

Didaktické aspekty pri výuke s výpočtovou technikou v učebnom predmete chémia

RNDr. MÁRIA GANAJOVÁ

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského,
Bratislava

Doc. RNDr. LADISLAV SMIK, CSc.,

Prírodovedecká fakulta Univerzity Pavla Jozefa
Šafárika, Košice

Úlohou školy je pripravovať žiakov nielen pre súčasnosť, ale i pre budúcnosť, ktorá bude v rámci vedeckotechnickej revolúcie charakterizovaná aj využívaním výpočtovej techniky vo vyučovacej praxi.

V súčasnosti väčšina škôl vlastní mikropočítače. Problém je však v tom, že na školách chýba programové vybavenie pre jednotlivé predmety, tvorba ktorého je jednou zo závažných úloh realizácie Dlhodobého komplexného programu elektronizácie vo výchove a vzdelávaní.

V súvislosti s tým vzniká veľa problémov a nevyriešených otázok, ktoré sa týkajú zavádzania počítačov do výuky (ujasnenie didaktických princípov súvisiacich s výpočtovou technikou, výber problematiky vhodnej pre spracovanie, druhy programov optimálne pre určité typy škôl, optimálny počet žiakov pracujúcich s výpočtovou technikou a pod.). V súčasnosti je tiež veľmi málo prác, ktoré sa týkajú premyslených odpovedí na tieto otázky¹ a úsilie autorov programov sa orientuje často iba na tvorbu programov. Autori programov si však musia ujasniť didaktické aspekty súvisiace s využitím výpočtovej techniky vo výuke (v našom prípade vo výuke chémie), pretože iba tak sa môžu stať nimi vytvorené programy prínosom pre vyučovanie.

V našom príspevku odpovieme na niektoré didaktické aspekty súvisiace s využívaním výpočtovej techniky v chémii, pričom vychádzame z dostupnej našej i zahraničnej literatúry a z empirických skúseností nadobudnutých pri príprave a ošetrovaní vlastných programov pre chémiu.

Rozpracovanie didaktických aspektov je v súčasnosti najaktuálnejším problémom kompjuťerizácie vyučovania. Od neho tiež závisí množstvo a efektívnosť vytvorených programov. Niektorí výskumníci navrhujú pri rozpracovaní didaktických aspektov vychádzať z didaktických princípov.² Správnosť tejto cesty dokazuje i to, že didaktické aspekty sa zakladajú na didaktických princípoch, ktoré sú v didaktike všeobecne platné. Na základe využívania súčasných teoretických objavov v oblasti vyučovania sa mení aj systém tradičných didaktických princípov. Príčinou toho je zmena činnostnej stránky v procese vyučovania.

1. DIDAKTICKÉ PRINCÍPY

V našom príspevku sa budeme pri rozpracovaní didaktických princípov orientovať na tie princípy, ktoré považujeme z hľadiska funkcie počítača v chémii za najdôležitejšie.

Princíp vedeckosti

Je to jeden z najdôležitejších princípov, v súlade s ktorým nevystupujú v obsahu vyučovania iba ustálené poznatky vedy, ale aj jej problémy a perspektívy rozvoja. Vedeckosť je obsiahnutá aj v spôsobe osvojenia obsahu učebnej látky. Z tohto didaktického princípu sa vyčleňuje didaktický aspekt výberu vhodného obsahu učiva, ktorý môže byť najefektívnejšie osvojený pomocou počítača². Z hľadiska učebného predmetu chémie je to demonštrácia chemických dejov, ktoré platia pre mikrosvet (kvantová chémia), procesov a javov, realizácia ktorých na základných a stredných školách nie je možná z dôvodov nebezpečnosti robenia pokusov v laboratóriu (rádioaktivita), rýchlosti reakcií (reakcie prebehnú rýchlo alebo veľmi pomaly), existencie množstva veľajších efektov, ktoré robia výsledky pokusu nepresvedčivými a podobne.³

Ďalej je potrebné, aby obsah programu bol v zhode so súčasnou vedeckou teóriou. Nakoniec i spôsoby osvojenia učiva programom musia odpovedať súčasným metódam poznania (metóda modelovania a metóda štrukturálnej analýzy).

