

fizikai szemle

AZ EÖTVÖS LORÁND FIZIKAI TÁRSULAT LAPJA

Alapította Eötvös Loránd 1891-ben Mathematikai és Physikai Lapok néven

XXXIII. évfolyam

5. szám

1983. május

MIKRO

Csákány Antal—Marx György
ELTE Atomfizikai Tanszéke

Századunk közepén szemünk előtt bontakozott ki a *nagyléptékű tudomány* (big science). Amikor jelezni kívántuk a készülő átalakulást, amit majd a tudományos-technikai forradalom az egész társadalomra kifejt, századunk második felét *atomkor-nak* vagy *úrkorszaknak* neveztük. Innen Pestről nézve talán kicsit fellengzősen hangzottak ezek a kifejezések, inkább utópiának hatottak, mint rövidtávra vonatkozó hazai prognózisnak, mégis az egzakt tudományok világképfómáláson túlmenő, a mindennapi létet is befolyásoló jelentőségét vetítették előre.

Nos, 1983-ban maghasadásból származó villamos energia is érkezik lakásunkba. Az alatt az évtized alatt, amíg a terv valósággá érett, tanultuk, hogy nem a kellő tömegű urán összegyűjtése a legnehezebb feladat. Paksról olcsóbban érkezik a villamos energia, árának zömét azonban nem az urán ára teszi ki, hanem a *minőségi építés* (a munka) és a *biztonságos szabályozás* (a tudás) költségei. A paksi vállalkozás iparunk minőségi teljesítőképességének felső pereme közelében mozog. A technikai igényesség, automatikus ellenőrzés, üzemeltetési biztonság feladatait kell megoldanunk! Ehhez pedig az eddigieknél szabatosabb és komplexebb munkára kellett nevelnünk magunkat. — Hogy a nukleáris technika ne távoli értetlen fenyegetés legyen, ne a társadalmi elidegenedés újabb forrása, annak biztosítása nekünk (fizikatanároknak és fizikusoknak) morális kötelességünk. 1982-ben az atomerőmű kormánybiztos javaslatára radioizotópok és sugárzásdetektorok kerültek több gimnáziumba, hogy a fiatalok tudatában tárgyi valósággá érlelődjön a nukleáris energia. De e kezdeményezés alapfeltétele a tanárok sugárvédelmi kiképzése és megszerzett képesítése volt.

Magyarország is készül a Véga-expedícióra, amely 1986 januárjában először látogat meg egy üstökösöt. Nem a hordozórakéta nagysága jelenti a fő kihívást. Feladatunk annak biztosítása, hogy a Halley-üstökösöt megközelítő obszervatórium a Nap túlsó oldalán emberi beavatkozás nélkül *begyűjtse és onnan automatikusan a Földre továbbítsa az információt* a világtér eme szerveskémi laboratóriumáról.

A nagyléptékű tudomány hétmérföldes lépéseit távolból szemléltető hazai szakemberek előtt eközben testet öltött egy nem kevésbé igényes kihívás: az informatika kihívása. Az úrkutatás kormány-

biztosa és az atomerőmű kormánybiztosa mellett *mikroelektronikai* kormánybiztos koncentrálja országunk gazdasági, ipari és szellemi erőfeszítéseit. Magyarországon is elkezdődött az *információ kora*. Ennek különböző aspektusairól írt vezércikket a Fizikai Szemlébe Vámos Tibor (1982. június) és Valkó Iván Péter (1982. szeptember). És éppen a *mikro* kínálja a legjobb lehetőséget, hogy magyar fizikusok néha-néha a *hétmérföldes* lépésekhez is hozzájárulhassanak.

*

Hogy a század második felében az elektronika mennyire átformálta környezetünket, azt emlegetni ma már közhelynek számít. A mennyiségi mutatókon túl azonban érdemes figyelmet szentelni a minőségi szinteknek.

