A különböző részstruktúrák használata különböző minőségi megoldásokat jelent, pl. a 4. sorszámú tanuló csak a domború felületnek, a 21. sorszámú tanuló a domború felületen kívül a homorú felület csak egy kis részének, 12. sorszámú tanuló főleg a homorú felületnek és a 15. sorszámú tanuló a domború és homorú felületnek egyenletes építésével, a különböző részstruktúrákkal, más és más minőséggel fejezték ki a hengerpalást struktúráját.

Összegzés és következtetés

A vizuális nevelésben az elemi formák kifejezésének eredményessége csak akkor valósulhat meg, ha előzőleg ezen formák szerkezeti összefüggéseit struktúrává szervezés közben feltárjuk. Az elemi formák bonyolultsága megfoghatóvá válik.

A vizuális nevelésben az elemi formák tanulmányozását olyan feladatokkal kellene biztosítani, amelyekben az elemi formák struktúrává szerveződhetnek (anélkül, hogy a tanulók ezzel a fogalommal megismerkednének).

A tanulókat a használt részstruktúrák helyes megválasztására és ezáltal formastruktúrák kifejezésére kell tanítani.

Mint már annyiszor, e tanulmányunk alapján is megállapíthatjuk, hogy a jelenlegi tanterv erős revízióra szorul.

HADHÁZY TIBOR
Nyíregyháza. Tanárképző Főiskola

Televíziós tanítási óra hatékonyságának vizsgálata

A tanítók, tanárok törekvése mindig az volt és most is az, hogy az ismereteket, az elsajátítandó anyagot lehetőleg minél jobb hatásfokkal adják át tanítványaiknak. Az oktatás módszerei és felhasznált eszközei is mindig változtak és tökéletesedtek e törekvések jegyében.

A különböző módszerrel tartott órák eredményességének egzakt formában történő megvizsgálására való törekvés csak napjainkban található meg elvétve. Didaktikai gyakorlatunkban szinte uralkodóvá vált ugyanis, hogy egy-egy oktatási módszer vagy eszköz alkalmazásának eredményességéről s így az óra hatékonyságáról az osztályátlag, azaz felmérések átlagának összehasonlítása alapján vonnak le következtetéseket (ami önmagában még nem is lenne baj!), a megállapítások egzaktságához elengedhetetlenül szükséges további vizsgálatok pedig teljesen elmaradnak, vagy esetleg csak utalás történik rájuk.

A fejlődő pedagógiai-didaktikai tudomány azonban egyre inkább megköveteli állításainak, tételeinek egzakt formában történő megfogalmazását. Ezzel együtt jár, hogy elkerülhetetlenül bevonul e tudományokba alkalmazásként a matematika, pontosabban a valószínűségszámítás dinamikusan fejlődő új ága: a matematikai statisztika. Nem a pedagógiai tudományok elmatematizálódásáról van szó, hanem egy napjainkra oly jellemző törekvés vetületéről, alkalmazásról, ami által a felhasználó gazdagabbá lesz, termékenyebben fejlődhet.

Mint említettem, a kezdő lépések ezen a téren hazánkban is megtörténtek, de e vizsgálatok egy-két statisztikai jellemző kiszámítása után meg is rekednek. A továbbiakban egy következetesen végigvitt statisztikai vizsgálatot szeretnék ismertetni egy iskolatelevíziós adást felhasználó óra eredményességének megállapítására. Meg kell jegyeznem, hogy a felhasznált statisztikai, matematikai fogalmak, tételek, levelezések stb. részletes ismertetése meghaladja a cikk célkitűzéseit. A felhasználáson túli mélyebb érdeklődés az irodalomjegyzékben közölt művek tanulmányozásával nyerhet kielégítést.

1. *Néhány előzetes megjegyzés*

a) Didaktikai kísérletek, vizsgálatok különböző módon szervezhetők. Beszélhetünk önkontrollos, kontrollcsoportos stb. *sémáról.* Talán legelterjedtebb a kontrollcsoportos séma, mely a hatékonyság-vizsgálat céljainak meg is felel, bár az értékelésnél többletmunkát is eredményez.

b) A pedagógiai jelenségek, folyamatok igen sok véletlen tényezőtől is függnek, melyek hatása a végeredményt eltorzíthatja, s így hibás következtetések levonásához vezethet. Befolyásukat úgy lehet csökkenteni, hogy olyan körülményeket teremtünk és olyan csoportokat választunk, melyek maximálisan egyformák. A feltételek közel egyformaságának biztosítása nehéz feladat, megfelelő gondos szervezéssel azonban jól megoldható.

c) A kontrollcsoportos hatékonyságvizsgálatnak az a lényege, hogy a két csoport eredményének összevetéséből vonnak le következtetéseket. Minden ilyen összevetésnek azonban csak akkor van létjogosultsága, ha a kiindulási alap megközelítően azonos. Ennek alapos vizsgálata igen fontos feladat, s csak teljesülése jogosít a vizsgálatok további folytatására.