Princíp názornosti

Princíp názornosti sleduje postup vytvárania zmyslových predstáv o skúmanom predmete.⁴ Počítač umožňuje realizovať operatívnu názornosť, ktorá sa neobmedzuje iba na ukazovanie, ale spočíva na vlastnej činnosti žiakov. Na základe tohto princípu môžeme formulovať pre učebné programy nasledujúce úlohy:

- v programe nemôže byť použitý ľubovoľný model, ale iba ten, ktorý napomáha realizovať didaktické ciele učebného obsahu, ktorý najpresnejšie odhaľuje obsahové väzby a vzťahy objektov a látkové vlastnosti,
- väzby a vzťahy modelov musia byť v programe farebné pohybujúce sa a doprevádzané zvukom,
- programy musia byť urobené tak, aby umožňovali žiakom pretvárať skutočnosti v nich zobrazené.²

Požiadavka názornosti úzko súvisí s didaktickým princípom spojenia teórie s praxou.

Princíp spojenia teórie s praxou

V didaktickom princípe spojenia teórie s praxou sa dostáva názornosť na novú vyššiu kvalitu, prejavujúcu sa v podobe praktických činností a skúseností, ktoré tvoria východisko pre vznik teórie, alebo teóriu potvrdzujú, prípadne vyvracajú.⁴

V chémii sa realizuje tento princíp simulovaním laboratórnych cvičení, cieľom čoho je pripraviť žiaka pre experimentálnu prácu a predísť „strachu z ex-

perimentu“ u žiakov manuálne menej zručných. V priebehu tejto činnosti žiak aktívne poznáva vlastnosti toho čo tvorí, prípadne pretvára.

Častou aplikáciou simulácie je kvalitatívna analýza. Počítač simuluje vzorku a študent zadáva formou čísel činidlá a zároveň môže robiť experiment i prakticky. Počítač vždy oznámi, čo sa so simulovanou vzorkou stalo.^{5,6} Experimentálne bolo dokázané, že nie je štatisticky významný rozdiel v znalosti vnútornej štruktúry pokusného systému u skupín žiakov, ktorí robili skutočný experiment a u skupín, ktoré robili simulovaný experiment na počítači.⁷

Teória s praxou sa spája aj v programoch, v ktorých ide o riadené objavovanie napríklad odvodenie poznatku o pomere veľkosti jadra k celému atómu v Rutherfordovom pokuse. Žiak tu volí vzdialenosť častice alfa od jadra atómu, počítač simuluje volený pohyb, z ktorého žiak odvodzuje žiadaný poznatok (program je k nahliadnutiu na KACH PF UPJŠ v Košiciach).

Uvedené činnosti v sebe obsahujú prvky tvorivého charakteru. Vyvolávajú u žiakov tvorivú zvedavosť, napätie a túžbu po riešení. Činnosť takéhoto charakteru je krokom k tomu, aby žiak aktívne zasahoval do skutočnosti.

Princíp aktivity

Tento princíp tvorí ťažisko programových konzultácií. Z hľadiska princípu aktivity je pri rozpracovaní učebných programov nutné si uvedomiť nasledujúcu skutočnosť: štruktúra učebného programu obsahuje zvládnutie dvoch druhov poznatkov — poznatky o činnosti, ktoré sa realizujú pomocou počítačovej techniky (cieľ, činnosti a základné etapy uskutočnenia) a poznatky predmetu nutné pre úspešnú prácu s programom.²

Princíp individuálneho prístupu

Počítač umožňuje realizovať model individuálneho vyučovania, ktorý je založený na konverzačnom dialógu medzi „vediacim a nevediacim“. ⁸ Súhrn požiadaviek na učebné programy, v ktorých je realizovaný princíp individualizácie vyučovania je nasledovný:

- evidencia výberu a skladby učebnej látky,
- výber metodiky a jej osvojenie,
- výber počiatočnej úrovne poznatkov,
- úroveň individuálno-osobnostných, psychologických osobitostí každého učiaceho sa.