A tranzisztoros rádiók (és a rock-koncertek erősítői) fülünk hallatára terjesztették el a rockzenét. A tranzisztoros rádió szükséges feltétel volt ahhoz is, hogy a harmadik világ (napilapokkal el nem érhető, részben egyébként is írástudatlan, elektromos hálózattal sem rendelkező) népei közt elterjedjen, végül diadalra jusson a nemzeti felszabadulás eszméje. A fejlett országokban milliók figyelmét ejti rabul a televízió, hogy sokdimenzióban (hangban, képből, színben) tápláljon agyunkba korábban elérhetetlen tömegű információt múlt-ról és jövőről, hazánkról és a tengerentúlról, néha még a jelenről és a tudományról is. Az *információ-özőn még egyirányú*. Az állampolgár passzívan befogad. Ő csak élvez és ő manipulálható. Ez volt a fejlődés *első fázisa*.

Közben az elektronika haladt tovább. A magnó, a kábeltvé, a videokazetta már választékot kínál, válogatást tesz lehetővé, a *választást igényli*. Kül-országban 1000 filmkazetta közül kölcsönöz ki egyet a honpolgár, hogy mozijegy áránál olcsóbban vigye otthonába maga és gyermekei számára a művészetet *vagy* giccsot, a borzalmat *vagy* tudást. A képűtség, kábeltvé, képmagnó-szolgálat idehaza épp az idén kezd kibontakozni a szemünk látára. Az információbőség után a mikroelektronika a választék bőségével lep meg, ami már a válogatás képességére, az igényességre nevelhet. Ez már a *második fázis*.

1970-ben az „Emberek és elektronok” című írás így fogalmazott: „*Hiszem, hogy az elektronika fogalma végül nem a ponyvához és giccshez asszociálódik, hanem a kulturált alkotáshoz és a demokráciá-*

hoz". Ez egy harmadik fázis lehetőségét vetítette előre.

A mikroelektronika fejlődésének kiugró jelzőoszlopa volt a mikroprocesszor megalkotása a hetvenes évek elején. Ez olcsósága révén milliók számára tette lehetővé a kétoldali direkt kölcsönhatást az informatikai rendszer és az azt használó ember között. Emlékszünk még az első kalkulátorok varázsára, amikor játszani kezdtünk a számokkal és műveletekkel. Sok tizenéves nem szereti a tévét, tévévezető szüleit kritizálja. Az ilyen tizenéves idegrendszere szenved a tévénezés passzivitásától. A játéktérmegekben viszont kétirányú szimultán játék alakulhat ki a kihívást kínáló videógép és agyát a feladatra összpontosító tizenéves között. Intenzív és lenyűgözően gyors az információcsere oda-vissza. A játékos a kalandnak többé nem csupán külső szemlélője. Intellektuális értelemben teljes joggal érezheti magát a kaland reális résztvevőnek! Innen egyenes út vezet új játékprogramok írásához. Azok a fiatalok, akik gátlásait feloldotta a videójáték, élvezni fogják azt is, ahogy a személyi számítógép ösztönzi használóját mind tökéletesebb, mind komplexebb programok megalkotására. A mai elektronika már csábítóan készlet gyors döntésre és racionális alkotásra, amely eredmények a gazdasági életben is keresettek. Ez már a harmadik fázis.

*

A mikróknál nincs nyersanyagprobléma: kavics és homok mindenütt található a szilíciummorzsákhoz. Kell viszont tudás, ötlet, magasszintű technika (high technology)! A műveleti sebességet csak az elektromágneses jelek terjedési sebessége korlátozza. A sebesség növelése érdekében a mikrók egyre kompaktabbak, kisebbek lesznek. Következésképp alacsonyabb a fogyasztásuk és olcsóbb az áruk. Intézményi felhasználásukon túl lépve ez tette lehetővé személyi felhasználásukat. A nyolcvanas években a legsikeresebb személyi számítógépek milliós darabszámban keltek el, ami a tranzistoros rádiók, tévék, magnók, kalkulátorok korábbi rohamos elterjedését idézi fel. Az interaktív mikro különösen a cselekvésigényes fiatalokat vonzza. Nemrég egyikünk így fogalmazott: „a számítógépek intézeti státusszimbólumból a tizenévesek státusszimbólumává válnak”.

