell zárunk azokat a helyes válaszokat, melyeket taláalomra is megkaphatott. Hogyan számítsuk ki ezeknek várható számát?

Tegyük föl, hogy a tanuló 3 kérdésre adott előszörre hibás választ, és tegyük föl, hogy mindegyik kérdéshez öt válasz tartozott. Az első kérdésre adott rossz válasz után még 4 lehetősége maradt. Ennek valószínűsége, hogy ebböl taláalomra eltalálja a jót:  $1/4$ . A másodiknál és harmadiknál ugyanennyi. Tehát összesen  $3/4$  (kerekítve: 1) a várható helyes feleletek száma (egy hiba elkövetése után). Mit jelent ez? Azt, hogy ha a tanuló a fenti 3, elsőre hibásan megválaszolt kérdés közül egynél többen nem követ el második hibát, akkor ez értékelhető, sőt értékelendő.

#### 4. *Hogyan építsük meg tanítógépünket?*

Azt is lehetne mondani, hogy „végy egy dobozt, az előző fejezetben talált kapcsolási rajzot bővítsd ki tetszőleges számú érintkezőre és lámpára, építsd be a dobozba, és kész a tanítógép”.

Hogy mégsem egyszerűsitem le ennyire az építési útmutatást, annak egyetlen lényegbevágó oka van. Mégpedig az, hogy ha az országban több ilyen tanítógép fog működni, akkor lehet reményünk arra, hogy központi szerv *programokat* dolgoz ki a gép számára, és ezáltal még könnyebb lesz a tanár munkája. E központi programok természetesen csak akkor lesznek használhatók, ha a gépek bizonyos lényeges adatai egyformák. Ezért a részletes leírásban néhány adatot pontosan meg fogok adni, és kérem, hogy akik megépítik a gépet, saját érdekükben ne térjenek el ezektöl.

Mint tudjuk, a tanulók számozott lyukakon keresztül közlik válaszaikat a géppel. *Lényeges adat* e lyukak száma és elrendezése: *48 (negyvennyolc) lyuk*,

mégpedig négy sorban és 12 oszlopban; az oszlopok 1-től 12-ig számozva, a sorok a-tól d-ig betűzve. Tehát pl. 8c jelenti a 8. oszlop 3. sorában levő lyukat (ill. a hozzátartozó választ). — Természetesen a 48 lyuk alatt levő 48 fémdarabhoz (érintkezőhöz) 48 banánhüvely csatlakozik.

Egyszerűbb és olcsóbb lesz gépünk, ha banánhüvely (és dugó) helyett patentkapcsot használunk, babánhüvely gyanánt a patentkapocs „negatív” felét.

További *lényeges adat* a jelzőlámpák száma: egy „jó” jelzésű és további 19 *számozott* lámpa (1-től 19-ig). Lámpaként zsebizzókat használhatunk.

Végül *lényeges adat*, hogy melyik lámpához *hány banándugót* (illetve patentkapocs pozitív felét) kötünk. Íme:

jó	15	4.	1	8.	3	12.	3	16.	2	
	1.	3	5.	1	9.	2	13.	2	17.	2
	2.	2	6.	2	10.	1	14.	1	18.	2
	3.	1	7.	2	11.	3	15.	3	19.	1

Ezeknek az adatoknak birtokában hozzákezdhetünk az építéshez:

Először is szükségünk van olyan — nem fém — dobozra, melyen elférnek a megadott alkatrészek. Ha készen nincs ilyen a kezünk ügyében, magunknak kell összebarkácsolnunk. Ajánlom erre a célra a farostlemezt.