d) Végkövetkeztetéseink levonásához felmérések eredményei szolgáltatnak alapot. A számtani közepek összehasonlításakor azonban nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy a mi konkrét esetünkben adódott értékek lehetnek a véletlen statisztikai ingadozás eredményei. E kérdés tisztázásához további statisztikai vizsgálat szükséges.

e) S ha nagyon igényesek vagyunk, még ezután sem lehetünk nyugodtak. Nem befolyásolta-e minden óvintézkedésünk ellenére a nyert eredményt a tanulók „egymásrahatása"? Függ-e az utófelmérés eredménye az előfelmérés mutatta *előzetes ismeretektől, milyen erős ezek hatása?* — tehetünk fel ilyen és hasonló kérdéseket. Van-e mód ezek vizsgálatára? Igen, s ez szintén olyan kérdés [hasonlóan a *c)* és *d)* pontban megfogalmazottakhoz], melynek vizsgálata rendszeresen el szokott maradni.

Ilyen szempontok szerint lebonyolított hatékonyságvizsgálatot szeretnék a továbbikban röviden ismertetni.

2. *A kísérleti és kontrollcsoport előzetes vizsgálata*

Természetesen arra nincs mód, hogy az összes (*jelen esetben 8. osztályos) tanulót* vizsgálat tárgyává tegyük. Ehelyett kiválasztunk e tanulók halmazából egy mintát (ami kell, hogy reprezentatív legyen, azaz a mintába kerülésre minden halmazelemnek azonos legyen az esélye), s az ebből alkotott két csoportra vonatkozóan végzünk megfigyeléseket, vizsgálatokat. A statisztikai elméletből következik, hogy a mintaelemek számának növelésével a minta egyes statisztikai jellemzői egyre jobban közelítik az egész halmazra jellemző elméleti értékeket, s ez lehetőséget ad a viszonylag kis számú minták vizsgálatából nyert eredménynek az egész halmazra bizonyos valószínűséggel történő általánosítására.

A vizsgálatban részt vevő osztályok kijelölése, majd azok két csoportra bontása minden előzetes tájékozódást mellőzött, véletlenszerű volt. Ennek alapján a kísérleti csoport létszáma 59, a kontrollcsoporté 51 lett. Az előzőekből kitűnt, hogy egy pedagógiai kísérlet lefolytatása akkor jogosult, ha megvizsgáljuk, hogy a két csoport — a vizsgálat eredményét feltehetően befolyásoló tényezőket tekintve — alkalmas-e erre. Ilyen tényezők az életkori sajátosságok, a tanulók magatartása (melyről első közelítésben a magatartásjegy tájékoztat), a félévi átlageredmény (abból a meggondolásból, hogy egy gyengébb átlagképességű tanuló esetleg nem tartalmi, hanem kifejezésbeli hibák miatt produkál kevesebbet társainál), s nem utolsósorban a tanulók fizikai előismeretei, és különösen azok, melyekre az illető óra anyagának feldolgozásánál feltétlenül szükség lesz. E jellemzőket kigyűjtve a megfelelő osztálykönyvekből, s a tanulókat ülésrendjüknek megfelelően sorszámozva, táblázatba foglalhatjuk.

A tanulók előzetes ismereteinek szintjét pedig az előfelmérés volt hivatott lemérni. Erre a kiválasztott kísérleti órát megelőző héten került sor, s kitöltésére 20 perc állt a tanulók rendelkezésére. A feltett kérdéseket s az értékelés pontszámait kérdésenként az alábbi feladatlap tartalmazza.

1. sz. feladatlap

Név: . . . .

Iskola: . . . .

Osztály: . . . .

1. Húzd alá a helyes választ!

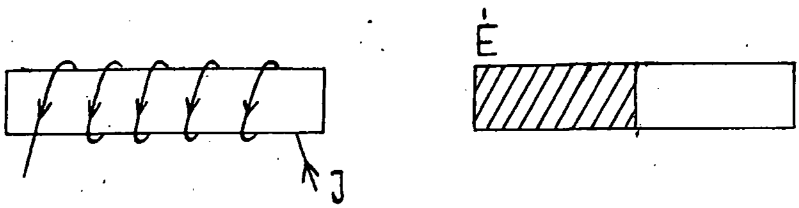
Egy felfüggesztett mágnesrúd északi pólusához egy másik mágnes északi pólusával közeledünk.

Mit tapasztalunk?

vonzást?
taszítást?
nem hatnak egymásra?

(1 pont)

2. Jelöld meg a felrajzolt elektromágnes északi pólusát! (2 pont)
Tapasztalsz-e kölcsönhatást a felrajzolt állandó mágnes és az elektromágnes között? (1 pont)
Hogyan határozod meg az elektromágnes' pólusait? (2 pont)



3. Két egyenlő keresztmetszetű lágyvasdarabból elektromágnest készítünk, úgy, hogy mindkettőre azonos számú menetet tekercselünk. Az egyiken 0,5 A, a másikon 1,5 A, erősségű áram folyik. Melyik elektromágnes bír több terhet? (1 pont)
4. A két elektromágnest ezután úgy készítem el, hogy az egyiken 0,5 A, a másikon 1,5 A erősségű áram folyjék. Az elektromágnesek ekkor éppen egyforma terhet bírnak el. Melyiken van több menet? (2 pont)
5. Töltsd ki az alábbi táblázat hiányzó adatait!