Princíp spätnej väzby

Umožňuje rozhodovať o správnosti výkonu a efektívite celého programu. Počítač môže hodnotiť výkon žiaka slovne alebo kvalifikačným stupňom.

Ukázalo sa však, že problém fungovania spätoväzbovej informácie je zložitejší, než sa pôvodne predpokladalo. Človeku totiž nestačí informáciu o správnej odpovedi len povedať, ale rozhoduje to, ako ju dokáže čítať, ako je na ňu citlivý a ako ju dokáže interpretovať. Toto zistenie bolo predmetom vymedzenia faktoru subjektívnej evidencii výsledkov činnosti a jeho primeranosti, čo je obsahom modelu adaptívneho riadenia výuky počítačom.^{8,9,10} Podstata tohto modelu spočíva v zmene režimu spätnej väzby v závislosti od

schopnosti a prejavu žiaka. To sa dosahuje sledovaním indexu primeranosti subjektívnej evidencie výsledkov činnosti, ktorý charakterizuje súlad medzi objektívnym a subjektívnym hodnotením správnosti riešení a sledovaním indexu tendencie k preceňovaniu alebo podceňovaniu. Na základe týchto hodnôt a podľa referenčnej matice určitých kritériálnych hodnôt pôsobí model zmenami v režime spätnej väzby a pôsobí na žiaka aj motivačnokorektívnymi impulzami, čím sa dosahuje dnes tak požadované tesné spojenie diagnostickej a pedagogickoterapeutickej stránky. (Uvedený model sme využili pri programovej konzultácii Atómové jadro).

Princíp didaktickej racionálnosti a účinnosti

Vyjadruje požiadavku na sústavné zvyšovanie efektívnosti obsahu vzdelávania a učebného procesu realizovaním vedecky zdôvodnených racionalizačných opatrení a postupov.⁴ Uvedený princíp je podmienkou zavádzania počítačov do vyučovacieho procesu, pretože používanie počítačov vo výuke je oprávnené práve vtedy, ak povedie ku zvýšeniu efektívnosti vyučovacieho procesu aspoň podľa jedného z hľadísk:

- kvality vyučovania,
- vynaloženého času a síl učiteľa a žiakov,
- finančných nákladov.¹¹

2. VÝBER OBSAHU UČIVA VHODNÉHO PRE POČÍTAČOVÉ SPRACOVANIE

Pokiaľ ide o vlastnosti učebnej látky, nie všetky úseky učiva v rámci predmetov majú také vlastnosti, ktoré robia obsah vhodným pre programové spracovanie. Niektoré učivo sleduje také výchovnovzdelávacie ciele, ktoré presahujú možnosti programu (napríklad ochrana životného prostredia).

Vhodné pre sprogramovanie je učivo s pevnou logickou štruktúrou, ktorá by bola základom pre logický sled krokov v programe. Patrí sem predovšetkým učivo zo všeobecnej chémie, organickej chémie, učivo o látkach a ich chemických zmenách a pod.

Pre sprogramovanie je vhodné tiež učivo, ktorého osvojenie spočíva v zapamätaní a nácviku. Patrí sem problematika chemického názvoslovia, oxidačných čísel a chemických výpočtov.¹²

Z hľadiska žiaka pokladajú niektorí autori za účelné vybrať tie partie učebnej látky, osvojenie ktorých robí žiakom pri tradičných spôsoboch spracovania obťažuje. Program má tak hľadať nové vhodnejšie cesty spracovania učiva.¹³