Ha „nullás” patentkapcsokkal dolgozunk, akkor a lyukak átmérőjét 3 mm-nek választjuk. Ebben az esetben a 48 lyuk számára egy kb.  $120 \times 340$  mm-es mezőnyre van szükségünk, a lyukak középpontjai közt ui. célszerű kb. 25 mm távközt hagyni. Vágjunk ki tehát két  $120 \times 340$ -es farostlemezt, és ideiglenesen rögzítsük a doboz kiválasztott helyén egymásra (pl. egy anyáscsavarral). A legfelső lemezen jelöljük ki a 48 lyuk helyét, és egyszerre fúrjuk ki a két lemezt és a dobozfallat. Ezután a két lemezt félretesszük, és a doboz oldalán levő lyukakat 4 mm-re tágítjuk, majd minden lyuk körül keresztalakban 4 db 1 mm-es lyukat fúrunk, a 4 mm-es lyuk szélétől kb. 4—5 mm távolságban. Ezután minden patentkapocs-negatívhoz 4 db kb. 50 mm hosszú, 0,8 mm átmérőjű rézdrótot veszünk, ezeket U alakba hajlítjuk, átfűzzük a patentkapocs nyílásain és a doboz belső oldala felől beledugjuk a negatív darab „gombját” a lyukba, de mellédugjuk a 4 drótszálat is. A drótszálak másik végei kerülnek az 1 mm-es lyukakba. A drótvégeket a doboz külső oldalán páronként összecsavarjuk és félrehajtjuk. Vigyázzunk, hogy a szomszéd patentkapocs rögzítő drótjai egymással ne érintkezzenek!

A patentkapocs-negatívoknak a doboz belseje felé eső részeihez írjuk oda a sorok és oszlopok jelzéseit a későbbi könnyebb tájékozódás végett.

Ezután a doboz külső oldalán a visszahajtott drótvégek fölé helyezzük az egyik átfúrt lemezt és véglegesen rögzítjük. (A rögzítőcsavarok fejét süllyesztjük.)

A másik átfúrt lemez rövidebb oldalához sarokpántot erősítünk. A sarokpánt másik felét — megfelelő alátét alkalmazásával — a doboz oldalához rögzítjük úgy, hogy az átfúrt lemez ajtószerűen rácsukható legyen az előbb rögzített lemezre (és természetesen a lyukak fedjék egymást). Ezután az ajtócskára tussal vagy olajfestékkel fölírjuk a sorok és oszlopok betűzését, ill. számozását.

Végül az ajtócskának a tengelytől legtávolabb eső végére kis lakatpántot szerelünk, a pánt ellendarabját pedig a dobozhoz erősítjük.

Használhatjuk az ajtócska alá tesszük az átlukasztandó papírlapot és az ajtót lelakatoljuk. Ezzel elejét vesszük, hogy a tanuló a papírlap megkerülésével puhatolja ki, hogy melyik a helyes válasz.

A dobozon el kell férnie a 20 zsebizzónak is. A lámpák egyik pólusait összekötjük, a másik pólust viszont be kell vinnünk a doboz belsejébe. Legegyszerűbben úgy, hogy ezt a pólust a foglalatrögzítő csavarok egyikéhez kötjük, és a doboz belsejében a csavar benyúló végéről indulunk tovább. Mégpedig úgy, hogy az egyes lámpákhoz a lényeges adatok közt említett számú, megfelelő hosszúságú, sodrott rézből készült, kb. 1 mm átmérőjű szigetelt vezetékot erősítünk. A vezetékek másik végére kerülnek — banándugó gyanánt — a patentkapcsok pozitív darabjai. (A lámpáknak a doboz belsejébe vitt pólusaihoz írjuk oda a lámpa sorszámát, hogy később könnyen tájékozódhassunk.)

Ezután már csak az van hátra, hogy a doboz belsejét megvédjük az illetéktelen beavatkozásoktól. Szereljük rá tehát valamilyen zárható, vagy legalábbis nehezen elmozdítható hátlapot.

Amennyiben nem kész dobozból indulunk ki, hanem magunk készítjük, akkor ajánlom a következő formát és méretet:

Oldalnézetben derékszögű háromszög alakú, ferde előlapú doboz. Az előlap mérete:  $230 \times 430$  mm. Ennek alján van a kb.  $120 \times 340$ -es ajtócska a 48 lyukkal; két szélén a lámpáknál magasabbra érő fogantyú, a felső részén pedig két sorban 10—10 izzó. Ez az előlap a két (háromszög alakú) oldallappal van egybedolgozva. Az alja és a háta szintén egybe van erősítve. Az előlap-rész tehát leemelhető, fejjel lefelé fordítható (ilyenkor a fogantyúkon nyugszik), és a belsejében a műveletek kényelmesen elvégezhetők.

### 5. *Hogyan készítsünk tananyagot („programot”)?*

Mit is kell csinálnunk? Kérdéseket kell szerkesztenünk, hozzá néhány lehetséges választ, melyek közül csak az egyik a helyes. A hibás válaszokkal kapcsolatban pedig útmutatást kell adnunk a helyes válasz megtalálásához, esetleg segédkérdéseket kell beiktatnunk. (Ez persze egyenértékű lehet a következő fogalmazással is: „aki erre a kérdésre hibátlanul felel, az kihagyhatja a következő kérdést”.)