Feszültség	Áramerősség	Ellenállás	Teljesítmény	
4,5 V	0,3 A			2 pont
220 V		110 ohm		2 pont
	0,5 A		25 W	2 pont

Összesen: 15 pont

A feladatlapok kiértékelését a tanulók hovatartozását nem ismerő hallgatók végezték. A nyert eredményeket s a további számoláshoz szükséges adatokat az 1. és 2. sz. táblázatba gyűjtöttük.

A táblázatok harmadik oszlopában találhatók a számtani v. empirikus középértékek. Ez a kísérleti csoportnál 10,6, a kontrollcsoportnál 9,4 pont. Ha durva vizsgálatokat végeznénk, akkor ezzel meg is elégedhetnénk, mondván a két csoport tudásszintje között lényeges különbség nincs. Ekkor azonban lényegében ugyanabba a hibába esnénk, melyet mint negatívumot említettünk a bevezetőben, hisz bárki nyugodtan mondhatja, hogy ez az elég jó egyezés csak a véletlen hatása. További vizsgálat szükséges tehát, melynek lényege a statisztikai hipotézisvizsgálat. Gondolatmenete a következő: Bizonyítani akarok valamit. Felteszem az ellenkezőjét (ez módosulhat annyiban, hogy időnként nem az ellentétre, hanem magára a bizonyítandóra építem a gondolatmenetet), erre támaszkodva végzek statisztikai számításokat és próbákat. Ha a számítások valószínűtlen eredményre vezetnek, elvetem az egészet, mégpedig az egyetlen sebezhető pontot, a feltételt. Ugyanakkor az ellentétes feltételt fogadom el, s mivel ezek úgy voltak fogalmazva, hogy egymást kizárják, az ellentétes feltételt ismét kipróbálni nem kell.

E hipotézisvizsgálattal kapcsolatban két dolgot kell megjegyeznünk:

a) A feltételt általában a mintaelemekből számolt valamilyen statisztikai függvényre, pl. a számtani középértékre fogalmazzuk meg. A mi esetünkben ez így szól: A két csoport között az előzetes felmérés átlageredményét tekintve nincs különbség, a minták egyformák (azaz a különbség, pontosabban a különbség várható értéke 0). Az ilyen feltételt nullhipotézisnek szokás nevezni. A hipotézisvizsgálatban elfoglalt kitüntetett szerepe abból adódik, hogy számszerűleg mindig konkrét. A nullhipotézis megtartása, vagy esetleges elvetése statisztikai próbák elvégzését teszi szükségessé, melyek bizonyos statisztikai jellemzők (statisztikai függvények) meg-

1. sz. táblázat

Kísérleti csoport (előzetes felmérés)

x_{1i} (pont)	m_i absz. gyak.	$\bar{x}_1$	$x_{1i}-\bar{x}_1$	$(x_{1i}-\bar{x}_1)^2$	$m_i(x_{1i}-\bar{x}_1)^2$
1	0		9,6	92,16	0
2	0		8,6	73,96	0
3	1		7,6	57,76	57,76
4	1		6,6	43,56	43,56
5	1	10,6	5,6	31,36	31,36
6	6		4,6	21,16	126,96
7	4		3,6	12,96	51,84
8	1		2,6	6,76	6,76
9	5		1,6	2,56	13,8
10	7		0,6	0,36	2,52
11	6		0,4	0,16	0,96
12	9		1,4	1,96	17,64
13	10		2,4	5,76	57,6
14	0		3,4	11,56	0
15	8		4,4	19,36	156,88
	$\Sigma_i=59$				$Q_{x1}=567,64$

2. sz. táblázat

x_{2i} (pont)	m_i absz. gyak.	$\bar{x}_2$	$x_{2i}-\bar{x}_2$	$(x_{2i}-\bar{x}_2)^2$	$m_i(x_{2i}-\bar{x}_2)^2$
1	1		8,4	70,56	70,56
2	0		7,4	54,76	—
3	2		6,4	40,96	81,92
4	1	9,4	5,4	29,16	29,16
5	1		4,4	19,36	19,36
6	4		3,4	11,56	46,24
7	8		2,4	5,76	46,08
8	8		1,4	1,96	15,68
9	1		0,4	0,16	0,16
10	5		0,6	0,36	1,8
11	4		1,6	2,56	10,24
12	3		2,6	6,76	20,28
13	7		3,6	12,96	90,72
14	2		4,6	21,16	42,32
15	4		5,6	31,36	125,44
	$\Sigma_i=51$				$Q_{x2}=600,06$

határozását követelik. Ezek egyben a kapott eloszlás jellemzői is. További meggondolásainkban kettőnek lesz domináns szerepe, ezek a számtani közép és a szórás.

Értelmezésük a következő:

a) 1. Ha egy változó mennyiség értékei $x_1, x_2, \ldots x_n$, s ezeket rendre $m_1, m_2, \ldots m_n$ esetben tapasztaltuk, akkor az

$$\bar{x} = \frac{\Sigma_i m_i x_i}{\Sigma_i m_i}$$

mennyiséget a változó mennyiség számtani közepének nevezzük.

