


KROÓ NORBERT

A 21. század tudománya

Veszélyes dologra vállalkoztam, amikor ezt a címet adtam előadásomnak, hiszen csak pillanatképeket tudok vetíteni a 21. század tudományáról, de talán mondandóm végére egységes képpé alakulhatnak a hallottak. Összegyűjtöttem néhány, a mi korunkra jellemző dolgot, amelyek kötődnek az ülés témájához, amelyek mindegyikéről hosszasan lehetne beszélni, de lesz, amiről csak érintőlegesen ejtek szót.

Mindazok a változások, amelyek a mindennapi életünk szerves részei, és amelyek áthatják minden részét az életnek, természetesen befolyásolják a tudományt is. Olyanokra gondolok, mint az öreg iparágak hanyatlása, a tehetségek iránti növekvő igény, és az oktatás világszerte csökkenő produktivitása.



A 21. században gyorsan változó világban élünk. Néhány jellemzője:

- Gyors technológiai, politikai, szociális és kulturális változások;
- Pénzügyi, gazdasági, politikai, társadalmi, kulturális válságok;
- Az öreg iparágak hanyatlása;
- A termékek és szolgáltatások növekvő nem anyagi jellege (a média, esztétika és kultúra szerepe)
- Növekvő verseny, csökkenő társadalmi biztonsággal kombinálva;
- Növekvő igény az emberi kapacitások és képességek teljes körének hasznosítására;
- Növekvő igény a kreatív munkaerő iránt;
- A nemzeti populációk növekvő heterogenitása;
- A nemzeti oktatási rendszerek csökkenő produktivitása.

1


1. ábra

Melyek azok a problémák, amelyeket legfontosabbnak érzek századunkban? Úgy vélem, hogy a kérdés eléggé átfogó, ráadásul gondjaink közül jó néhány már korábban is probléma volt, és a jelenben csak nagyobb problémává vált. Van néhány olyan eset is, amikor az emberiség nem volt hajlandó tudomásul venni, hogy ez probléma, és most ugrott csak igazán elő. Hogy gyorsan soroljak ezek közül néhányat: az energia, a víz, az élelmiszer, a környezet, a szegénység, a terrorizmus és háború, betegségek, oktatás, demokrácia, a népességrobbanás, az információözön és a biztonság kérdései. Ezek mind igen komplex problémák, amelyek megoldása tudományos megközelítés nélkül lehetetlen. Hadd mondjam el, hogy már GÁBOR DÉNES professzor, aki a római klub alapítása során az egyik első cikkét írta, abban arról beszélt, hogy az emberiség három dolog miatt pusztulhat ki. Az egyik egy nukleáris háború, a másik a népességrobbanás, a harmadik pedig az ellustulás. Úgy gondolom, hogy ez az utóbbi a legveszélyesebb, és hogy ha Európában körülnézünk, akkor talán ez az egyik legnagyobb probléma.