Fogjunk tehát hozzá!

Gépünk *15 kérdésre és 48 lehetséges válaszra* van méretezve, tehát legfőljebb ennyi szerepelhet.

Milyen szempontok szerint fogalmazzuk meg a *kérdéseket*? Természetesen legyenek világosak, félreérthetetlenek, és egymásutánosságukban feleljenek meg a fokozatosság elvének. Lényeges dolog, hogy egy-egy kérdés csupán a tananyag egy-egy elemi részletére vonatkozzon. Ha ui. összetett kérdést teszünk fel, akkor a lehetséges válaszok kombinációi már egyetlen kérdés esetén több tucatot tehetnek ki.

Hálásak azok a kérdések, amelyek két dolog közti összehasonlítást kívánnak. Ilyenkor a lehetséges válaszok mindig ilyesfélék lehetnek: „az egyik”, „a másik”, „egyformák”.

Lehet feladni egyszerű számpéldákat. Ilyenkor a lehetséges válaszok a megadott számokkal vaktában elvégezhető műveletek eredményeit közlik.

Lehet célunk a fizikai egységekben való jártasság növelése. Ilyenkor számpéldát adunk fel, különböző egységrendszerekben megadott adatokkal. A lehetséges válaszok: a helyes számadat, többféle egységgel kombinálva.

Ha a gépet nyelvtanításra használjuk, föladhatunk szavakat, kifejezéseket lefordításra, és a lehetséges válaszokban több fordítást közlünk.



Minden tantárgyban használhatók az ún. ténykérdések: „Mikor volt a mohácsi vész?” „A szúnyog milyen rendszertani kategóriába tartozik?” „Mi Ghana legfontosabb kiviteli cikke?” stb.

Milyenek legyenek a *válaszok*? Természetesen olyanok, hogy közülük csak egy legyen jó, a többi pedig vitathatatlanul rossz, viszont a rossz válaszokban is legyen meg a jó látszata. Arra a kérdésre pl., hogy hogyan szól Newton 2. törvénye, ne szerepeltessünk ilyen választ: „Az energia egyenlő a tömegnek és a fénysebesség négyzetének szorzatával”, erről ui. még a legostobább diák is azonnal látja, hogy semmi köze sem lehet NEWTONHOZ. (A kérdések megszövegezésében tehát befolyásol bennünket az is, hogy tudunk-e hozzá a fentiek szerinti válaszokat gyártani.)

A *minta gyanánt* mellékelt kérdéssorozat megpróbálja megmutatni, hogy milyen legyen az általunk készített tananyag. Nem állítom, hogy minden vonatkozásban megfelel a didaktikai követelményeknek. Lehet a kérdések összeválogatása, egymásutánja, fogalmazásának helyessége fölött vitatkozni. Nem is azt a célt szolgálja, hogy kritika nélkül átvegyük, hanem csupán illuztrációul szolgálnak ahhoz, hogy milyenek képzelem el a tanítógéphez készítendő „tanszegédletet”. Íme:

### MUNKA, TELJESÍTMÉNY, ENERGIA

1. Fizikai értelemben mennyi munkát végzünk, ha egy 50 kg-os zsákot 40 másodpercig 1,5 m magasságban a vállunkon tartunk?
  - 1a: 3000
  - 1b: 18,7
  - 1c: 1,87
  - 1d: 0
2. Mi nagyobb: 10 kW vagy 1000 Wh?
  - 2a: nem összehasonlítható
  - 2b: egyforma
  - 2c: 10 kW nagyobb
  - 2d: 1000 Wh nagyobb
3. Hogyan függ a munka nagysága az elvégzéshez szükséges időtől?
  - 3a: egyenesen arányos
  - 3b: nem függ
  - 3c: fordítva arányos
4. Egyenlő munka szükséges-e 1 kp súlynak 1 m magasra való fölemeléséhez, vagy ugyanennek a súlynak vízszintes pályán 1 m távolságra egyenletes sebességgel való elmozdításához?
  - 4a: az emeléshez több munka kell
  - 4b: a vízszintes mozgatáshoz több munka kell
5. Hogyan változik a gép teljesítménye, ha ugyanannyi idő alatt kétszerannyi munkát végez?  
(Ha hiba nélkül tudsz válaszolni, kihagyhatod a 6. és 7. kérdést.)
  - 5a: megkétszereződik
  - 5b: nem változik
  - 5c: fele akkora lesz
6. Hogyan változik a gép teljesítménye, ha ugyanazt a munkát kétszerannyi idő alatt végzi el?
  - 6a: megkétszereződik
  - 6b: nem változik
  - 6c: fele akkora lesz
7. Hogyan változik a gép teljesítménye, ha ugyanazt a munkát fele erővel, kétszerakkora úton végzi el, azonos idő alatt?
  - 7a: megkétszereződik
  - 7b: nem változik
  - 7c: fele akkora lesz