Technikai realitás az írógép-számítógép-tévé-magnó-képmagnó egyetlen rendszerre történő kombinálása. Ha ezt a rendszert még a telefonra is rákapcsoljuk, akkor ezek a személyi gépek közvetlenül érintkezhetnek egymással. Postás helyett házi telex szolgál ki. Információt kaphatnak a központi adattároló számítógéptől. (A francia posta telefonkönyv helyett most építi ki a keresett telefonszámot és egyúttal képűtságot nyújtó telefonvonal-képernyő hálózatát.) Közvetlenül a vállalat számítógépéhez kapcsolódva a hivatali munka otthoni elvégzését is lehetővé válik (gondoljunk a közlekedés, irodaszobák stb. tehermentesítésére, a GYES-en levő munkaerő hasznosítására). Ahogy megfogalmazódott: „A leírt berendezés minden eleme műszakilag létezik, sőt tömeggyártásuk is megoldott. Az elterjedéshez csak kereskedelmi és politikai gátak lebontása, gyártás és infrastruktúra ki-

építése, az egész rendszer egységes szabványosítása, végső soron társadalmi szervezés és összhang szükséges. Számunkra talán, gyermekeinknek mindenképp valósággá válik.” (Vannak, akik a hazai telefonhálózatra hivatkozva emlegetik a vállalkozás irrealitását. De tudott, hogy a telex másodpercekre, a telefonbeszélgetés viszont percekre veszi igénybe a telefonvonalat! Akadnak olyanok a fejlett technológiájú országokban, akik már annak a lehetőségét vetik fel, hogy egy központi kém-számítógép a mikro-rendszer használójának tudta nélkül ellenőrzi: mit számol, mit ír, milyen feljegyzéseket tárol a használó memória-diszkjein.)

A számítógép intelligens partnernek (játsszótársnak, munkatársnak, vetélytársnak) kínálkozik, ezért fokozott érzelmeket vált ki. A Vörös Brigádok számítógépet rombolnak, másokat rabul ejt, mint egy kábítószer. Polarizálni fogja a tantestületeket. Egy számítógép-bemutató után Budapesten így fakadt ki egy magasállású hölgy: „Fantasztikusan okos ez az Apple. Nem szeretnék együtt lakni vele. Szégyelnék levetkőzni előtte.”

A gazdasági pangás embermilliókat tett munkanélkülivé Nyugaton. Ezek azt várják, hogy újabb gazdasági fellendülés vissza fogja adni régi munkahelyüket. A közgazdászoknak más a véleménye. Sok régi munkahelyet időközben felszámolt a profilváltás, automatizálás. A Fuji, Toshiba, Volvo gyáraiban robotok végzik az igényes szerelési, forrasztási munkákat, ezáltal sokszorozva meg az emberi munkaerő termelékenységét és lehetővé téve az életszínvonal-tartást, sőt emelést. Nem valószínű, hogy egyszer majd vissza lehet térni a régi típusú munkahelyekre. Új feladatokat kell vállalni, új termékeket kitalálni, új technikákat megtanulni, hogy munka adódjon.

NSZK-ban készült tervtanulmány szerint a fejlett ipari országokban elkerülhetetlenül várható, hogy a következő generáció dolgozói mintegy felének kell számítógéppel kapcsolatban lennie. (Az USA közeledik ahhoz az állapothoz, hogy a dolgozó népség fele közvetve vagy közvetlenül informatikával foglalkozik.) Japán nyersanyagban szegény ország, a világgazdasági korszakváltás mégsem hozott életszínvonalcsökkenést és munkanélküliséget. A nyersanyagigényes és kézimunkaigényes iparágakról a mikroelektronikára, (első sorban a mikroelektronika tömegtermelésére) tértek át. Japán nem veszteséges üzemek fenntartására fordítja az állami támogatást, hanem a felszabaduló dolgozók azonnali átképzésére. Svédország a szakszervezetekkel összhangban vezeti be a robotokat a népszerűtlen munkahelyek felszámolására.

A termelékenység, gazdaságosság, nyersanyag- és energiatakarékosság leckéje nekünk is feladott.

*

Computer literacy. Ez a szóösszetétel arra utal, hogy a mai ember literátusságát (eredeti jelentésben írni-olvasni-tudását, jelenkori értelemben információfeldolgozási jártasságát) nem soká lehet elképzelni számítógép-ismeretek nélkül. A számítógép-programozás a második betűvetés rangjára emelkedik. A BASIC vagy valamelyik másik programozási nyelv ismerete éppúgy a műveltség

és használhatóság ismérve lehet, mint egy idegen nyelv ismerete.