Vajon melyek azok az alapvető hajtóerők, amelyek a tudományt arra kényszerítik, hogy ezekben az ügyekben részt vállaljon? Az egyik, a globális verseny. Például, az Európai Tudományos Tanácsot azért sikerült létrehozni, mert sikerült meggyőzni a politikusokat, hogy azzal, ha a versenyt nemzetiről európai szintre emeljük, minőségjavulást érünk el. Mára az Európai Tudományos Tanács már több mint 5 éve tevékenykedik, és bebizonyította, hogy az elképzelés jó volt. Ennek következtében úgy néz ki, hogy a Tanács az EU-s költségvetésből lényegesen nagyobb mértékben részesül, mint eddig. Az előző keretprogramban ez az összeg 2 és fél milliárd euro volt. A másik, amiért a tudomány nélkülözhetetlen, az a problémák olyan mértékű növekedése, amelyet csak összefogás útján lehet megoldani. Ehhez kooperációra és hálózatosodásra van szükség. A hálózatosodás természetesen támaszkodik az információs technikára, technológiára. Ez a fizikailag véve megnövekedett tömegű probléma nem csak intellektuális, hanem finansziális kérdésekben is megmutatkozik, ezért a nemzetközi programoknak egyre nagyobb jelentőségük van. Éppen ezért az együttműködések szerepe is növekszik. A gyors haladáshoz, a sikerhez vezető egyetlen út – s ezt mindenütt kiemelem – a kiválóság támogatása. A politikai erők számára vonzó lehet, s talán szükségszerű is, hogy az elmaradott rétegek és régiók fölhozására helyezték a hangsúlyt, s fő feladatként erre fókuszáljanak. Ez azonban biztos, hogy nagyon lassú haladást jelent, hiszen ez a jobbakat visszahúzza a gyöngébbek szintjére. Az Európai Tudományos Tanács jól felismerte, hogy a tudományban nem ez a járható út. A legfontosabb, hogy a legjobbakat, a kiválóan teljesítőket kiemelten támogassák, s nekünk is ezen az úton kell majd továbbmenni. Mindehhez persze megfelelő infrastruktúrára is szükség van.

Nézzük csak meg, hogy milyen kihívásokkal találkozunk a 21. században?

Egyrészt, a hagyományos technológiák kimerülőben vannak, elég ha csak a félvezető technológiákra gondolnak. Hivatkozhatunk ugyan MOORE törvényére, vagyis arra, hogy durván 18 hónap alatt a chipeken a tranzistorok száma megduplázódik, de ez már nem mehet így sokáig! Nemcsak azért, mert egyre többre kerül mindennek az előállítás, hanem mert fizikai korlátokba ütközünk. Ezért, ha tovább akarunk lépni, akkor új technológiákat kell találnunk, amelyek forrása elsősorban a kutatásban és jelentős mértékben az alapkutatásban van. Másrészt, a kutatási eredmények megvalósulásának is nő a sebessége. Erre mindenütt találhatunk mindennapi példákat és az is tapasztalható, hogy ahol a kutatási eredmények alkalmazásának folyamata lassúbb, ott hátrányok keletkeznek, míg ahol gyorsabb, ott pedig előnyt szereznek. Nemcsak extraprofitban, hanem sok minden másban is. A tudomány ugyanis a gazdagságot sokféle formában gazdagítja: egyrészt úgy, hogy közvetlenül felhasználható eredményeket produkál, másrészt, közvetetten felhasználható eredményeket ad, harmadrészt pedig olyan szakembereket nevel, akik a gazdaságban jól megállják a helyüket. Hadd mondjam el, hogy fizikusként, a fizikának nagyon sokat köszönhetek. Nemcsak azt, hogy egész életemben olyasmit csinálhattam, amit szeretek, hanem azt is, hogy olyan gondolkodásmódra nevelt, amely az élet minden területén használható. Használható a modellalkotásra, az életfogytig tartó tanulásra, az idegen nyelvek ismeretére, és még sorolhatnám, mi mindenre, de lényegében arra a problémamegoldó képességre, s egyéb képesség-halmazra gondolok, amelyet a tudomány úgy fejleszt, hogy az az élet más területein is jól alkalmazható legyen. Éppen ezért meg vagyok győződve arról, hogy több embert kell a tudományban foglalkoztatni, mint ahány kutatóra szükség van, hogy azután szétszélvedve az egyéb területekre, gazdagíthassák tudásukkal a gazdaságot. Ebben az esetben persze tudásalapú gazdaságra gondolok, amelynek négy pillére a tudás generálása, megőrzése, terjesztése és hasznosítása. A tudás, és ezt szeretném nagyon hangsúlyozni, a legfontosabb gazdasági hajtóerő napjainkban. Nemcsak összefoglaló, hanem ennél szélesebb körű érdek is, hogy a tudást minél több ember birtokolja. Ahhoz ugyanis, hogy a gazdaság erős legyen, tudásalapú gazdaságra van szükség. *Mire van szükség tehát egy tudásalapú társadalomban?*



Potenciális erősségek egy tudásgazdaságban

- Stabil demokrácia
- Stabil makrogazdaság
- Dinamikus magánszektor
- Erős pénzügyi szektor
- Jelentős méretű piac. Nemzetközi összefogás!
- Erős tudományos és technológiai infrastruktúra
- Kritikus méretű, jól képzett, idegen (angol) nyelven beszélő munkaerő
- Erős beágyazódás egy nagyobb gazdasági (és tudományos közösségbe.