Vychádzajúc z uvedených poznatkov sme pri vypracovaní vhodných námetov pre počítač volili posledný — náročnejší spôsob zameraný na hľadanie vhodnejších ciest spracovania učiva. Vychádzali sme pritom z našich výskumov z rokov 1984 — 1988 zameraných na overovanie novokoncipovaného učiva chémie na gymnáziu.^{14, 15} Uvedeným výskumom sme analyzovali obťažnosť učiva chémie na gymnáziu metódou Nestlerovej, metódou Mikka, metódou sémantickou, metódou dopĺňovania a metódou tvorby otázok a odpovedí. Všetky tri učebnice chémie gymnázia patria medzi obťažné a príčinou obťažností je predimenzovanosť textu odbornými a faktografickými pojмами, nad-

merná dĺžka viet a vetných úsekov, nedostatočné didaktické sprístupnenie poznatkov a pod.

Obťažnými sa ukázali tématické celky Zloženie a štruktúra atómu, učivo chémie 1. ročníka gymnázia, a tématický celok Chemický dej, učivo chémie 2. ročníka gymnázia; učivo týchto tém patrí medzi základné v chémii.^{16,17} Z týchto dôvodov sme ho skúmali podrobnejšie metódami štruktúracie učiva a metódami pedagogickej štatistiky, ktorými sme zistili, že príčina obťažnosti je v štruktúre učiva (téma Elektrónový obal atómu) a v didaktickom sprístupnení niektorých poznatkov. Z analýzy jednotlivých položiek didaktických testov štatisticky vyhodnotených vyplynulo, že žiaci ovládajú poznatky na úrovni znalostí (zaplnenie orbitálov elektrónmi, definícia izotopov, určenie hodnôt kvantového čísla na základe matematických vzťahov medzi nimi v tématickom celku Zloženie a štruktúra atómu a v tématickom celku Chemický dej poznatky o oxidácii, redukcii, výpočte koncentrácie iónov). Žiaci však nechápu poznatky, ku ktorým výučba smeruje (podstata Rutherfordovho modelu, podstata Bohrovho a kvantovomechanického modelu atómu – v tématickom celku Zloženie a štruktúra atómu a v tématickom celku Chemický dej nechápu podstatu chemických dejov prebiehajúcich na elektródach). Príčinu uvedených nedostatkov vidíme v didaktickom sprístupnení učiva, v nedostatočnej názornosti i v samotnom abstraktnom charaktere poznatkov.

Z týchto skutočností i z didaktických možností pre reprezentáciu učiva počítačom vyplývajú pre tieto tématické celky tieto námety pre sprogramovanie. Pre tématický celok Zloženie a štruktúra atómu:

1. Rutherfordov pokus;
2. Elektrónový obal atómu;
3. Rádioaktivita;

Pre tému redoxné deje v tématickom celku Chemický dej:

1. Elektrolýza;
2. Galvanický článok.

3. AKÉ DRUHY PROGRAMOV SÚ OPTIMÁLNE PRI URČITOM UČIVE

V súčasnosti neexistuje pre programy žiadna terminologická norma a jednotliví autori (i v zahraničí) volia členenie a terminológiu podľa svojho uváženia.

U nás bola špecifikovaná terminológia podľa funkcie programového vybavenia. (Programové vybavenie môže byť: 1. pracovným prostriedkom žiaka; 2. predmetom výuky; 3. individuálnou učebnou pomôckou žiaka; 4. prostriedkom pre individualizované riadenie výuky; 5. pracovným prostriedkom učiteľa; 6. prostriedkom pre AISR školy.)

Na základe nej rozoznávame: a) výukové programy (tu patria cvičné aplikačné programy, ktoré pripravujú žiaka na praktické využívanie výpočtovej techniky), b) učebné programy, ktoré sa priamo podieľajú na výuke a zefektívňujú učebný proces, c) programy pre prípravu výuky a riadenie školy (uplatňujú sa predovšetkým ako pracovný nástroj učiteľa).^{18,22}

Kemison, Atkin a Rajtom hovoria o 4 typoch programov: určujúce progra-

my, vyvodzovacie programy, preverovacie programy a ostatné programy.¹⁹

I. Turek hovorí o skúšobných, demonštračných, opakovacích a vyučovacích programoch.²⁰

Uvedené druhy programov nebudeme podrobnejšie charakterizovať, ale zmienime sa o programoch, ktoré považujeme za optimálne pre výuku chémie na základných a stredných školách.