Egyesek szerint kár a betűvetést emlegetni, amikor az emberi alapképesség három komponensét (aritmetika, írás, olvasás) mind feleslegesebbé tesszük a gépek. Mert minek a kisegyszeregy, ha már mindenütt kalkulátorok vannak? Minek olvasni tudni, ha a tévé már nemcsak felmondja, de képeken mutatja: mi az újság? Mire való az írástudás, ha a komputer végtelennek tűnő memóriájából az elektronika szerelmeslevelet érzelmeinknek megfelelően válogathatjuk össze a telexüzenet számára?

A mélyebb elemzés azonban elvezetett a számítógépes kultúra fogalmához.

A kultúra szó latinul valaminek tenyésztését, művelését jelentette. Emeljük ki ebből az aktivitást! Így a *számítógépes kultúra* fogalma a megválaszolható kérdések garmadáját veti fel. Mikor válik egy ismeretkör konstruktívá? Mitől szolgál egyéni és társadalmi célokat egyszerre? Hogyan lesz a számítógép játékból termelőerővé? Mi a szükséges feltétel a fejlődés elindításához? Ki kezdje? Kik folytassák?

Hogy a számítógépes kultúra betölthesse aktív funkcióit, annak három összefonódó feltétele van:

— *anyag, tárgyi eszközökkel való demokratikus ellátottság.* Számítástechnikát nem lehet csupán könyvből tanulni. (A huszonevesek párkapcsolatainak kialakításához sem elég, ha ifjúsági magazinok szexuális tanácsait olvasgatják.) Angliában a BBC sok adást felőlelő televíziósorozatot indított, amely egy külön e célra tervezett személyi számítógép építésére és használatára tanít. Elindejtése minden bizonnyal szép summa befektetését igényelhetette, mert egyidőben piacra dobták a szükséges alkatrészeket is, az összeszerelt BBC-gépet is. Minek nevezzük ezt a vállalkozást? Üzletnek vagy köznevelésnek?

— *átgondoltan szervezett közoktatás.* A tanterv, tankönyv, tanár olyan együttese, amely nem csupán a legújabb minisztériumi utasítást „tudja le”, hanem amelynél minden összetevő működése személyes érdeklődésből és a közös feladat fontosságának mély átérzéséből fakad.

— *megértő, újszerű megoldások befogadására kész társadalmi környezet.* Az automatizálás, számítógép-kultúra nem az iskola kizárólagos feladata, hanem a termelés, ügyvitel, a mindennapi lét. Olyan társadalmi miliő, amelyben az anyag- és energia-tékozlás korunk által követelt megszüntetése, a terhes és éppen ezért mechanizálható emberi munka csökkentése nem csupán jelszó, ahol a bürokráciát nem a hivatal fontosságát bizonyító végcélnak tekintik. Mit érnek a vezércikkek és mit a nyílteszű fiatalok okos ötletei, amíg a bankok, SZTK és más hivatalok a számítógéppel másodpercek alatt elintézhető legegyszerűbb ügynél is papír-„bizonylatokra”, különböző szintű főnököktől származó aláírások tucatjára köteleznek?

*

A diákok figyelmét az esetek többségében először a *számítógépes játékok* ejtik rabul. A mikro-számítógép ilyenkor univerzális játszótársként jelenik meg. Olyan játszótársként, aki a fiatallem-

ber ízlése és hangulata szerint hajlandó egyszerű amőbát, logikaébresztő sakkot vagy kalandvágyat kielégítő úrháborút játszani. E játékok egyikét-másikat olyan profi szinten műveli a mikro, hogy akaratlanul is felébreszti a tiszteletet a fejlett technika iránt: „Ennyi okosság egyetlen dobozban!”