2

2. ábra

Először is stabil demokráciára van szükség, azt hiszem, ez triviális. Másodszor stabil makrogazdaságra, harmadszor dinamikus magánszektorra, azután egy erős pénzügyi szektorra, ahol azonban nem biztos, hogy jó, hogyha bankárok döntenek el, hogy mi a jó, és azt valósítják meg, hanem kell ennek egy kontrolja is. Szükség van még jelentős mértékű piacra, ami különösen nálunk nyilván nemzetközi összefogás nélkül nem működik. A hatékony gazdaságokhoz kell továbbá az erős tudományos és technológiai infrastruktúra, valamint jól képzett, angolul beszélő munkaerő. Fontos az is, hogy beágyazódjunk egy nagyobb gazdasági és tudományos közösségbe – ebben úgy vélem, hogy szerencsések vagyunk, mert szerintem az Európai Unió ez a közösség.

Kiemelkedő régiók a csúcskutatásban Hol lokalizálódik az európai dinamizmus?



in Top 100
in Top 101-200

3

3. ábra

Ezt az ábrát, ezt azért mutatom be, mert egy nagyon fontos kijelentést illusztrál. Mégpedig azt, hogy csúcstechnológia ott fejlődik, ahol csúcshintű oktatás és kutatás van. Az apró pöttyök a térképen azokat az egyetemeket mutatják, amelyek a sanghaji rangsor első kétszáz-as kategóriájába belefértek. A sötétek a százasok, és a fehérek a kétszáz-asokat jelentik. A karikák azokat az európai régiókat jelentik, ahol a csúcstechnológia a legmagasabb fejlettségi szintet érte el. Látható, hogy ez a kettő elég erősen átfedi egymást, de az is látszik, hogy az új EU-s tagországokban, vagy mondjuk úgy, itt Kelet-Közép-Európában nem nagyon látunk ilyen pöttyöket. Szeretnék kitérni egy érdekes tanulmányra, amelyet a Harvard Business News-ban olvastam. Két amerikai professzor azt tanulmányozta, hogy mi az oka az amerikai versenyképesség csökkenésének. Arra a konklúzióra jutottak, hogy ez a legtöbb termék, és így a fejlesztések, a kutatás és a design országon kívülre helyeződésének köszönhető, ami azt eredményezte, hogy manapság már számos olyan termék van, amelyet az Egyesült Államok gazdasága képtelen lenne előállítani. A két professzor érdekes megoldást javasolt, a középkori európai állattenyésztés analógiájára. Akkoriban ugyanis az állattenyésztés nagyon fejlett volt, mert a falvak környékén szabad közös legelők voltak, ahova mindenki kihajthatta az állatokat, olcsóvá téve így a hústermelést. Lefordítva mindezt a mára, a modern kor közös „legelői” azok az alaptermészetek, az alap know-how-k, amelyek általában közpénzből teremődnek meg, így a köz számára elérhetővé kell őket tenni.