Egy ilyen változó mennyiséget valószínűségi változónak nevezünk s hozzárendelhetünk egy eloszlásfüggvényt, melyet legegyszerűbben úgy vehetünk fel, hogy az előforduló lehetséges értékek függvényében ábrázoljuk az abszolút gyakoriságot. Alakja és a belőle adódó néhány jellemző (módus, medián, ferdeség) az első tájékoztató információkat nyújthatja.

a) 2. Nyilván a megfigyelt x_i értékek többé-kevésbé eltérnek a számtani középtől. Elhelyezkedésüket a szórással lehet jellemezni.

$$s = +\sqrt{\frac{\Sigma_i m_i (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{Q}{n-1}}$$

Itt n az elemszám, Q a négyzetes összeg, az $f = n - 1$ értékét pedig szabadságfoknak hívják.

b) Az, hogy mikor vetjük el nullhipotézisünket a választott valószínűségi szinttől függ. Elterjedt az 5%-os, ill. 10%-os valószínűség. Pl. 5%-os szint esetén akkor vetjük el a nullhipotézist, ha 5%-nál is kisebb a valószínűsége annak, hogy fennállása esetén a statisztikai függvény olyan értékeket vegyen fel, mint a mi konkrét esetünkben. Ezt úgy jelöljük, hogy $p < 5\%$ ($p < 0,05$) és azt mondjuk, hogy az eredmény *szignifikáns*, a nullhipotézistől való eltérés jelentős, nem tulajdonítható a véletlen hatásának. Esetünkben a választott valószínűségi szint 5%, azaz állításaink megbízhatósági szintje 95%.

Visszakanyarodva a minták vizsgálatához, nullhipotézisünket úgy fogalmazhatjuk meg, hogy a szintegyeztető felmérés eredményeit tekintve a minták egyformák. E hipotézist az egyik legérzékenyebb statisztikai próbával, a kétmintás t-próbával vizsgálhatjuk meg. Alkalmazhatóságához azonban teljesülnie kell az alábbiaknak:

1. a minták legyenek függetlenek,
2. legyenek normális eloszlásúak,
3. legyen szórásuk egyforma.

Az első feltétel a kontrollcsoportos séma választása miatt nyilván teljesül, a normalitás vizsgálata az eloszlásfüggvény alapján, vagy az ún. Gauss-papír segítségével lehetséges. (E követelmény bizonyos matematikai okok miatt nem túlságosan szigorú.) A szórások egészen egyformák szinte soha nem lesznek. Esetünkben kiszámolva négyzetüket, értékük a következő: kísérleti csoport: $S_1^2 = 9,786$, kontrollcsoport $S_2^2 = 12$. Azt, hogy tekinthetők-e egyformának az F-próba segítségével dönthetjük el.

Mindkét eddig említett statisztikai próbának az a lényege, hogy egy a mintaelemekből kiszámolt t vagy F értéket vetünk össze ezek elméleti eloszlását rögzítő táblázat adataival a választott valószínűségi szintet figyelembe véve. (A két táblázat egy-egy felhasznált részletét mellékeltük.)

A szórásnégyzeteket összehasonlító F-próba képlete:

$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$, ahol S_1^2 az egyik, S_2^2 a másik csoport megfigyelt értékére nyert szórásnégyzet, s az osztást mindig a kisebb értékkel végezzük. Esetünkben $F = 1,22$ adódik, mely kisebb az $f_1 = 50$ és $f_2 = 58$ szabadsági fokhoz tartozó táblabeli értéknél, a választott valószínűségi szinten, s ezért a szórásnégyzetek egyformaságára vonatkozó hipotézisünket megtartjuk. (Az F eloszlás 2,5 %-os valószínűségi szinthez tartozó táblázatát kell tekintenünk, mert ekkor dolgozunk 5%-os szignifikancia szinttel.)

Nincs semmi akadálya tehát a t-próba alkalmazásának. Definiáló összefüggése a következő:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{Q_{x1} + Q_{x2}}{n+m-2} \cdot \frac{n+m}{n \cdot m}}}$$

ahol $\bar{x}_1$ és $\bar{x}_2$ a két vizsgált minta számtani közepei, Q_{x1} és Q_{x2} a megfelelő négyzetes összegek, n és m az elemszámok $f = n + m - 2$ pedig a szabadságfok.

Behelyettesítve:

$$t = \frac{10,6 - 9,4}{\sqrt{\frac{567,64 + 600,06}{108} \cdot \frac{110}{51 \cdot 59}}} = 1,91 \qquad n+m-2 = 108$$

A t eloszlás táblázatából az 5%-os valószínűséghez tartozó érték 1,985. Mi ennél kisebbet kaptunk, az eredmény nem szignifikáns (a mellékelt táblázatból látható) $p > 5\%$ a valószínűsége, hogy a tapasztalt eltérés véletlen mintavételi ingadozás. Ezt 95% biztonsággal állíthatjuk.