A komputeres játékok jelentős része tudatosan az emberi génekbe írt viselkedésformákra (üldözés-menekülés, támadás-védekezés, lelövöm-lelőnek motiváció) alapul. A képernyőkön bonyolult ábrák és mozgások állíthatók elő, ezért az ilyenfajta játékok látványosak és vonzóak, nehéz őket abbahagyni. A tizenévesek videojáték-bűvölete világjelenség. Van, ahol korhatárhoz kötik (Svédország) vagy államilag tiltják (Fülöp-szigetek) ezeket a játékokat. A videoszenvedélynek nem csak az a veszélye, hogy nehéz a játékot abbahagyni, de élvezői a világot is esetleg a videojáték mozgásformáin, skémáin keresztül kezdik látni. (Mintha valaki a háborút vagy annak lehetőségét is csak egy érdekes sakkpartinak tekintené, ahol újra fel lehet állítani a bábukat.)

A legtöbb videojátéknak — még a lövöldözős-vadászós játékoknak is — van haszna: a játékost nagyon különböző, gyorsan változó, dinamikusan viselkedő helyzetekhez való adaptációra szoktatják. A fiataloknak gyorsabbak a reflexei. Gyakran helyzetfelismerő képességük is jobb. Könnyebben tanulnak próba-szerencse alapon. Így a komputeres játékokban rendszerint ügyesebbek, mint az idősek. Ez sajátos (olykor egyoldalú) értékítéletre vezethet. Azt sem szabad elfelejteni, hogy a videotenisz vagy videojéghoki ugyan koncentrált figyelmet és jó reflexet igényel, mégis aligha versenyképes e téren egy jőutemű tenisz- vagy kézilabda-mérkőzéssel. De mégis el kell ismernünk, hogy a videojátékok végső soron olyan képességeket fejlesztenek, amelyek alapján a pilótákat tesztelik. (Ezt célozta a Medicor „Balaton” nevű műszere is, amelyet Farkas Bertalan vitt fel a Szajuzra.) Ilyen képességek az autóvezetéshez meg sok-sok műszaki munkakörhöz szükségesek!

A videojátékok másik haszna, hogy észrevétlenül hozzászoktatnak a számítógép használatához, a billentyűzet és képernyő által kínált lehetőségekhez, egyszersmind azok korlátaikhoz. Természetessé válik, hogy potenciométerekkel, botkormányokkal, logikai ciklusokkal összetett vezérlési feladatokat lehet megoldani.

A videojáték mindig aktív részvételt kíván. A kétirányú kommunikáció során taktikázni kell és gondolkodni: a játékos nem ússza meg szellemi torna nélkül. A mikro a mozdulatokat, majd a logikát fegyelmezi. Közben életrekel a gyerek fantáziája.

(Az amerikai nyelv külön szót is alkotott a játéktermék interaktív videogépeibe feledkező, majd önmaga kedvére új játékot alkotó, komputer-programozásba beletanuló fiatalokra: *nurd.*)

*

A 40 vagy 70 fontba kerülő Zixi (a házi tévére köthető Sinclair ZX-81 mikrokomputer) a Fizikai Szemle júniusi címlapjára is odaszökött. 1981 óta millió példányban kelt el, főleg tizenévesekhez került. (Londonban a metrójegy ára 1 font körül van.)

Nálunk a TIT-ben fiatalok (köztük tizenévesek) a komputerépítő klub tagjai. Ifjak lépik el intézeti komputereinket. Az új generáció éhesen várja a komputereket, fogadni kész a mikroelektronikát. (Már csak azért is, mert itt nincs nyomasztó hátrányuk a befutottakkal szemben.) Pedig a komputer fegyelmezett logikára, következetes gondolatmenetre kényszerít. Olyan szigorú nevelő, mint a legprecízebb matektanár. A fiatalokat jelenleg a határokon átszivárgó mikrók, a SZÁMOK és KFKI néhány diákfoglalkozása engedi komputerközelbe. Akadnak olyan gimnáziumi osztályok, ahol — a jó tanár működésének hála — a 15 évesek negyede-harmada már literátus BASIC nyelven, ez még kutatóhelyen is elfogadható arány volna. . .

A játék és hobby mellett a másik találkozási lehetőséget végül is az iskola jelenti, ahol a számítógép valamelyik tantárgy oktatásánál jelenik meg. A fizika tantárgy különösen alkalmas arra, hogy nehezen átlátható összefüggéseket (bolygómozgás a Newton-féle mozgástörvény alapján) számítógép segítségével láttasson; be nem mutatható természeti jelenségeket modellezzon (molekulák statisztikus ütközése) vagy veszélyes berendezések (pl. atomreaktorok) működtetését mutassa be élményszerűen.