A tudományban is gyökeresen új helyzet állt elő. Említettem már, hogy a tudomány egyre inkább a gazdaság hatóerejének tekinthető igen erős versenyhelyzet közepette. Szemben a sporttal azonban, ahol van ezüst, arany meg bronzérem, a tudományban csak aranyérem létezik. A verseny tehát még élesebb, mint a sportban. Kiemelkedő szakemberekre egyre nagyobb szükség van, és ezért megindult a hajsza irántuk. Ez persze azt is jelenti, hogy a hatalmi egyensúly az intézmények részéről egyre inkább a kiemelkedő egyéni tehetségek felé tolódik el. Azonban a társadalmi felelősség vállalása és a döntéshozók pozitív hozzáállása nélkül a tehetség önmagában kevés a megoldáshoz. Az alapkutatások, ahogy azt már említettem, felértékelődnek egyrészt a tudástermelés, másrészt a tehetségképzés, valamint a kutatásban való képzés miatt. Hozzáfűzném mindehhez, hogy szemben a 19. századdal, amikor azon csodálkoztak az emberek, hogy bekövetkezett az ipari és mezőgazdasági forradalom, most három olyan területen vagyunk részesei forradalomnak, mint a biotechnológia, az információs technológiák és a nanotechnológia forradalma, amelyek meggyőződésem szerint, potenciálisan legalább olyan jelentőségűek, mint a 19. századiak voltak. Mindennek következtében tíz-húsz év múlva gyökeresen más tudománnyal találjuk majd szembe magunkat, amire már ma fel kell készülnünk.

A másik új helyzet a tudományban a kiürülő technológiák kényszere, amelyek ugyancsak azt igénylik, hogy jobban koncentráljunk erre a területre. Ha a változásokhoz még az energetikát, a megújuló erőforrásokat, a környezetkímélő megoldásokat is hozzásoroljuk, akkor láthatjuk, hogy új prioritások alakulnak ki. Nemcsak politikailag (hiszen tudjuk, hogy 20 évvel ezelőtt a politikai prioritás a nemzetbiztonság volt), manapság előtérbe került a munkahelyteremtés és a verseny, hogy csak néhányat említsek a még számos további közül. A kutatásban hangsúlyossá válik az úttörő kutatás, amelynek lényege, hogy az igazán nagy eredmények mindig határterületeken születnek. Már nem érvényes a tradicionális terminológia, amely szerint alap- és alkalmazott kutatás, vagy tudomány és technológia elválik egymástól, hanem, mint ahogy azt PUNGOR professzor említette annakidején, *jó kutatásról és kutatókatásokról* érdemes inkább beszélni. A sikeres, úttörő kutatás azonban csak széles kutatási bázison képzelhető el. Ennek illusztrálására a gumilepedőt szoktam használni. A gumilepedő az az általános tudásspektrum, amely a kutatásra, de más területre is jellemző. Az igazi tehetségek azok olyan ceruzák, amelyekkel ezt a lepedőt fölnyomjuk. Ennek következtében azonban, a gumilepedő nem csak egy-egy ponton dudorodik ki, hanem a környezete is emelkedik. Tehetségek nélkül nincsen emelkedés, de a gumilepedő nélkül sincs.

Szeretnék megemlíteni három olyan drámai fejleményt a tudományban, amelyek adatokhoz köthetők. Az egyik, a kutatásból származó adatok mennyiségének és változatosságának szédítő ütemű növekedése. Gondoljanak például a CERN-re, és arra, hogy a Wigner Fizikai Kutatóközpontban most épül egy olyan többmilliárdos számítóközpont, amely a CERN gyorsítónál keletkezett adatok földolgozásának egyik eleme lesz. Ám az adatok feldolgozása önmagában nem elegendő, ezeket össze is kell kötni. Képesek kell legyünk modellek felállítására. Képesnek kell lennünk az adatok címkézésére is, mert az eltárolt adatainkat meg is kell találnunk. Néhányan erre azt mondhatnák, hogy erre való a Google, hiszen ott minden megtalálható. Véleményem szerint azonban a Google inhomogén, megbízhatatlan rendszer, amely nehezen válogatható értékeket tartalmaz és a hosszú távú adatbiztonság szempontjából sem megfelelő. Ehhez szorosan kapcsolódik, hogy egy elég jelentős paradigmaváltásnak vagyunk tanúi.