Az erőfelmérés eredményeinek statisztikai vizsgálata alapján igazolódott, hogy a vizsgált ismeretanyagot tekintve a két csoport azonos, a további vizsgálatra alkalmasak.

Teljesen hasonló gondolatmenetet követve el lehet végezni a többi összehasonlítandó tényező vizsgálatát is. Mind az életkort, mind a magatartást és a tanulmányi átlageredményt tekintve azt kapjuk, hogy a két csoport (minta) azonos, további vizsgálatra alkalmas.

3. *A kísérlet körülményeinek biztosítása, lebonyolítás, értékelés*

A részletes előzetes vizsgálat alapot teremtett a további munkához. Az tehát a célunk, hogy egy, a televíziós adást felhasználó, illetve egy „hagyományos", tehát csak tanári demonstrációs kísérleteket tartalmazó óra eredményességét összehasonlítsuk, s a kapott eredményt elemezzük.

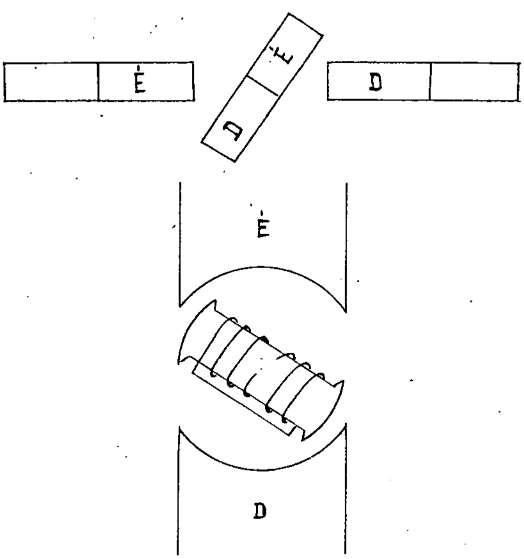
„Az egyenáramú elektromotor és gyakorlati alkalmazásai" c. TV-s órát választottuk ki a 8. osztály számára szóló adásból, mely 1971. márciusában került sugárzásra. A kérdéses óra óratervét az adás forgatókönyvének áttanulmányozása után az érintett, kb. azonos adottságú, pedagógusokkal közösen dolgoztuk ki, hogy a megfigyelés körülményeinek egyformaságát minél jobban biztosítsuk. A kísérleti csoport osztályainál is az adást megelőző és követő részben a feldolgozás kollektív osztálymunkával történt. Egy lényeges különbség volt az órák között, s ez az, hogy az egyik felhasználta és beépítette a TV-s adást, míg a másiknál ez hiányzott. A kétféle módon tartott órák eredményességét az elsődleges bevésést ellenőrző feladatlap segítségével kívántuk mérni, mely az alábbiakat tartalmazta. (Lásd 2. sz. feladatlap.)

2. sz. feladatlap

Név: . . . .

Iskola: . . . .

Osztály: . . . .



1. A középső mágnes forgathatóan van felfüggesztve Működnék-e ilyen motor? (1 pont)
   Válaszodat indokold! (2 pont)
2. A forgórész elektromágnes.
   a) Mi biztosítja a folyamatos működést? (3 pont)
   Hogyan? (3 pont)
   Rajzold be az ábrába is! (1 pont)
   b) Egészítsd ki a rajzot most ezekkel a szerkezetekkel, de úgy, hogy a forgórészt egy telep áramkörébe iktatva a motor folyamatosan működjön! (3 pont)
3. Az állórész és forgórész elektromágneseit milyen módon kapcsolhatjuk egymáshoz? (2 pont)

Összesen: 15 pont

A kiértékelés nyújtotta adatokat rögzíti a 3. és 4. táblázat első két oszlopa.

Kiszámolva a két fontos statisztikai jellemzőt, a kísérleti csoportnál a számtani közép 5,8 pont, a szórásnégyzet **10,37**, **míg a** kontrollcsoportnál 4,2 pont és 9,34 adódik. Összehasonlítva a mutatott teljesítmény átlagait, az kb. 38%-kal jobb eredményt jelez a kísérleti csoportnál. Ennek a ténynek kész eredményként való elfogadása csak akkor indokolt, ha bizonyított az, hogy ez jelentős eltérés, nem véletlen ingadozás okozta. E feltevés megvizsgálása pedig a már alkalmazott hipotézisvizsgálat végigvitelét jelenti.

Munkahipotézisünk tehát úgy fogalmazható: Az utófelmérés eredményei átlagának eltérése nem jelentős, 5%-nál nagyobb a valószínűsége, hogy a véletlen okozta. (A hipotézisvizsgálat részletesebb elméletéből következik, hogy az megbízhatóbb, ha a feltételt a negációra fogalmazzuk.)