Sajnos, ez a fajta találkozás Magyarországon ritka volt, figyelmen kívül azonban semmiképpen nem hagyható. A tanulók — ha hagyják őket — örömmel futtatják még az unalmasnak nevezhető programokat is különböző paraméterekkel. Élvezik a géppel való „beszélgetés” lehetőségét. Amerikában van olyan egyetem, ahol minden szakos hallgatónak kötelezően van mikrokomputere.

Elektronikában, számítástechnikában jóval előtünk járó országokban teljes tanfolyami kurzusok számítógépes programjai érhetőek el. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a tanuló saját tempójában ismerkedjék a tananyaggal, feladatai elbírálásánál ne érvényesülhessen semmiféle rokon- vagy ellenszenv. Már az oktató programok passzív használata is ismereteket közöl a számítógépről, kezeléséről, felhasználási lehetőségeiről. Sok gyerek érdeklődését keltheti fel életreszólóan.

A géppel való igazi megismerkedés az lesz, ha valaki elszántan beiratkozik vagy csak belesodródik valami *programozási tanfolyamba*. Természetesen olyan körülmények között, hogy tudását azonnal kipróbálhassa számítógépen. Az eddigi tapasztalatok szerint a diákokat elsősorban a képernyőre való rajzolás, valamiféle mozgás előállításja izgatja. Egy-egy karakterekből összeállított ábra megkonstruálása órákra a gép mellé képes szegezni őket.

Nagy élmény számunkra a gép merev, tévedhetetlen logikája is. Nem véletlen, hogy a diákok által írt első programok többsége valamifajta barkochba-játék, — rendszerint a személyes érdeklődésnek megfelelő témakörben. Később az új ötletek a programozási ismeretekben való előrehaladás függvényében jelennek meg. E téren azután tényleg vannak köztük igazán invenciózusok. Ne csodálkozzunk. Egy tengerentúli felmérés azt állítja, hogy programozásra a 12 és 16 közé eső életévek potenciálisan a legalkalmasabbak.

A hazai összeállítású *programozható számológépek* (a PTK-1072 és a PTK-1050) minden különös kampány és nyomás nélkül terjedtek el. A Minisztérium bátorította, az iskola (többnyire fizikatanár kérésére) fizette ki egy vagy több gép árát. A programok nem független célként, de tanítási eszközként kerültek a fizika új munkafüzeteibe. Van iskola, ahol ma mechanika vagy statisztika tanításakor minden tanuló párnak jut egy a négy-ötezer forintos gépből. (Valamikor írásvetítőkre, tévékre, magnókra is került ennyi pénz.) A programozható kalkulátor azért aratott sikert, mert híre ment: a diákok már az első órán elfogadják használatukat és élvezni kezdik azt. A tanárok rájöttek arra is, hogy valóságtól elrugaszkodó sztatika-példák után már az ilyen kalkulátor is szép utat nyit a dinamika erejének, prediktív hatalmának bemutatására. Egy gimnázium fakultatív fizikát tanuló diákjai fizikaórán ismerkedhettek meg a PTK-1050 programozható kalkulátorokkal, sőt kölcsön haza is vihették azt. Egyöntetűen úgy nyilatkoztak, hogy nagyon érdekes kihívással találkoztak, a programozás nagyon érdekes szellemi tevékenység. Kivételesen szeretnék tovább bővíteni ismereteiket. De keveselték az erre kapott időt, mert a programozás „azért munka a javából”.

Ha nem tekintjük a számítógépprogramozásra hivatalosan szakosított néhány osztályt, a magyar iskolákban elsőként legtöbbször fizikatanárok figyeltek fel egyes diákok komputerizálására, no meg a komputerek által fizikatanításban új utat nyitó lehetőségekre. Van iskola, ahol komputer kerül a fizika vagy technika órára. No, 1982-ben még nem az iskoláé volt a komputer. Egyik diák vagy — ritkában — a tanár hozza be saját gépét. Van iskola, ahol már több diák szerzett vagy épített mikrokomputert! (Elsőként a technikatanárokat képezték ki szervezeten programozásra az elmúlt évek levelező tanfolyamain.) Aki a BASIC nyelv segítségével találkozott először a számítógépes kultúrával, sokkal többet átláthatott sokkal kevesebb fáradsággal. A lényeges az: nem mindegy, hogy mit és hogyan tanítanak. Különlegesen fontos azonban az eredményes találkozáshoz, hogy a diák géppel találkozzon. Mert a fiatalok szinte rátapadnak a magánúton odakerült PETre, Zixire vagy névtelenül „barkácsolt” gépre, elfeledkezve ebédéről, el a szülőknél ígért hazaérkezési terminusokról. . .

