

PREČO VEDECKO-TECHNOLOGICKÁ GRAMOTNOSŤ

Katarína Teplanová, Viera Biznárová, MFF UK Bratislava

Vzťahy k vede, k technike a k technológii vždy boli a sú závislé na úcte, ktorej sa teší každá z týchto oblastí v spoločnosti. Súvisia s národnou kultúrou a sú podstatne ovplyvnené spôsobom ich približovania v rámci všeobecného vzdelávania. Súčasná civilizácia je v kríze. Ľudstvo nie je pripravené na zmeny spôsobené technikou. Obsah a formy všeobecného vzdelávania nezodpovedajú potrebám doby. Za základ zmeny stavu sa považuje nová vedecko - technologická gramotnosť [1-4].

Vedecko-technologická gramotnosť sa spája najmä s chápaním prírody a podstaty, princípov, na ktorých sú postavené ľudské výtvory. Sú to aspekty, ktoré zahŕňajú uvedomenie si krehkosti a zraniteľnosti prírody i možnosti a dôsledky umelého ľudského sveta a úzko súvisia so vzťahom jednotlivca k vlastnému životu, k svojmu okoliu a k životnému prostrediu v najširšom zmysle. Nejedná sa teda o encyklopedické vedomosti - okrem poznatkov sú dôležité prístupy, prostredie a spôsob nadobudnutia poznatkov.

Predložený príspevok je zameraný na základnú analýzu vzťahu vedy, techniky a technológie a ich chápania odborníkmi a verejnosťou. Vychádzame pritom z predpokladu, že práve odhalenie a chápanie koreňov tohto vzťahu je nutnou podmienkou pre budovanie nového prírodovedného vzdelávania a len organické prepojenie vedy, techniky a technológie vo vzdelávaní môže napomôcť žiadúcemu prepojeniu vzdelávania so životom a dennou praxou [2].

Čo je veda?

Pre niekoho sú vedou vzorce, pre iného hypotézy, dôkazy, teórie. Jednotlivé vedné oblasti sú chápané izolovane. Málokto si za pojmom veda vybaví ich spojenie s realitou, na ktorú sa viažu, pre mnohých je nedostižnou autoritou - neomylnou sústavou právd, pre niekoho zbytočným luxusom.

Podľa výkladových slovníkov [6-8] predstavuje veda ucelenú sústavu usporiadaných poznatkov o zákonitostiach objektívnej skutočnosti, ktorá vznikla pozorovaním a teoretickou poznávacou činnosťou človeka. Žiadna z definícií vedy, ktoré sme našli, nehovorí nič o priamom vzťahu vedy k technológii a len máloktorá [9] poukazuje na jej praktické využitie.

Technika a technológia

Technika je oblasť ľudskej činnosti predstavujúca súhrn prostriedkov, postupov a znalostí potrebných na výrobu materiálnych hodnôt a na

uspokojenie materiálnych potrieb človeka; súhrn strojov, nástrojov a zariadení pre istú oblasť činností; postup, spôsob vykonávania istej činnosti, ako aj odborná znalosť alebo zručnosť v tomto postupe [6,9]. Pritom neexistuje jednoznačné vymedzenie pojmov technika a technológia. V definíciách sa odráža historický prístup. Je technológia vedou [7, 10]? Je technológia aplikovanou vedou [9]? Má vôbec technológia s vedou niečo spoločné [6,11]? Z hľadiska analýzy vzťahov vedy a technológie sme zaujímavú definíciu technológie našli v anglickom výkladovom slovníku [7] : Technológia je veda, ktorá sa zaoberá výrobnými postupmi ..., pričom aplikuje prírodné vedy. Kým slovenský pojem technika zahŕňa aj technológiu, v angličtine naopak pojem technológia zahŕňa našu techniku.

Prečo vedecko-technologická a nie vedecko-technická gramotnosť ?