Na základe skúseností nadobudnutých pri overovaní vlastných programov pokladáme za vhodné v chémii na základnej škole počítačové didaktické hry (napríklad hra Chemické názvoslovie a pod.)²¹, ďalej programové konzultácie (program kladie žiakovi otázky, registruje jeho odpovede a môže tieto odpovede prípadne korigovať), program vo funkcii programového trénera (umožňuje žiakovi simulovaním správania ovládaného systému získať požadované vedomosti).

Na gymnáziu vzhľadom k náročnejšiemu učivu môžu byť veľmi vhodné programy, v ktorých ide o riadené objavovanie (po zadaní problémovej úlohy program na požiadanie vedie žiaka návodnými otázkami alebo úlohami k riešeniu).

4. KOľKO ŽIAKOV MÁ SÚČASNE PRACOVAŤ S VÝPOČTOVOU TECHNIKOU, ABY VÝSLEDKY BOLI ČO NAJEFEKTÍVNEJŠIE

Pri overovaní konzultačných programov sme pozorovali, že mnohí dobrí žiaci ak pracovali s programom jednotlivo, boli veľmi úzkostliví na správnosť odpovedí a s programom pracovali podstatne dlhšie. Zistili sme, že je vhodnejšie z hľadiska efektivity vyučovania, aby žiaci pracovali s programom vo dvojiciach, čo je v súlade s literárnymi údajmi.⁸

ZÁVER

Didaktické aspekty pri výuke s výpočtovou technikou v učebnom predmete chémie sú cenným prínosom pre autorov programov pre chémiu a pre učiteľov chémie, pretože riešia aktuálne problémy súvisiace so vzťahom výuka — počítač. Celé úsilie sa tu vlastne sústreďuje na to, že vzdelanie za pomoci počítača nesmie byť pripravené o svoju základnú ľudskú a medziľudskú dimenziu, že vzťah človek — stroj sa musí utvárať „v súlade s predmetnými modelami činnosti a správaním človeka“.

Zavádzanie počítačov do výuky je však dlhodobý proces a ďalšie poznatky o didaktických aspektoch pri výuke s výpočtovou technikou vyplynú z dlhodobého overovania programov vo výuke. V súvislosti s nimi bude potrebné vymedziť špecifické oblasti účinnosti počítačov vo výuke chémie, kategorizovať výsledky dosiahnuté ich zaradením do výuky a na ich základe zdôvodňovať potrebu a význam počítačov pri skvalitňovaní výchovnovzdelávacieho procesu.