Jelentős paradigma váltás

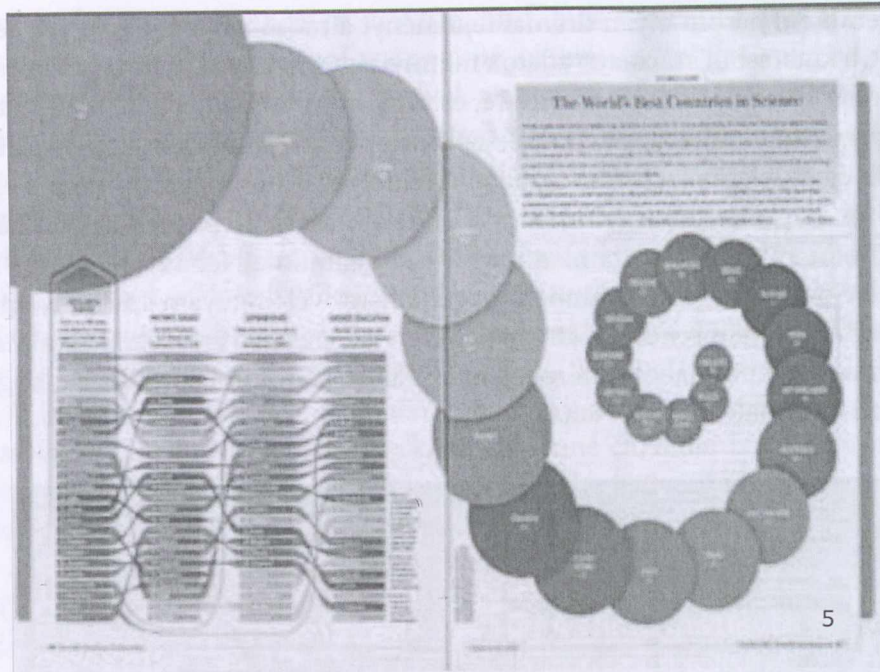
- A 20. században azt tudtuk megérteni, megtervezni és gyártani, amit meg tudtunk **mérni**.
 - A fizika műszerei és számítástechnikai rendszerei segítségével messzebbre láthattunk, többet értettünk meg a természeti folyamatokból, jobban kommunikálhattunk és ellenőrizhettük a mesterséges folyamatokat...
- A 21. században azt tudjuk megérteni, megtervezni és létrehozni, amit ki tudunk **számítani**.
 - A számítástechnikai modellek segítségével még messzebbre láthatunk, időben oda-vissza utazhatunk, olyan hipotéziseket is ellenőrizhetünk amelyeket másképp nem lehet, mesterséges folyamatokat indíthatunk el...

4

4. ábra

Úgy szoktam ezt megfogalmazni, hogy a 20. században azt tudtuk megérteni, megtervezni és gyártani, amit meg tudtunk mérni. A fizika műszerei és a számítástechnika rendszerei segítségével messzebbre láthattunk, többet értettünk meg a természeti folyamatokból, jobban kommunikálhattunk és ellenőrizhettük a mesterséges folyamatokat. A 21. században azonban, meggyőződésem szerint, azt tudjuk megérteni, megtervezni és létrehozni, amit ki tudunk számítani. A számítástechnikai modellek segítségével még messzebbre láthatunk, időben oda-vissza utazhatunk, olyan hipotéziseket is ellenőrizhetünk, amelyeket másképp nem lehet, mesterséges folyamatokat indíthatunk el, és még sorolhatnám tovább. Ezért, aki a számítástechnikában nincs otthon, az elvész a következő években, évtizedekben.

Mondandóm következő lépéséhez először tekintsenek meg egy szomorú ábrát!