Prečo, napriek zaužívanému spojeniu „vedecko-technický“, používame termín vedecko-technologická gramotnosť a nie vedecko-technická gramotnosť? Pojem gramotnosť vyjadruje isté základné znalosti a zručnosti, istú kultúru a kultúrnosť. Pri úvahách o všeobecnom vzdelaní - gramotnosti - teda nejde o tú časť techniky, ktorá zahŕňa strojový park, ani o návody k obsluhu techniky. Ide o to, ako rozumieť svetu, ako sa orientovať, ako spracovávať informácie. Ako žiť s technikou, ako pristupovať k reklamám, popisom, charakteristikám výrobkov. Ako šetriť energiu, materiál, životné prostredie , ... Technika je veľmi široký pojem. Spojenie vedecko-technický evokuje éru doznievajúcej vedecko-technickej revolúcie, ktorá viedla k predstave bezhraničných možností človeka. Pritom formy techniky sa menia podstatne rýchlejšie ako technológie. Nie nové techniky, ale nové vedecké a technologické objavy menia historické paradigmy. Nie technika, ale technológia je tým prvotným procesom, pri ktorom sa prenášajú myšlienky a poznatky z vedy do techniky a naopak. Je to know-how, podstata a princípy, na základe ktorých bolo možné vyvinúť zariadenia, materiály a pod. a ktoré určujú limity - hranice vedy i možnosti techniky.

Čo bolo skôr, čo je dôležitejšie ?

Podľa Francisa Bacona (1561 - 1626) človek vie a dokáže len to, čo odporoval z prírody. Preto musí byť technológia založená na vede a zmyslom vedeckého pochopenia je dosiahnuť schopnosť konať. To vedie k názoru, že vedecké poznatky sú cennejšie ako technologické poznatky a technológia je aplikovanou vedou [9] (vedou, ktorá aplikuje vedecké poznatky). A práve na tomto predpoklade bolo založené európske vzdelanie a školstvo.

Existuje však aj opačný názor, podľa ktorého technologická prax predchádza vedecké poznatky: Technológia (výroba nástrojov) sa predsa vynorila už v čase, keď sa začali ľudia vyvíjať ako biologický druh ... Podľa

iného prístupu sú veda a technológia do veľkej miery vzájomne nezávislé. Ako dôkaz sa pritom uvádza, že technologický pokrok je možný, aj keď má vynálezca chybnú vedeckú teóriu a vedci často ani netušia možné aplikácie vlastných objavov.

Veda a technológia spoločne

Pre našu kultúru je už nemysliteľná veda bez technológie a technológia bez vedy. Obe oblasti predstavujú vzájomne sa dopĺňajúce a v živote prelnajúce sa zložky. Veda a technológia sa stali súčasťou každodenného života. Rozvoj dospel do štádia, ktoré si vyžaduje, aby sa obe oblasti vyvíjali a uplatňovali vyvážené. Inak bude rásť aj nebezpečenstvo nerovnomerného rozvoja medzi prírodou a človekom s nepriaznivým dopadom na životné prostredie a rozvoj civilizácie. Preto medzi hlavné predpoklady udržateľného rozvoja patrí aj rozvoj vedecko-technologickej gramotnosti a organické prepojenie vedy a technológie v procese vzdelávania.

Aby mohol vzniknúť otvorený dynamický vzdelávací systém musíme v prvom rade dobre porozumieť špecifikám vedy a technológie. Obe oblasti majú vzájomne odlišné ciele, prístupy a kritériá úspešnosti.