3. táblázat

Kísérleti csoport

y_{1i} pont	m_i absz. gyak.	$y_{1i}m_i$	$\bar{y}$	$y_{1i}-\bar{y}_1$	$(y_{1i}-\bar{y}_1)^2$	$m_i(y_{1i}-\bar{y}_1)^2$
0	1	0		5,8	33,64	33,64
1	4	4		4,8	23,04	92,16
2	3	6		3,8	14,44	43,32
3	9	27		2,8	7,84	70,56
4	5	20	5,8	1,8	3,24	16,20
5	5	25		0,8	0,64	3,20
6	8	48		0,2	0,04	0,32
7	9	63		1,2	1,44	12,96
8	3	24		2,2	4,84	14,52
9	5	45		3,2	10,24	51,20
10	1	10		4,2	17,64	17,64
11	1	11		5,2	27,04	27,04
12	3	36		6,2	38,44	115,32
13	2	26		7,2	51,84	103,68
	$\Sigma_i = 59$	345				$Q_{y1} = 601,76$

4. táblázat

Kontrollcsoport

y_{2i} pont	m_i absz. gyak.	$y_{2i}m_i$	$\bar{y}_2$	$y_{2i}-\bar{y}_2$	$(y_{2i}-\bar{y}_2)^2$	$m_i(y_{2i}-\bar{y}_2)^2$
0	3	0		4,2	17,64	52,92
1	10	10		3,2	10,24	102,4
2	6	12		2,2	4,84	29,04
3	4	12		1,2	1,44	5,76
4	5	20	4,2	0,2	0,04	0,2
5	4	20		0,8	0,64	2,56
6	7	42		1,8	3,24	22,68
7	4	28		2,8	7,84	31,36
8	4	32		3,8	14,44	57,76
9	0	0		—	—	—
10	0	0		—	—	—
11	2	22		6,8	46,24	92,48
12	1					
	$\Sigma_i = 50$	210				$Q_{y2} = 458,00$

A t-próba alkalmazását megelőző F-próba szerint a szórásnégyzetek eltérése nem jelentős, hisz

$F = \dfrac{10,37}{9,34} = 1,11$, ez pedig kisebb az $f_1 = 58$, és $f_2 = 49$ szabadsági fokokhoz tartozó táblabeli értéknél, mivel az 1,73.

A mintából adódó t érték:

$$t = \frac{5,8-4,2}{\sqrt{\dfrac{601,76+458}{107}\,\dfrac{109}{50\cdot 59}}} = \frac{1,6}{0,604} = 2,649 \qquad n+m-2 = 107$$

A t eloszlás táblázatából pedig látható, hogy ez lényegesen nagyobb az 5%-os valószínűséghez tartozó értéknél (kb. 0,9% valószínűségű), tehát $p < 5\%$, az eltérés jelentős, az eredmény szignifikáns. Ez viszont munkahipotézisünk elvetését és az ellentétes feltevés elfogadását vonja maga után. Ezek szerint a tapasztalt jobb eredmény 95% valószínűséggel nem véletlen okozta statisztikai ingadozás, hanem egy tendenciózus hatás eredménye. Mivel pedig a két csoport egyformaságát részletesen vizsgálva azokat megfelelőnek találtuk, s a kísérlet körülményei, (időpont stb.) is azonosak voltak, a tapasztalt jelentős eltérést az egyetlen eltérő tényező, az alkalmazott módszer hatásának tulajdoníthatjuk. S bár ezen állításunkat csak 95% valószínűséggel jelenthetjük ki, ez gyakorlatilag nagyobb pontosság, mint a gyakorlati élet „biztos" állításai.

Megalapozottan vonhatunk tehát le eredményünkből néhány következtetést:

a) Az itt tapasztalt jelentős javulás természetesen a konkrétan vizsgált órára vonatkozik, s nem lehet azt úgy általánosítani, hogy az ITV adásainak felhasználása minden esetben ilyen eredményt hoz. Nyilván vannak kisebb hatékonyságú, kevésbé sikerült, esetleg jobb adások is.

b) Az aránylag meglepően nagy eredményjavulás egyik oka nyilvánvalóan a kiválasztott óra. Az elektromotor működési elvének, szerkezeti felépítésének tanítására hagyományosan rendelkezésre álló motorminta méreteinél és felépítésénél fogva nem alkalmas tanári demonstrációs célokra. Többségében ugyanez vonatkozik az „Elektrovaria" megfelelő modelljére is, bár annak láthatósága jobb. A néhány felesleges részlettől eltekintve logikusan felépített TV-s órán viszont ábrák, modellek segítségével, valamint közeli kameraállásokkal lehetőség nyílt egyrészt a működési elv megértésére, valamint a felépítés részletes bemutatására és elemzésére.

c) Mint említettem, rontotta az adást a történeti rész, melynek tömörebb tárgyalása esetén a felszabaduló időből több juthatott volna az adásban feltett kérdések tanulói megválaszolására.

d) Meglevő realitásként kell tudomásul venni, hogy a tanulók igen sok ismeretet és rendszeresen szereznek a rádió, televízió stb. útján, s így az ismeretszerzés ilyen formája nem szokatlan számukra, nem jelent külön terhet az ehhez való alkalmazkodás.

e) Minden adásra hasonló vizsgálatot elvégezve kiválaszthatók lennének az eredményt javítók és azok, melyek jelenlegi formájukban nem megfelelő hatásúak, tehát módosításra, átdolgozásra szorulnak.