5. ábra

A Scientific American 2011. októberi számában megjelent elemzés a világ tudományának helyzetét taglalja. Az egyes országokat rangsoroltak például egy ábrán négy oszlopban, ahol az első oszlop a publikációs szám, vagyis publikációk száma referált nemzetközi folyóiratokban, a második a szabadalmak száma, a harmadik a kutatás-fejlesztés költségvetése, a negyedik pedig a doktoranduszok, doktorok száma, tehát az egyetemi képzésben résztvevőket tartalmazta. 25 országot rangsoroltak, de ne keressük Magyarországot a 25 között, mert nincs ott, holott néhány éve még a 25-ben voltunk. Igaz, az újonnan csatlakozó államok sem szerepelnek a rangsorban, de egyes elemeiben fellelhető Lengyelország, Csehország vagy Szlovákia, különösen a K+F ráfordításokban, vagy az egyetemi képzésben. Rengeteget kell tennünk azért, hogy visszakerülhessünk a 25-be, de legalább egyes elemeibe.

A hálózatok növekvő szerepe a következő, amit említeni szeretnék. Különösen, a kritikus méretek, az együttműködések miatt, valamint azért, mert az információs technológiák egyes felhasználásával akár virtuális intézetek jöhetnek létre. A hálózatosodás szerepe az oktatásban is fontos szerepet játszik. Elég, ha a távoktatásra, vagy a meghirdetett életfogytiglani tanulásra gondolunk és így tovább. Vegyünk egy példát a fejlesztés területéről. Például a Ford Mondeo gépkocsit annakidején, a világ különböző részein lévő tervező laboratóriumokban dolgozták ki úgy, hogy az egész világ igényeinek valamiféleképpen megfeleljen. Vagy gondoljanak a gyártás folyamataira, például az Airbusra vagy a Boeingre, amelyek hasonlóképpen nemzetközi hálózatokra támaszkodtak. Igaz ez az infrastruktúrára is. A közepes berendezések hálózata egyre fontosabb szerepet játszik. Magyarországon is van már egy olyan kutatóberendezés, amely ebben a hálózatosodó világban erős szerepet játszhat, ez pedig a KFKI-ban működő kutatóreaktor. Ilyen lesz, ha megvalósul, a szegedi szuperlézer is. Természetesen mindehhez az internet is hozzátartozik, amelynek tekintetében szerepsére jól állunk. Egyre fontosabbak az adatbázisok is, a digitális könyvtárak, az archiválás és más szempontokból.

Szeretnék rávilágítani, hogy a kvantummechanika folyamatai a jövő tudományában egyre fontosabb szerepet játszanak majd, egyszerűen azért, mert a méretek olyan mértékben csökkennek, tranzistorokban stb., hogy a kvantumjelenségek elhanyagolhatatlanná válnak. Már említettem a mikro- és a nanovilág belépését ebbe a folyamatba. A nanotechnológia, az információs technológiák és a biotechnológia és kombinációik, óriási változásokat ígérnek. Fantasztikus tervek szere-