Ciele vedy a technológie

Kým cieľom vedcov je úspešný popis javov a vyvodenie správnych objektívnych záverov o realite (pôvodne o prírode), cieľom technológov je vyvinúť a riadiť postup a techniku pre úspešnú výrobu. Pre vedu je motívom zvedavosť, túžba, potreba poznať. Veda sa zaujíma o to, čo je v prírode a čo sa môže stať za istých okolností. Buduje pojmy, vytvára idey, snaží sa pochopiť podstatu javov a procesov, vysvetľuje ich. Technológia sa vyvíja na podnet funkčného zlyhania jestvujúceho výtvoru; na základe dodatočného zistenia, že za istých podmienok, by mohol daný systém (výrobok) zlyhať, alebo na základe viery, že vylepšený systém s novým princípom môže pracovať s celkom novými kvalitami, dokonalejšie, úspornejšie. Silným motívom je túžba ovládať výkon a túžba po zisku.

Rôznosť prístupov

KRÁSA. Kým vedci sa snažia zhrnúť poznanie do jedinej univerzálnej teórie, u technológov prevažovala a prevažuje snaha vytvárať čo najviac rôznorodých objektov a zaujímavých tvarov rôznymi spôsobmi. PODMIENKY. Kým vedci sa snažia chápať, ako isté existujúce podmienky vplyvajú na objekty, technológovia sa zaujímajú, ako vytvoriť žiadúce podmienky a ako nevhodným zabrániť. EXPERIMENT. Vo vede slúži experiment na potvrdenie alebo vyvrátenie hypotéz postavených na základe aktuálneho stupňa poznania, ktoré sa snaží vystihnúť zákonitosti v stále sa meniacej prírode. V technológii spĺňa experiment úlohu "pokusu a omylu" na ceste k presne definovanému cieľu, je tvorivým prístupom na základe osobnej

skúsenosti. Používa sa najmä, ak súčasné poznatky neumožňujú predvídať, prípadne, keď sa očakáva, že takto sa dôjde k cieľu rýchlejšie. PRINCÍP A FUNKČNOSŤ. Technológia môže fungovať aj bez výkladu princípu, ale musí fungovať. Naopak, vedcovi nevadí, že sa niečo nepodariť, ak vie prečo sa to nepodarilo. ČAS. Z odlišných cieľov vedy a technológie vyplýva, že kým proces bádania vedy je z hľadiska hľadania podstaty neobmedzený (veda má snahu ísť do hĺbky, pátrať po príčinách a dôsledkoch, získané poznatky integrovať a zovšeobecňovať, aby znovu mohla pokračovať - donekonečna - bližšie k pravde), proces vývoja a funkčnosti technológie je časovo ohraňovaný (výrobok sa musí dostať čo najskôr do praxe, po čase je nahradený lepším). KONTAKTY. Kým vedcom dlho vydržalo pracovať a žiť v izolácii, technologovia boli vždy "nohami na zemi". Pracovali pre ľudí. Bez kontaktov a širokej spolupráce by nevyžili.

Kritériá úspešnosti

Vedecký poznatok je budovaný požiadavkami na obsažnosť a bezvýhradnú platnosť pri pevne stanovených podmienkach. Dôležitou požiadavkou je konzistentnosť s doterajšími poznatkami. Veda sa snaží nahradiť zlé teórie lepšími, jednoduchšími, všeobecnejšími a s väčšou vysvetľujúcou schopnosťou. Klasickým kritériom úspešnosti vedy je experiment, ktorý potvrdzuje teóriu, a naopak, teória, ktorá dobre popisuje výsledky experimentu. Vedecký poznatok je "dobrý", keď ho prijme vedecká komunita.

Technológovia sa snažia o skrátenie času potrebného na výrobu, zníženie nákladov, o ustrázenie cenovej hranice, o skvalitnenie úžitkových vlastností (životnosť, ergonómika), o napĺňanie individuálnych a spoločenských potrieb. Technologický produkt je dobrý, keď má uplatnenie, keď je žiadaný. Stále zanedbávaným kritériom úspešnosti technológie je jej ekologičnosť a táto silno súvisí s obsahom a interpretáciami doterajšej školskej prírodovedy.

Význam a hodnota poznatku

Poznatok má cenu, len keď je pre adresáta dostatočne zrozumiteľný a primerane prístupný - zaradený do vhodnej databázy, do vhodného informačného systému. Aj negatívny výsledok má cenu.