- ¹ Cenkl, P.: *Celostátní konference o elektronizaci ve školství*. Pedagogika, 1988, č. 1.
- ² Sergejeva, T. — Čerňavská, A.: *Didaktičeskije trebovania k kompjuťernym obučajuščim programmam*. Informatika i obrazovanie, 1988, č. 1, s. 48—51.
- ³ Johnson, K. J.: *Simulation and Data Reductions Programs*. J. Chem. Educ. 57, 406 (1980).
- ⁴ Cirbes, M.: *Didaktika*. Skriptum UPJŠ Košice, 1980.
- ⁵ Binder, B.: *Qualitative Analysis Simulation*. J. Chem. Educ. 56, 108 (1978).
- ⁶ Salzsieder, J. C.: *Computer Simulation of Inorganic Qualitative Analysis*. J. Chem. Educ. 55, 380 (1978).
- ⁷ Cavin C. S. — Cavin E. D. — Lagowski J. J.: *A Study of the Efficacy of Computer Simulated Laboratory Experiments*. J. Chem. Educ. 55, 602, 1978.
- ⁸ Kulič, V.: *Člověk, učení, automat*. Praha, SPN 1984.
- ⁹ Kulič, V.: *Chyba a učení*. Praha, SPN 1971.
- ¹⁰ Zlatník, Č.: *Kybernetický přístup k analýze vyučovacího procesu*. Kandidátská práce Praha, FS ČVUT 1979.
- ¹¹ Vomáčeková, H.: *K zavedení počítačů do vyučovacího procesu*. Odborná škola 34, 8, 117, 1986—87.
- ¹² Tollingerová, D. — Kněžů, V. — Kulič, V.: *Programované učení*. Praha, SPN 1966.
- ¹³ Lysaught, J. P. — Williams, Cl.: *A Guide to Programmed Instruction*. N. York 1963.
- ¹⁴ Smik, L. — Ganajová, M.: *Poznamky z overovania učiva chémie na gymnáziu*. Přírodní vědy škole 38, 7, 266—269 (1986—87).
- ¹⁵ Smik, L. — Ganajová, M.: *Hodnotenie obťažnosti učebníc chémie 1. a 2. ročníka gymnázia*. Jednotná škola, 39, č. 5, 1987.
- ¹⁶ Vacík, J.: *Chémia pre 1. ročník gymnázia*. Bratislava, SPN 1984.
- ¹⁷ Pacák, J.: *Chémia pre 2. ročník gymnázia*. Bratislava, SPN 1985.
- ¹⁸ Štolba, M.: *Funkce a terminologie programového vybavení pre SOŠ*. Odborná škola, 35, 5, 1987—88.
- ¹⁹ Polat, E.: *Problemy ispol'zovania kompjuťerov v sisteme obrazovania razvitych kapitalističeskych stran*. Informatika i obrazovanie, 4, 1987.
- ²⁰ Turek, I.: *Didaktické aspekty výpočtovej techniky na SOŠ*. Odborná škola, 35, 1, 1987—88.
- ²¹ Brestenská, B. — Brestenský, J.: *Chemické vzorce I. a II. Zenit pionierov a mládeže*, 1, 1986—87.
- ²² Delenie programov na výukové a učebné je podľa literatúry 18. Uvedené delenie treba dnes považovať už za nesprávne, pretože výuka je vždy zároveň učením subjektu a učenie býva väčšinou zložkou výuky.

МАРИЯ ГАНАЁВА, ЛАДИСЛАВ СМИК ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ (В УЧЕБНОМ ПРЕДМЕТЕ ХИМИЯ)

В статье разработаны самые важные дидактические принципы с точки зрения функции вычислительных машин в химии: принцип научности, принцип наглядности, принцип связи теории с практикой, принцип активности, принцип индивидуального подхода,

принцип обратной связи, принцип дидактической рациональности и эффективности.

Важным дидактическим аспектом компьютеризации является отбор содержания учебного материала для его обработки при помощи вычислитель-

ных машин. Между существующими подходами к вопросу отбора учебного материала, подлежащего программированию, самым подходящим для гимназии считаем способ отбора тех частей учебного материала, усвоение которых, при традиционных способах

работы, представляет для учеников самую большую трудность.

Оптимальными программами для учеников основных и средних школ являются такие программы, которые учеников заставляют активно работать на уроке.

MÁRIA GANAJOVÁ, LADISLAV SMIK
DIDACTIC ASPECTS IN THE TEACHING WITH THE CALCULATION
TECHNIQUE IN THE SUBJECT „CHEMISTRY“

Those didactic principles which are of the greatest importance in chemistry from the standpoint of the function and calculation are elaborated here: the principle of scientificity, the principle of objectivity, the principle of the connection of the theory and practice, the principle of activity, the principle of the individual approach, the principle of the back-feed, the principle of the didactic and rational effectivity.

An important didactic aspect of the computerization is the choice of the

teaching content suitable for the computer elaborating. From the existing approaches to the choice of teaching items suitable for the programming we consider that way of choosing the teaching materials to be suitable for the grammar school the acquiring of which have been the trouble spots when applying traditional ways of their elaborating.

We consider those programmes to be optimal for the basic and grammar school learners that make the learners take an active part in the lesson.