1983-ban valósággá vált, hogy a Híradástechnika Szövetkezet legyártott 1000 iskolai számítógépet, amelyet a Művelődési Minisztérium — súlyos forint és valuta befektetéssel — eljuttat a középiskolákba, legalább egyet minden gimnáziumba. Hogyan fogadják majd őket?

Az új tantervek a 70-es években készültek. Akkor a Műszaki Bizományiban még a kalkulátor került annyiba, mint ma ugyanott a ZX-81 mikrokomputer. (Kevesebbe, mint egy színes tévé. Többbe, mint egy fiatal fizikatanár félévi fizetése.) A jövő lehetőségeihez mérten az új tantervben is kevés az informatika és elektronika. *Jogos a szakemberek hiányérzete a középiskola lassú igazodása miatt???*

Mégis több lesz az elektronika a gimnáziumban, mint amennyit most végzett fizikaszakos tanárje-

lőltjeinek tanított egyik előkelő egyetemünk. Ilyen szempontból felülvizsgálatra szorul egész tanárképzési koncepciónk. Hiszen van olyan egyetemünk, ahol a nyolcvanas években elektronikai ismeretek címén elektronikus trióda karakterisztikáit vizsgálták, ahol fizikaszakos tanárjelöltnék csak képen mutattak számítógépet. *Jogos tehát a neokonzervatív szülők (néha tanárok) aggodalma a tananyag túl gyors modernizálása miatt???* („Hiszen a tanárok sem tanulták az egyetemen!”)

Mindkét kritika önmagában igaz, de így együtt ellentmondanak egymásnak!

Nem érdemes vitatkozni azon, hogy a mikrók területén az *ipar, a kereskedelem* vagy az *iskola* van nagyobb lemaradásban. De fontos tudnunk, hogy *tanítványaink pszichológiailag előttünk járnak!* Így természetes korszakváltás idején. Ne féltsük tehát őket a mikrosokktól!

Komputereket a magyar diákok kezébe, ma ezer, holnap talán tízezer, akár százezerszám?

Az autó drágább, mint a mikro. Nehezebb megtanulni autót vezetni, mint komputert programozni. Mégis jó egy évtized alatt többmillió jogosítványért vizsgáztak, egymillió autó került hazánkba, személyi tulajdonba. (Fém- és benzinigényes autók!)

Úgy tűnik, *elsősorban a fizikatanárok képesek* az elektronika-számítógép-feladatmegoldás háromságát a diákok felé közvetíteni. Nincs kidolgozott külhoni recept az elektronika és informatika széles körű tanítására, máshol is most bajlódnak a feladattal. De már a jelen iskolai keretek közt is vannak lehetőségek. Nagyon szép pedagógiai feladat, hogy a tizenévesek körében videojátékok iránt mutatkozó szenvedélyes érdeklődést átvigyük a számítógépekre és azok alkotó használatára. Milyen jó lenne, ha hazánk példát mutatna olyan videojátékok alkotására, amelyek természettudományos jelenségeket használnak, reális mozgástörvényeket ismertetnek meg, logikus gondolkodásra is nevel-

nek! A tanulók kezébe adott programozható kalkulátor (rövidesen az iskolai számítógép) utat nyit majd a dinamika és statisztika leglényegének tanításához, átalakítva egész fizikatanítási stratégiánkat, orvosolva a differenciál- és integrálszámítás hiányából fakadt évtizedes gondokat. A számítógépkultúra elsőként a reáلتárgyakat itathatja át. A matekban fokozódik a matematikai logika és kombinatorika szerepe. Nincs akadálya, hogy a genetika és statisztikus fizika bit egységekben számolja a szerzett vagy elvesztett *információt*. A tanár divatot csinálhat az osztályban a mikrókból. (Majd ha egy-egy apuka külföldre utazik, és hozni akar valamit a gyerekeknek, erre gondoljon. A Zixinek a hivatalos vámjá is viszonylag méltányos. De az USA kormánya teljesen *adómentesnek* nyilvánította az iskolának adományozott Apple mikrokomputereket!)