4. *A vizsgálat további finomítási lehetőségei*

1. A módszer részletes ismertetését megelőző megjegyzéseink közül az utolsóban felvetett kérdésekre történő válaszadás lehetőségeiről szeretnék végül szólni. [1. *e)* pont] Az egyik ilyen jogos problémafelvetés az volt, hogy a nyert eredményt nem befolyásolta-e a tanulók „információcseréje"? Ez a kérdés a statisztika nyelvére lefordítva annak megvizsgálását jelenti, hogy az egyes csoportok (minták) elemei függetlenek-e. Az a választott kísérleti sémából következik, hogy a két csoport független, hisz nincs közös elemük, de a csoporton belüli függetlenség is érdekes a mi szempontunkból s ennek a megvizsgálása szinte soha sem történik meg.

Mivel a módszer végigvitele olyan matematikai apparátust igényel, melyre ez a cikk nem készíti fel az olvasót, ezért csak az alapgondolatot ismertetjük.

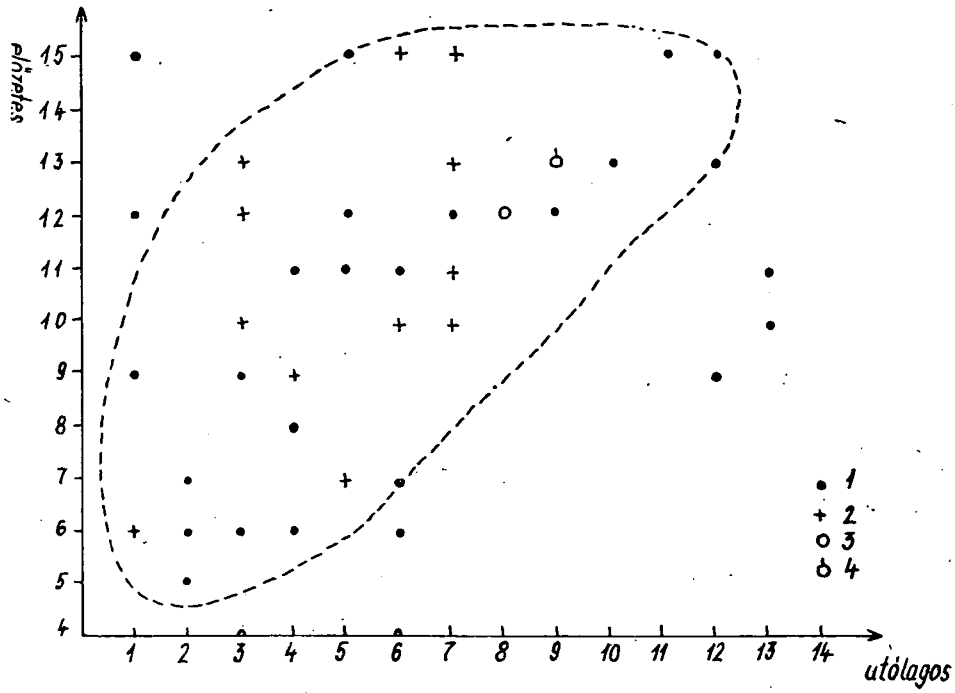
Az eljárás elve az, hogy egy a tanulók közötti esetleges kapcsolat feltehetően az értékelt dolgozatok pontszámaiban (melyek a mintaelemek vizsgált jellemzői) érezteti hatását, nevezetesen úgy, hogy az egy környezetből kikerülő dolgozatok közel azonos pontszámúak. Ha az értékelés az ülésrendnek megfelelően történik, akkor közvetlenül is lehetőség van az ilyen összehasonlításra. Az eljárás a *d* (differencia)-próba nevet viseli és úgy teremt a további vizsgálathoz alkalmas mumerikus értékeket, hogy az egymásutáni mintaelemek különbségeit képezi. Abból indul ki, hogy ha valamilyen tendencia érvényesül, ezek a különbségek kisebbek lesznek, mint pusztán a véletlen következtében lenniük kellene.

Az így képzett különbségek négyzeteinek összegét osztva az eggyel csökkentett elemszám kétszeresével olyan értéket kapunk, mely szintén az elméleti szórásnégyzetet becsüli. Mivel a minta szórásnégyzete is ezt teszi, hányadosunk a nullhipotézis szerint 1. E hipotézis pedig a jól ismert módon vizsgálható.

A számolás elvégzése természetesen mindkét csoport esetén az elő- és utófelmérésre vonatkozóan indokolt. Ezt végrehajtva, mind a négy esetben negatív eredményt nyerünk, tehát az eredményeinket a tanulók egymásrahatása 95% valószínűséggel nem befolyásolta.

2. Egy másik önként felvetődő kérdés az lehet, vajon függ-e és mennyire az utófelmérés eredménye a tanulók fizikai előismereteitől, azaz más-e egy módszer hatásossága nem egyforma szintű előismeret esetén. A függőségre szinte triviális igen a válasz „első látásra" is, de statisztikai vizsgálatára is lehetőség van. Ez felvilágosítást ad a függőség erősségére is.