Objektívny vedecký poznatok sa chápe ako príspevok do svetovej pokladnice kultúry, verejne sa publikuje. Naopak nový technologický poznatok sa chápe ako súkromný majetok a patrične sa chráni. Tento rozdiel je jednou z hlavných príčin stále veľkej bariéry medzi vedou a technológiou a medzi vedcami a technológmi. Mimo iného tu vzniká etický rozpor - existujú poznatky, ktoré by mohli pomôcť zlepšiť životné podmienky a životné prostredie, prispieť k efektívnejšej výrobe a podobne, ale nie sú prístupné.

Tejto otázke sa dnešná škola vôbec nedotýka, hoci je dôležitá pre tvorbu svetonázoru.

Význam a hodnota vedeckých a technologických poznatkov sa postupne mení. Cieľom vedcov už nie je len systematické pátranie po objektívnych poznatkoch. Z pôvodného poznať, či porozumieť sa význam a zmysel poznatku posunuli do oblasti "ovládať, využiť a riadiť", ktorá je sústredená na aplikáciu a len málo si všíma prírodu. Veda a technológia však stoja pred novými úlohami. Kompenzovať dôsledky technológií a techniky a pôsobiť preventívne.

Spoločenský kontext

Súčasný vzťah medzi vedou a technológiou má historické korene. Veda a technológia sa rozvíjajú v širokom spoločenskom kontexte. Vedecký pokrok i technologický rozvoj úzko súvisia so spoločenským rozvojom. Platón oddelil rozum od zručností, pričom produkty ducha hodnotil vyššie ako produkty rúk. Podobne pre Aristotela bol „vedecký“ poznatok cieľom samým pre seba - bol teda cennejší ako poznatok, ktorý bol prostriedkom k zvýšeniu kvality výroby a pohodlia. Veda sa dlho pestovala v kláštoroch, na kráľovských dvoroch, prvých univerzitách a oveľa neskôr vo vedeckých spoločnostiach. Poznanie slúžilo na upevňovanie moci vládcov, kým výrobcovia - technológovia - mali naddlho zamedzený prístup k „vedeckým“ poznatkom. Organizovali sa v cechoch a remeselníckych spolkoch a svoje vedomosti a skúsenosti odovzdávali len tým najlepším spomedzi žiakov. Až priemyselná revolúcia spôsobila, že sa veda začala zaujímať o nové oblasti a stroje sa stali novými objektami vedeckého bádania ...

Obe oblasti si postupne vytvorili podobné spoločenské inštitúcie: vedecké a priemyselné laboratória, výskumné ústavy, vedecké a technické spoločnosti, vedecké a technické časopisy. Podobné však nie sú len ich inštitúcie, obe oblasti používajú aj mnohé rovnaké resp. podobné metódy práce, podobné meracie a vyhodnocovacie zariadenia, podobnú techniku.

Špičkové firmy si už vytvárajú vlastné výskumné základne, na ktorých sa popri technologickom výskume robí aj vlastný základný výskum [12]. Nielenže sa účelne využíva drahá technika, komplexný prístup je nádejou aj pre životné prostredie.

Argumenty pre ...

Prírodzená integrácia vedy a technológie v praxi je vážnym signálom pre integráciu vedy a technológie v procese vzdelávania.

Pri tvorbe novej koncepcie prírodovedy treba zohľadniť aj zdanlivo vzdialené aspekty. Napríklad, rozvoj vedeckého výskumu a zavádzanie nových technológií závisí od finančných prostriedkov. O rozdelení finančných prostriedkov rozhoduje štát, občania, jednotlivci ...

Technológia sama o sebe je integrujúcim prvkom. Obsahuje vlastnosti reálnych vstupov i vedecké poznatky, momenty tvorby, tvorivosti, vynaliezania, objavovania; zahŕňa konečné vlastnosti produktov, jeho užitkové vlastnosti, hodnotu, spoločenské aspekty i environmentálne dôsledky, morálne postoje.