pelnek Európában is a különböző nanotechnológiai anyagok felhasználására, de más területeken is, amelyekre érdemes odafigyelnünk. Ugyancsak fontos, az időtényező, amelyet én időparadoxonnak nevezek. Az a tudás(mennyiség), amelyre egy jól működő egyénnek szüksége van, egyre nagyobb. Ezért egyre több időre van ahhoz szükség, hogy ezt a tudást megszerezze. Ugyanakkor ennek a tudásnak az elévülése is egyre gyorsabb. Előfordulnak persze kivételek, de minél közelebb áll a gyakorlathoz egy tudáshalmaz, annál gyorsabban évül el, ezért különösen az alapokra kell nagyon odafigyelni. Éppen ezért örülök, hogy a Műszaki Egyetemen, úgy mint a MIT-n, vagy az ETH-n igen színvonalas, magas szintű matematika, fizika, kémiaoktatás van, amely tudások lassabban évülnek el, mint a tudáshalmaz többi része. Hozzá szeretném még tenni, hogy ebben a változó világban, amelyben élünk, a jövő azoké, akik tanulnak. Akik csak tanultak, s nem folyamatosan tanulnak, azok olyan világba valók, amely már nem létezik. Tehát az életfogytiglani tanulás a jövő egyik kulcseleme, amelyhez persze szorosan kapcsolódik az oktatás, természetesen. Egy kínai bölcselő Krisztus előtt 300 évvel mondta a következő bölcs szavakat: *ha egy évre tervezel, vess el magokat, ha egy évtizedre, akkor ültess fákat, és ha egy évszázadra, oktasd az embereket!* Nem elég azonban csupán a szakmai ismereteket oktatni, hanem a képességeket is fejleszteni kell. Az Egyesült Államok középszintű oktatási rendszerét nem tartom túl jónak, de három olyan dolgot kiemelnék, ami Amerikában sokkal jobb, mint Európában. Az egyik a mobilitás, a másik a kockázatvállalás készsége, képessége, a harmadik a gyors döntés képessége. Európában mi még csak vitatkozgatunk, tanácskozunk egy dolgon, miközben európai ötletek alapján, Amerikában már megcsinálták, amin mi vitatkozunk. Több ilyen kutatási berendezést tudnék mondani. Természetesen ez azt is jelenti, hogy a tudományos kutatás módszerei, amelyek ezekhez a készségekhez hozzájárulnak, felértékelődnek. Melyek ezek a képességek? A csapatmunkára való képesség, a problémamegoldó képesség, az információs technológiai tudás, a kommunikációs képesség, a számokkal való bánásmód, a modellezés képessége, az idegennyelv-tudás, az állandó tanulás kényszere és képessége. Azt hiszem, hogy ezek azok a legfontosabb képességek, készségek, amelyeket nem szabad szem elől tévesztenünk, és amelyekben a tudományos módszerek nagy szerephez juthatnak. Mit nevezek tudományos módszernek? A tudományos módszer olyan eszköz, amely logikus formában segíti a kutatókat, de tulajdonképpen mindnyájunkat problémáink megoldásában, kérdéseink megválaszolásában. A tudományos módszernek öt lépése van szerintem. Az egyik a probléma megfogalmazása, majd egy lehetséges hipotézis felállítása, a kísérlet elvégzése, az eredmények analízise, s a következtetés megfogalmazása cikk vagy szabadalom formájában. Úgy vélem, ezt a folyamatot érdemes az oktatásban is valamilyen formában megvalósítani. Például, amikor LEDERMANN professzor, egy Nobel-díjas amerikai elméleti fizikus nyugállományba vonult, az oktatással kezdett foglalkozni. Chicagóban volt egy iskola, tele fekete gyerekekkel, ahol nem lehetett oktatni, mert a gyerekeknél pisztoly volt, állandóan verekedtek, még a tanárt is megverték. (Ami persze nálunk is előfordult.) Ebben az iskolában LEDERMANN professzor megpróbálta bevezetni az előbb vázolt tudományos módszer öt lépését. Megkérdezte a gyerekeket, hogy vannak-e problémáik. Amikor az egyik jelentkezett, megfogalmazott egy problémát. A többieket megkérdezte arról, hogyan lehetne ezt a problémát megoldani? Jelentkeztek. Ezt követően javasolta, hogy nézzék meg kísérlettel, hogy melyik javaslat válik be. Kiderült, hogy az egyik gyerek javaslata jó volt. Akkor analízálásra bízta a gyerekeket, s arra, hogy írják le az esetet. Így ültette át a tudományos folyamatot a középiskolai gyakorlatba és egy év múlva ebből a gimnáziumból mintagimnázium lett. Hozzá kell tegyem, az Egyesült Államok oktatásában nem sikerült integrálni ezt a módszert. De hátha nekünk sikerül!