8. A kW a munkának vagy az energiának az egysége? (Ha erre hiba nélkül tudsz válaszolni, kihagyhatod a 9. kérdést.)

- 6d: a munkának
- 7a: az energiának
- 7b: egyiknek sem
- 7c: mindkettőnek

9. A kWh a munkának vagy az energiának az egysége?

- 7d: a munkának
- 8a: az energiának
- 8b: egyiknek sem
- 8c: mindkettőnek

10. Mikor nagyobb az inga helyzeti energiája: a jobboldali vagy a baloldali kilengés végén? (Súrlódás nincs.)

- 8d: jobb
- 9a: bal
- 9b: egyforma

11. 1 kg-os test 1 m/sec sebességgel halad. Mekorra a mozgási energiája?

- 9c: 1 J
- 9d: 0,5 J
- 10a: 2 J

12. 1 kg-os test 1 m magasan van. Mekkora a helyzeti energiája?

- 10b: 1 J
- 10c: 9,81 J
- 10d: 0,981 J

13. Milyen magasra repül a 9,81 kg-os kő, ha 1 m/sec kezdősebességgel dobjuk fel? (Számold az energia megmaradásának törvénye alapján!)

- 11a: 5 cm
- 11b: 1 m
- 11c: 9,81 m

14. Az alábbi állítások közül melyik az igaz?

- 11d: Az energia megmaradásának törvénye elvileg megcáfolhatatlan, örök érvényű igazság.
- 12a: Az energia megmaradásának törvénye a létező anyag viselkedését írja le.
- 12b: Az energia megmaradásának törvénye az anyagi testek viselkedését írja elő.

Ha a kérdésekkel és válaszokkal készen vagyunk, akkor megtervezzük a *hibás válaszokhoz tartozó utasításokat*. Hát ezek milyenek legyenek? Feltétlenül késztesse nekünk gondolkodásra! Mutassanak rá azokra az összefüggésekre, amelyekből kikövetkeztethetjük a helyes választ! Lehet utalni a tankönyv megfelelő helyére: végezzen a tanuló önálló munkát a tankönyvvel, és adjon helyes választ annak alapján. Ha a hibás válasz abszurd, akkor jó rámutatnunk az abszurdításra. Természetesen lehetséges, hogy ugyanazon kérdés több hibás válaszához (sőt esetleg több rokon tárgyú kérdés hibás válaszához) ugyanazt az utasítást adjuk. Erre számítva elégszünk meg a gépben kevesebb lámpával, mint az összes hibás válaszok száma.

A mellékelt *minta* ismét nem tart igényt a „tökéletes” jelzőre, hanem csupán illusztrálni kívánja a mondottakat.

1abc: Gondolj a „munka” szó különféle jelentéseire (biológiai, társadalmi, erkölcsi, fizikai értelemben vett munka)!

2bcd: Nézz utána a Függvénytáblázat 32. lapján kezdődő rovatban!

3ac: Hogyan szól a munka képlete?

3d: Egyenlő erőt kell legyőzni egyenlő úton?!

4b: Melyik esetben kell nagyobb erőt legyőzni (azonos úton)?!

4d 5a: Hogyan függ a teljesítmény a munkától?!

5bc: Gondold meg, hogy hogyan függ a munka elvégzéséhez szükséges időtől!

6ac: Bontsd részekre a feladatot és válaszolj rájuk az előző két kérdés helyes felelete alapján!

6d 7ac: Nézz utána a Függvénytáblázat 32. lapján kezdődő rovatban!

7d 8ab: Ua.

8d 9a: Gondolj az energia megmaradásának tételére!

9c 10a: Gondold meg, hogy hogyan szól a megfelelő képlet!

10bd: Ua.