Spojenie poznatkov z rôznych oblastí vedy a života umožňuje rozvíjať novú transdisciplinárnu komunikáciu, zodpovedajúcu potrebám dnešnej doby i budúcnosti.

Oboznámenie sa a osvojenie si vzájomne odlišných cieľov, prístupov, kritérií a hodnôt vedy a technológie znamená kvalitatívne novú, lepšiu prípravu na každodenné problémy i k zaujatiu zodpovedných postojov ku globálnym problémom.

Nedostatočná vedecko-technologická gramotnosť sa podpisuje pod ekologické havárie a katastrofy [13].

Prirodzené prepojenie prírodovedy s (každodennou) technológiou vytvára predpoklad, že vzrastie záujem žiakov a študentov o jednotlivé vedné disciplíny a zodpovednosť pri rozhodovaniach vo vzťahu konzum - príroda - budúcnosť. (Žiaci sa dnes primerane nedozvedia ako vznikli "umelé veci", prečo a ako fungujú a logicky im potom chýba aj vzťah technológie (vecí, výrobkov) k prírode. Pritom všetci sú a budú jej užívateľmi a časť z nich by sa dokonca mala stať jej tvorcami.)

Obsah všeobecného školského vzdelávania preceňuje význam vedeckých idealizovanými poznatkov a zanedbáva vplyv ostatných činiteľov potrebných pre vyvážený rozvoj a prax. Formalizované poznatky sa považujú za najvýznamnejšie, hoci vieme, že pre schopnosť tvorivo myslieť a tvoriť sú dôležité aj iné zdroje - motivácia, skúsenosti, praktické znalosti a zručnosti, schopnosť výberu informácií, prostriedkov, metód, ako aj vzťah k životnému prostrediu, ekonomike a celkovej vyváženosti človeka a prírody. Všetky tieto schopnosti sú silne ovplyvnené školským vzdelaním a kultúrnym zázemím.

Ako ďalej

Vedecko-technologická gramotnosť sa stala predmetom pozornosti na mnohých medzinárodných fórach. Diskusie sa nevedú o tom, či zaradiť technológiu do vzdelávania, ale ako. Ako samostatný predmet, ako súčasť integrovaného predmetu prírodoveda, nového predmetu veda-technológia, či v spojení veda-technológia-environment-etika, v rámci nových blokov, napríklad „voda“, „energia“, „nové materiály“, „rádioaktivita“ alebo ponechať samostatné predmety s ich štruktúrou, doplnené o každodenné témy a praktické úlohy a „len“ koordinovať výuku. Pritom niet sporu, že sa tak musí stať systematicky, na všetkých stupňoch vzdelávania a vzhľadom na povahu vecí, že nový systém musí byť dynamický a otvorený [14-18].

Príprava novej vzdelávacej koncepcie, s novým obsahom, novou technikou a novými formami a jej celoplošné zavedenie predstavuje dlhodobý program. Okamžite je však možné zaradiť do prípravy budúcich učiteľov a doškolenia učiteľov prírodovedných predmetov predmet orientovaný na vedecko-technologickú gramotnosť, ktorý bude doplnený ukážkami neformálnych aktivít [13,17-18] a takýmto spôsobom napomôť k žiadúcej zmene - k novému chápaniu poslania prírodovedných predmetov a k zatriktívneniu výuky. Súčasne sa získajú potrebné skúsenosti pre zásadné zmeny.

Predložený príspevok vznikol v rámci projektu Slovenské centrum vedy pre všetkých - SCHOLA LUDUS, ktorý je zaradený medzi predvojové projekty UNESCO 2000+ pre vedecko-technologickú gramotnosť pre všetkých. Súčasťou projektu je okrem pomerne známych výstav aj teoretické, experimentálne a praktické štúdium vzťahu vedy, technológie a praxe s orientáciou na transdisciplinárnu komunikáciu, tvorbu novej vzdelávacej koncepcie a vývoj netradičných vzdelávacích a metodických materiálov pre neformálne celoživotné vedecké vzdelávanie.