Az erre vonatkozó meggondolások arra alapulnak, hogy ha egy tanulón több mérést is végzünk pl. esetünkben kettőt, akkor síkbeli koordináta rendszerben ábrázolhatjuk az összetartozó értékeket, melyeket pontok reprezentálnak. Így pl. a kísérleti csoport esetén az utó- és előfelmérés eredményeit ábrázolva az alábbi pontdiagramot nyerjük (1. ábra). Első közelítésben már az így kapott ponthalmaz elhelyezkedése is tájékoztat bennünket a függőségről (korrelációról) vagy függetlenségről. Ha az teljesül, hogy az egyik változó nagyobb értékéhez a má-



1. ábra

sik változónak is nagyobb értéke tartozik, akkor a kapcsolat pozitív, s negatív, ha a fordított arány igaz. Ideális esetben tehát egy pozitív vagy egy negatív iránytangensű egyenest kapunk. Gyakorlatilag ilyen eset nagyon ritkán fordul elő, s az ábrából is látható, hogy ettől messze vagyunk, de mindenesetre a pozitív kapcsolat látszik. Ehhez a grafikonhoz egy, a mintaelemekből kiszámolható korrelációs együttható tartozik, mely a kapcsolat erősségéről tájékoztat. Ez esetünkben 0,48 tehát elég erős (mivel értéke 0 és 1 között változhat), azaz az előfelmérés által vizsgált ismeretanyag szükséges ahhoz, hogy az óra eredményes legyen. Visszatekintve az előfelmérés feladatlapjára (az utolsó, 5. kérdéstől eltekintve) ez az eredmény reális is, hiszen ott a motor működési elvének megértéséhez szükséges mágneses és elektromágneses jelenségek ismeretét ellenőriztük.

Az ismertetett eljárás lehetőséget nyújt tanítási órákon alkalmazott különböző oktatási módszerek, eljárások, szemléltető eszközök stb. eredményességének vizsgálatára. Kétségtelenül munkaigényesebb egy egyszerű átlagszámításnál, de valószínűségi alapon hozott döntései egzaktabbak, s mód nyílik olyan tényezők figyelembevételére, melyek eddig elsikkadtak, vagy hatásukat nem tekintették jelentősnek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Rényei Alfréd: Valószínűségszámítás. Tankönyvkiadó, 1968.
[2] Itelszon: Matematikai és kibernetikai módszerek a pedagógiában. Tankönyvkiadó, 1967.
[3] Hajtman Béla: Bevezetés a matematikai statisztikába pszichológusok számára. Akadémia Kiadó.
[4] A televízió és a film felhasználásának módszertani kérdései (OPI), 1970.
[5] Éltető—Ziermann: Matematikai statisztika. Tankönyvkiadó, 1961.

A t-eloszlás táblázata (részlet)

f	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
21	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Az F-eloszlás táblázata (részlet)

$p = 2{,}5\%$

f_2/f_1	24	30	40	60	120	
20	2,41	2,35	2,29	2,22	2,16	2,09
21	2,37	2,31	2,25	2,18	2,11	2,04
22	2,33	2,27	2,21	2,14	2,08	2,00
23	2,30	2,24	2,18	2,11	2,04	1,97
24	2,27	2,21	2,15	2,08	2,01	1,94
25	2,24	2,18	2,12	2,05	1,98	1,91
26	2,22	2,16	2,09	2,03	1,95	1,88
27	2,19	2,13	2,07	2,00	1,93	1,85
28	2,17	2,11	2,05	1,98	1,91	1,83
29	2,15	2,09	2,03	1,96	1,89	1,81
30	2,14	2,07	2,01	1,94	1,87	1,79
40	2,01	1,94	1,88	1,80	1,72	1,64
60	1,88	1,82	1,74	1,67	1,58	1,48
120	1,76	1,69	1,61	1,53	1,43	1,31
	1,64	1,57	1,48	1,39	1,27	1,00

Lukács—Péter—Tarján: Tarkabarka fizika

Játékos ötletek gyűjteménye a kötet. Emeljünk ki néhányat.

Hogyan lehet tüzet tűzzel oltani? Lehet-e forró a jég? Miért zuhan le a mesterséges hold? Hogyan lehet munkára fogni a napsugarakat?

Az előbbieken kívül még sok-sok érdekesnél érdekesebb jelenség magyarázatát adják a könyvben a szerzők.

Az ábrákat Fekete Géza rajzolta.

(Móra Könyvkiadó, Budapest, 1972.)

Szabó Magda: Tündér Lala

Tündérországban él, Írisz királynő kisfiával Lalával. Nagyon furcsa tündérgyerek Lala. Más mint a többi. A tündérgyerekek elégedettek, derűsek, gondtalanok. Nem vágynak el szép Tündérföldről, még kíváncsiságból sem. Csak éppen Lala. Mindig olyasmin töri a fejét, ami nem tartozik rá. A tudós varázsló szövi a szálakat és elindulnak azok a hihetetlen események, amelyek felzavarják Tündérföld nyugalmát, békéjét.

Az eseményeket követik Würtz Ádám rajzai.

(Móra Könyvkiadó, Budapest, 1972.)