11bc: Vigyázz az egységrendszerekre!

11d: Ha ez igaz lenne, akkor nem volna szükség tapasztalati bizonyítékokra.

12b: Ha ez igaz lenne, akkor lehetne „nem engedelmeskedni”.

Ezután kerülhet sor a *programozás* megtervezésére. Magunk elé tesszük azt a jegyzéket, amelyen szerepel, hogy hány vezeték van kötve az egyes lámpákhoz.

Egy papírlapra felírjuk, hogy a helyes válaszok milyen számokat viselnek; ezekhez kötjük a „jó” lámpából kiágazó vezetékeket (a patentkapcsok pozitív felét):

Jó: 1d, 2a, 3b, 4a, 4c, 5d, 6b, 7b, 8c, 9b, 9d, 10c, 11a, 12a.

Azután elővesszük a hibautasítások fentebb elkészített lapját. Megnézzük, melyik tartozik csupán egy válaszhoz. Ezek közt taláломra elosztjuk az egydugaszos lámpákat (ezeknek számát a hibautasítás mellé írjuk). Azután a két válaszhoz tartozó utasításokhoz a két-dugaszos lámpákat osztjuk el, s í. t. E művelet végén a hibautasítások fenti lapja — mondjuk — így kezdődik:

8 1abc: Gondolj a „munka” szó...

12 2bcd: Nézz utána...

9 3ac: Hogyan szól...

stb.

Ezután elővesszük azt a papírt, amelyre már fölirtuk a „jó” lámpához kötendő érintkezők számait. Erre a lámpák számozási sorrendjében átmásoljuk (a hibautasítások kiegészített lapjáról) a bekötési jelzéseket:

#### MUNKA, TELJESÍTMÉNY, ENERGIA

JÓ: 1d, 2a, 3b stb.

1: 6d 7ac

7: 5bc

11: 10bd

15: 7d 8ab

2: 3d

8: 1abc

12: 2bcd

16: 11d

3: 11b

9: 3ac

13: 9c 10a

17: 4d 5a

4: 11c

10: 12b

14: 4b

18: 6ac

6: 8d 9a

Ezt a lapot nevezzük „*programozási utasításnak*”. Ha ez megvan, akkor a tanulók kezébe adása végett leírjuk újra a hibás válaszokkal kapcsolatos utasításokat, de most már a lámpák számozási sorrendjében, annak föltüntetése nélkül, hogy az utasítás melyik válaszhoz tartozik:

#### HIBAUTASÍTÁSOK

#### MUNKA TELJESÍTMÉNY ENERGIA

1. Lásd 12.

2. Egyenlő erőt kell legyőzni egyenlő úton! !

3. Vigyázz az egységrendszerekre!

4. Lásd 3.

6. Gondolj az energia megmaradásának tételére!

7. Gondold meg, hogy hogyan függ a teljesítmény a munka elvégzéséhez szükséges időtől!

8. Gondolj a „munka” szó különféle jelentéseire (biológiai, társadalmi, erkölcsi, fizikai értelemben vett munka)!

9. Hogyan szól a munka képlete? !

10. Ha ez igaz lenne, akkor lehetne „nem engedelmeskedni”.

11. Lásd 13.

12. Nézz utána a Függvénytáblázat 32. lapján kezdődő rovatban!

13. Gondold meg, hogy hogyan szól a megfelelő képlet!  
 14. Melyik esetben kell nagyobb erőt legyőzni (azonos úton)?!  
 15. Lásd 12.  
 16. Ha ez igaz lenne, akkor nem volna szükség tapasztalati bizonyítékokra!  
 17. Hogyan függ a teljesítmény a munkától?!  
 18. Bontsd részekre a feladatot és válaszolj rájuk az előző két kérdés helyes felelete alapján!

A fenti papírlap kerül tehát a tanuló kezébe, a kérdések (és válaszok) lapja mellett.

Végezetül a tanár kezébe veszi az előbb elkészített programozási utasítást, és annak alapján elvégzi a gépben a szükséges dugaszolásokat. Minthogy a lámpákból induló vezetékek tövéhez is, az érintkezők gyanánt szolgáló patentkapocs-negatívok mellé is oda van írva a doboz belsejében a megfelelő szám, ezért ez a művelet aránylag gyorsan lebonyolítható.