Literatúra

- [1] 2000+ UNESCO International Forum on Scientific and Technological Literacy for All, Paríž, 1993
 - [2] Project 2000+: Science and Technology Education for All in „A Planet in Our Hand“, edit. George Marx, IUPAP, Budapest, 1995
 - [3] Teplanová, K.: Projekt a Deklarácia 2000+ UNESCO, Zborník z konferencie “Stratégia environmentálneho vzdelávania a výchovy na školách SR a vo svete“, MŠ SR, Bratislava 1994
 - [4] Rutheford, J.F.: Project 2061 Science for All Americans, in „A Planet in Our Hand“, edit. George Marx, IUPAP, Budapest, 1995
 - [5] Gardner, Paul L.: The Relationship between Technology and Science: Some Historical and Philosophical Reflections. Part I., International Journal of Technology and Design Education, 1994 / 4, 1995 / 1, Kluwer Academic Publisher
 - [6] Krátky slovník slovenského jazyka, Veda, Bratislava, 1987
 - [7] New Webster's Dictionary and Thesaurus of the English Language, Lexicon Publications, INC., New York, 1991
 - [8] A Pallas Nagy Lexikona, IX., Budapešť, 1895
 - [9] Slovník filozofia a prírodné vedy, Pravda, Bratislava, 1987
-

- [10] Teyssler, Kotyška: Technický slovník naučný, XIII., Nakladatelství Borský a Šulc, Praha 1937
- [11] Ivanová-Šalingová, M.: Slovník cudzích slov pre školu a prax, SPN, Bratislava, 1988
- [12] Babini, G.N.: Advanced ceramics: Materials, Properties and Applications, in Teaching the science of condensed matter and new materials, Proceeding of the Int. Conference GIREP, Udine, 1995
- [13] Teplanová, K., Biznárová, V.: Environmentálna výchova implicitne, Zborník z národnej konferencie Stratégia environmentálnej výchovy a vzdelávania na školách, 16-17.11.1995, MŠ SR, PrFUK, Bratislava
- [14] Ogborn, J. : Science and the Made World, Conference on Science and Technology, Hong Kong University, June 1996
- [15] Black, P.: Innovation and Change in Science Education, GIREP-ICPE Conference: New Ways of Teaching Physics, Ljubljana, August 1996
- [16] Marx, G.: New materials and new duties for physics teachers, in Teaching the science of condensed matter and new materials, Proceeding of the Int. Conference GIREP, Udine, 1995
- [17] Teplanová, K.: Projekt Schola Ludus Centrum vedy pre mladých ľudí, Učiteľské noviny, 1991/32
- [18] Teplanová, K.: Projekt SCHOLA LUDUS, škola pre našu spoločnú budúcnosť, J.A.Komenský a slovenská kultúra - Zborník z medzinárodnej komeniologickej konferencie, UK, Bratislava, 1993
- [19] Problem Solving with Industry, Project Director Harrison, B., Sheffield City Polytechnic, Center for Science Education, School of Science, 1990
- [20] Teplanová, K.: SCHOLA LUDUS: Vedecká hračka 1995, Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 1995
- [21] Teplanová, K.: Interactive Exhibition SCHOLA LUDUS: Science Toys 1995, in Teaching the science of condensed matter and new materials, Proceeding of the Int. Conference GIREP, Udine, 1995
- [22] Teplanová, K.: SCHOLA LUDUS: Výstava Vedecká hračka - Fyzika- Technológia -Environment, Zborník z národnej konferencie Stratégia environmentálnej výchovy a vzdelávania na školách, 16-17.11.1995, MŠ SR, PrFUK, Bratislava