A növekedés mindig egyenlőtlen. A fejlődés dialektikája krízisekkel jár. De a feszültségek a változás motorjai a fizikában is, a társadalomban is.

IRODALOM

- Vámos Tibor: Személyi számítógép. Fizikai Szemle 32 (1982) 201.
 Zámori Zoltán: A számítógépek tömeges megjelenése elé. Fizikai Szemle 32 (1982) 211.
 Valkó Iván Péter: Mikroelektronika és társadalom. Fizikai Szemle 32 (1982) 321.
 Csákvány Antal: Mit tud a zsebszámológép. Műszaki Könyvkiadó (1978).
 Csákvány Antal – Vajda Ferenc: Mikroszámítógépek. Műszaki Könyvkiadó (1976).
 Csákvány Antal – Vajda Ferenc: Játékok számítógéppel. Műszaki Könyvkiadó (1980).
 Csákvány Antal – Tarnay Katalin: Kiszámítógépes oktatórendszerek. Információ-Elektronika 14 (1979) 121.
 Marx György: Emberek és elektronok. Filmkultúra (1970 dec.)
 Marx György: Az információ kora. Népszabadság (1982. dec. 24.)

A NEM-VÉLETLEN VÉLETLENSÉGE

Ja. G. Szinaj
 Landau Intézet, Moszkva

A klasszikus valószínűségelmélet olyan véletlen eseményeket és folyamatokat tanulmányoz, amelyek valószínűségeit, valószínűségeloszlásait eleve adottaknak tekintjük. Ezek legismertebb példája a fej-vagy-írás játék, ahol az érme két oldalának valószínűségei egymással egyenlőek, így értékük $1/2$. Valamivel bonyolultabb valószínűségi struktúrákról van szó a kártya keverésénél, a rulettjátéknál, a lottónál stb.

Jakov Grigorjevics Szinaj, a matematikai és fizikai tudományok doktora, a SZUTA LD. Landauról elnevezett Elméleti Fizikai Intézetének és a moszkvai Lomonoszov Egyetem mechanikai és matematikai karának professzora. Alapvető munkái az ergodelmélettel és a statisztikus mechanika matematikai problémáival kapcsolatosak. Az alábbi monográfiák szerzője: *Ergodelmélet* (I. P. Kornfeld és Sz. V. Fomin társszerzőkkel), Moszkva, Fizmatgiz, 1980; *A fázisátmenetek elmélete: szigorú eredmények*, Moszkva, Fizmatgiz, 1980. (A művek angol nyelven is megjelentek a Springer Verlag, 1981 illetve az Akadémiai Kiadó – Pergamon Press, 1982 kiadásában.) Fordította: Szász Domokos és Lang Zsolt.

A valószínűségelmélet törvényei hosszú játék- illetve kísérlet-sorozatoknál érvényesülnek, espedig oly módon, hogy számok, kártyák, lehetőségek ilyen vagy olyan kombinációinak viszonylagos (ún. relatív) gyakoriságai a sorozat hosszának növekedésével alig ingadoznak és meghatározott határérték felé tartanak. Minél hosszabb a sorozat, az átlagok ingadozásai annál kisebbek. A leegyszerűbb játékoknál egy 1000 partiból álló sorozat már kétségtelenül igen hosszú. Ugyanakkor a termodinamikában, amelynek alaptörvényei statisztikai eredetűek, 10^{20} molekulából álló rendszerekkel van dolgunk és az olyan mennyiségek, mint a nyomás vagy a sűrűség 10^{20} molekulára vonatkozó átlagokként fejezhető ki. Itt az átlagok ingadozása már annyira kicsi, hogy azt teljes mértékben elhanyagoljuk és az átlagokkal úgy számolunk, mint teljesen meghatározott mennyiségekkel.

Általában hangsúlyozzák, hogy a véletlen jelenségekre a következő két tulajdonság jellemző: a