Ennek befejeztével a gép lényegében készen áll a tanításra. Csupán annyi a dolgunk, hogy egy-egy tanuló indulásakor beteszünk egy megfelelő méretű papírlapot a lyukacsos ajtó mögé, lezárjuk, és akár intim kettesben hagyhatjuk a tanulót a géppel.

### 6. Hogyan végezzük a lyukkártyák értékelését?

A lyukkártyára írjuk föl a tanuló nevét és a tananyag címét. Ezután — kezünkben a programozási utasítással — karikázzuk be azokat a lyukakat, amelyek a jó válaszokat jelentik. Ha a tanuló jutalomként átugorhatott egy-egy kérdést, akkor az ahhoz tartozó helyes válasz helyére is rajzoljunk karikát.

Ezután kitöltünk egy kis táblázatot az egyes tanulók által elkövetett hibákról:

#### MUNKA, TELJESÍTMÉNY, ENERGIA

oszlop:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
sor:	a b c	b c d	a c d	b d	a b c	a c d	a c d	a b d	a c	a b d	b c d	b		
kérdés:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Gáspár:	+++	+	+	+	+++	+			+			+	++	++
Bíró:		+	++				+		+		++		++	+
Farkas:			+	++					+++				++	++

Erről közvetlenül leolvashatunk három adatot:

1. Egy-egy kérdésre a tanulók milyen mértékben tudtak válaszolni. (Pl. a fenti esetben a 3., 9., 13. és 14. kérdésnél mindhárom tanuló követett el hibát vagy hibákat.)

2. Egy-egy hiba mennyire tipikus. (Pl. a 3a, 8b, 11b, 11c és 11d hibákat mindnyájan elkövették.)

3. Az összes hibák számát tekintve mekkora a tanulók egymáshoz viszonyított tudása. (Pl. Bíró 10, Farkas 11, Gáspár 15 hibát követett el.)

Igényesebb értékelést is végezhetünk, ha figyelembe vesszük a „Hogyan működik tanítógépünk” c. fejezetben említett szempontokat.

Ehhez először ki kell számítani, hogy az adott kérdéssorozatban taláalomra való válaszadás esetén mennyi a várható helyes válaszok száma. Legyen  $n$  darab kérdés közül  $a$ -nak 2,  $b$ -nek 3,  $c$ -nek 4,  $d$ -nek 5 lehetséges válasza ( $a + b + c + d = n$ ), akkor a várható helyes találatok száma:

$$e = \frac{a}{2} + \frac{b}{3} + \frac{c}{4} + \frac{d}{5}.$$

Az ezen fölül eredményt pontozzuk, mégpedig úgy, hogy az elérhető maximális pontszám 10 legyen. Ez elérhető, ha  $x$  darab hibátlanul helyes válasz esetén

$$f = 10 \cdot \frac{x - e}{n - e}$$

pontot adunk (kerekítve).

Értékelnünk kell továbbá azt is, ha a tanuló egy hiba elkövetése után okult a hibából, és ugyanazon kérdésben nem követett el újabb hibát. Ha azonban taláalomra válaszolgat, akkor ebből a szempontból is érhet el „eredményt”, amit le kell számítanunk. Legyen azon kérdések száma, melyekre a tanuló nem tudott hibátlanul válaszolni:  $h$  kétválaszos,  $i$  háromválaszos,  $j$  négyválaszos,  $k$  ötválaszos. Ezek közül a várható „egyhibás” találatok száma:

$$m = h + \frac{i}{2} + \frac{j}{3} + \frac{k}{4}.$$

Ha a tanuló ennél nagyobb  $g$  számú egyhibás találatot ér el, akkor adjunk neki további

$$p = g - m$$

pontot.

Eddig tehát rendelkezik a tanuló

$$r = f + p$$

ponttal.

A puskázás kiküszöbölése végett (lásd a „Hogyan működik tanítógépünk” c. fejezetet!) a tényleges értékelést versenyfeltételekhez érdemes kötnünk. Így pl. legyen ez: „A résztvevőknek csak 10%-a kaphat 10 pontot, legföljebb 20%-a érheti el vagy haladhatja meg a 9 pontot, legföljebb 30%-a a 8 pontot, s í. t.”

A résztvevőket tehát elsősorban a ténylegesen elért  $r$  pontszám szerint, azon belül az összes elkövetett hibák száma szerint rangsoroljuk, és a fenti szempontok figyelembevételével adjuk meg a beszámító  $R$  végleges pontszámot.