Utolsó gondolatként, gondolkodjunk el a jövőről. *Mit hozhat a jövő?* A modern tudomány és technológia ma is új áttöréseket produkál, amelyek új forradalmi változásokhoz vezetnek a jövő gyártási folyamataiban, az emberek életvitelében, a társadalmi struktúrákban és még sok más helyen. Természetesen, velejáró és elkerülhetetlen új etikai és morális problémákat is felvetve. Meg kell tanulnunk ezekkel együtt élni és megbirkózni velük. Persze, a hogyan sem mindegy, s talán

még néhány mondással arra kitérhetek, hogy milyen veszélyeket rejt mindez. A számítástechnika területéről idézve a példát: bizonyára hallottak arról, hogy Thomas Wattson, az IBM egyik megalapítója, 1943-ban a következőt mondta: *A világpiacon talán szükség lesz 5 számítógépre.* Aztán valamikor a negyvenes évek végén egy újságban a következő szöveg jelent meg: *Valószínűleg egy számítógép könnyebb lesz, mint másfél tonna.* Csakhogy jóval könnyebb lett. A harmadik egy Ken Olsen nevű úriember, aki a Digital Equipment Corporationnak volt a megalapítója, és aki valamikor a hetvenes években azt mondta, hogy *Senki se vágyódjék arra, hogy otthon számítógépe legyen.* Végül a csattanó, Bill Gates, 1981-ben azt mondta, hogy *640 kbit legyen mindenkinek elég,* mármint memóriában. Hogy mennyire váltak be ezek a jóslatok, nos, ma már tudjuk.

Azt hiszem, nem kell bizonygatnom, hogy a jóslás veszélyes, ennek ellenére azt hiszem, hogy amit ebben az összefoglalóban elmondtam, az be fog következni. Mégpedig azért, mert meg vagyok róla győződve, hogy ha az emberiség ésszerűen gazdálkodik, akkor meg fogja fogadni GÁBOR DÉNESNEK a tanácsát: *A jövőt nem megjósolni kell, hanem megcsinálni.* Ehhez a gondolathoz pedig ALBERT EINSTEINT szeretném idézni, aki öregkorában egyszer azt mondta: *a problémáinkat nem tudjuk megoldani olyan gondolkodásformákkal, amelyekkel azokat kreáltuk.* Tehát mind a kutatásban, mind a mérnöki gyakorlatban, de a társadalom minden zugában másként kell gondolkodnunk, mint ahogy hozzászoktunk. Vannak iránymutatások arra, hogy hogyan, és ha ezt megteszünk, akkor én nem féltsem magunkat. A következő képet nagyon szeretem megmutatni: ez egy katedrális képe.



6. ábra

Úgy gondolom, hogy legtöbben már látták is. A történet egy püspökről szól, aki elmegy egy épülő katedrális meglátogatni, és figyelni, ahogy a kőfaragók dolgoznak. Odamegy az egyikhez, aki lógó orral faragja a követ. Megkérdezi tőle, hogy miért olyan rosszkedvű? Azt mondja, mert esik az eső, hideg van, ráadásul még ezt a követ is ki kell faragnom, mitől legyen jókedvű? Lát azonban egy másik kőfaragót, aki vidáman fütyörészve faragja a követ. Odamegy hozzá, és megkérdezi, Maga is követ farag? Nem – feleli, én katedrális építék. Azt hiszem, hogy ez az a másfajta gondolkodás, amire szükségünk van.

A szerző elérhetősége:
 Prof. dr. Kroó Norbert
 Az MTA alelnöke

VERESS GÁBOR

Jel, kép, tudomány

A konferencia fő célja az elméleti és gyakorlati nyelvészet fejlődésének vizsgálata. A jel és a tudomány, a kép és a nyelv kapcsolatát vizsgálva, a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk.

Elgondoljuk, hogy miként a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk.

Sokan gondolják, hogy a tudomány és a nyelv kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk.

Érdeklődünk a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk.

A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk.

A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk. A konferencia célja, hogy a jel és a tudomány kapcsolatát vizsgáljuk, és a nyelv és a tudomány viszonyait vizsgáljuk.