Mindezeket az adatokat az előbb elkészített táblázat további oszlopaiba írhatjuk:

	$e = 4;$	$x$	$f$	$m$	$g$	$p$	$r$	$R$
(Gáspár)		4	0	5	6	1	1	1
(Bíró)		7	3	3	4	1	4	4
(Farkas)		8	4	3	2	0	4	4

Ha azután osztályzásra kerül a sor, akkor — mondjuk — jelest ígérünk annak, aki 3 fordulóban összesen 24 pontot ér el; jót 20, középet 15, elégségest 10 pontért adunk. Mint említettük, aki nincs megelégedve a gyöngébb osztály-

zattal, annak nem írunk be jegyet, s így nem történhet meg, hogy valaki akarata ellenére csupán azért kapjon gyöngébb jegyet, mert mások többet tudnak nála, és így ő kiszorult a megfelelő  $0/0$ -kategóriából.

Még egy megjegyzés: ha egy tanuló önkényesen hagy ki egy kérdést, akkor a kérdéssel kapcsolatban elkövethető összes hibát a rovására írjuk.

### Függelék

Az alábbiakban az első osztályos *történelem* egy részletével kapcsolatos kérdéseket, válaszokat és hibautasításokat közlök *minta* gyanánt. A hibautasításoknak csak első fogalmazványát adom; a programozás és az utasításoknak a lámpák sorrendjébe szedése ügyis esetleges valami. (E rész ETELE György tanár közreműködésével készült.)

1. A pun háborúk előtti időben az állam ügyeiről rendes körülmények között kik döntöttek?

1a: a szenátus

2b: a népgyűlés

1c: a konzul(ok)

2. Mi volt Róma győzelmének oka az 1. pun háborúban?

1d: Több volt a katonája.

2a: Fellázította a karthágói zsoldosokat.

2b: Új haditaktikát vezetett be.

3. A pun háborúk után milyen volt az új termelési forma?

2c: latifundium

2d: szabadparaszti gazdálkodás

4. A Gracchusoknak milyen volt a politikai magatartása?

3a: forradalmárok

3b: reformerek

3c: konzervatívok

5. Ki oldotta meg a római hadsereg reformját?

3d: a Gracchusok

4a: Marius

4b: Sulla

1b: Ez csak akkor létezett, ha a consul összehívta.

1c: Ők is a magistratusok közé tartoztak (lásd 107. lap 6. bek.).

1d: Lásd 113. lap apróbetűs bekezdését!

2a: Ez csak a vereségük után következett be.

2d: Épp ezekből került ki a városi proletariátus.

3a: Nem, mert fön akarták tartani a társadalmi rendet.

3c: Akkor nem kerültek volna szembe a szenátussal.

3d 4b: Lásd 126. lap.

### I R O D A L O M

Tanítás gépekkel (Népszerű Technika 1961. 274.).

FÜRJES JÓZSEF: Az első magyar gyártmányú „tanító gép” (Élet és Tudomány, 1961. 1339.)

TERÉNYI LAJOS: Tanítógépem (Köznevelés, 1961. 725.).

LUKÁCS OTTÓ: Megjegyzések T. L. cikkéhez (Köznevelés, 1961. 726.).  
GALLYAS FERENC: A tanító gép (Köznevelés, 1962. 53.).  
TERÉNYI LAJOS: Az elsőség az Uránia Intézeté! (Köznevelés, 1962. 87.).  
A politechnika műszaki segédeszközei (Technika, 1962. 6: 6.)  
JAN TUMA: Tanító automaták (Tudomány és technika, 1962. 796.).  
Videosonic, az új tanítógép (Technika, 1963. 2. 12.)  
NÉMETH LÁSZLÓ: Elektronikus számítógépek a katedrán (Természettudományi Közlöny, 1963. 60.)

*Лайош Терени :*

### СОЗДАНИЕ УЧЕБНОЙ МАШИНЫ

Автор, работающий преподавателем в средней школе, сконструировал свою учебную машину и испытал ее со своими учениками в результате продолжительной работы. В статье описывается метод конструирования учебной машины, а также результаты обучения посредством этой машины.

*Lajos Terényi :*

### CONSTRUCTION OF TEACHING MACHINE

The author, as a secondary school teacher, constructed a teaching machine and tried it out with his pupils through a fairly long time. In his study he describes the way of how his teaching machine is constructed and lets know a few results of teaching done with it.