

AKO ZAČAŤ S VYUČOVANÍM CHÉMIE NA ZÁKLADNÝCH ŠKOLÁCH (FYZIKÁLNE A CHEMICKÉ ZMENY)

Júlia Miklovičová

Pedagogická fakulta TU, Katedra chémie,

Priemyselná 4, 918 43 Trnava

e-mail: jmiklovi@truni.sk

Úvod

Chémia je veda, ktorá je založená na experimentálnom skúmaní materiálneho sveta, dalo by sa preto predpokladať, že analogicky bude prebiehať aj jej výučba. Tento spôsob je pre žiakov nielen zaujímavý, pochopiteľný, no predovšetkým prirodzený (Klein, Tomeček, 1986). Už v minulosti boli snahy postaviť vyučovanie chémie na experimentálnom základe, ale tie mali zväčša charakter výhradne experimentálnej činnosti učiteľa. Samozrejme, že i demonštračný pokus má na hodinách prírodných vied svoje miesto, no rozhodne by nemal byť ústredným a jediným experimentálnym východiskom bádania. Poznatky nadobúdané prostredníctvom praktických úloh demonštrovaných učiteľom sú prijímané pasívne, ťažko dochádza k vytvoreniu logických štruktúr v myslí žiaka a osvojené pojmy nadobúdajú význam len pre konkrétny experiment prezentovaný na hodine chémie. Takéto poňatie vyučovania nenapĺňa bádateľskú podstatu, ktorá je fundamentálnym predpokladom pre kvalitné osvojenie si vedomostí a chápanie súvislostí v oblasti prírodných vied. Cieľom tohto príspevku je preto predostrieť teoretické východiská zvolenej problematiky i jej potencionálne praktické aplikácie vo vyučovacom procese.

Žiaci experiment ako východisko raného chemického vzdelávania

Východiskom sa v tomto prípade javí model vyučovania prírodných vied vychádzajúci z konštruktivistickej paradigmy, ktorého základom je aktívne učenie sa, zamerané na experimentovanie, spresňovanie už osvojených vedomostí a vzájomnú výmenu takto získaných poznatkov v rámci skupiny rovesníkov i odborníkov reprezentovaných učiteľmi, pričom sa zdôrazňuje najmä aktívny rozvoj myslenia, logického a kritického uvažovania. Ťažiskom takéhoto prístupu je najmä uprednostnenie aspektov týkajúcich sa vývojových charakteristík žiakovho učenia a vedy.

Aj napriek tomu, že žiaci experiment neplní skutočnú „objavnú“ funkciu tak, ako ju chápeme vo vede, pre žiaka má veľký význam. Je to preto, že žiak sa prostredníctvom takýchto empirických skúseností dostáva k doposiaľ neznámym informáciám a prostredníctvom známych faktov si upevňuje „vedeckú správnosť vo vzdelávacom procese“ (Klein, Tomeček, 1968), samo si tvorí poznatkovú štruktúru podobne ako vedec, pretože tak ako činnosť vedca i činnosť dieťaťa je konštruktívna. Správne zvolené žiacke experimenty teda majú veľký význam pri logickom sprístupňovaní vedomostí v poznávacom procese, pri nadobúdaní hlbšieho všeobecného chemického poznania.

Fyzikálne a chemické zmeny látok vo vyučovaní chémie

V učebniciach chémie sa bežne stretávame s delением zmien na fyzikálne a chemické, pričom oba typy sú tu jasne a zreteľne pomenované. Učitelia a žiaci ich často bezvýhradne prijímajú bez uváženia tak, ako iné vedecké koncepty zaradené do vyučovania. Transmisívny prístup k vyučovaniu chémie, ktorý je často chápaný ako jediná možná paradigma v našich podmienkach často nedáva podnet uvažovať o možných komplikáciách. Samozrejme, dalo by sa namietat' proti nejednoznačnosti takéhoto rozdelenia. Gensler (1970) zdôrazňuje nelogickosť, ba dokonca odbornú nesprávnosť takto koncipovaného učiva a neodporúča ju zaradiť do vyučovania v takejto forme. Skutočne, problematika zmien v štruktúre chemického učiva, ak je naozaj chápaná komplexne, s prihliadnutím na zodpovedajúce súvislosti je naozaj zložitým celkom a jej uchopenie si vyžaduje celostné chápanie tejto problematiky. Avšak je nutné pristupovať k nej až tak striktné? Predchádzajúca argumentácia je postavená výhradne na teoretickom základe. Strong (1970) naopak tvrdí, že „chémia zahŕňa triedu javov, ktoré môžeme experimentálne rozlíšiť od iných typov zmien.“ Preto rozdelenie na chemické a fyzikálne zmeny by sa podľa neho dalo chápať ako základ pre skutočné experimentálne skúmanie

v školskom prostredí. Samozrejme nie je možné rigidne stanoviť hranicu, kde sa „končí chémia a začína fyzika“. Poukazuje sa predovšetkým na interaktivitu a prepojenosť vedeckých poznatkov ako takých, teda ide o uvedenie si predmetu skúmania chémie a jej miesta v systéme prírodných vied tak, ako i fundamentálnych zákonitostí, ktoré sú podstatné pre ďalšie napredovanie v prírodovednej oblasti.

Mnohí učitelia často považujú konceptuálnu a pojmovú štruktúru na úvodných hodinách chémie za zložitú. Nelson (2003) to pripisuje najmä nedostatočnému prepracovaniu učebných materiálov, ktoré sú bežne dostupné a teda i aktívne využívané vo vyučovacom procese. Obsah učebníc, ktoré sú určené pre „chemických laikov“ a nie je prispôsobený takémuto typu čitateľa, resp. študenta. Už v ich úvode sa často predkladá hotový vedecký materiál, no je potrebné uvedomiť si, že „zrelého vedca“, ktorý si v procese vzdelávania našiel svoje uplatnenie a je schopný vnímať problematiku komplexnejšie nemožno s dieťaťom porovnávať. Okrem toho, že dieťa disponuje inou (a do istej miery i obmedzenou) skúsenostnou základňou, i jeho „odborný“ slovný prejav je výrazne odlišný. Spočiatku je preto potrebné nielen vychádzať z mentálneho modelu vytvoreného v mysli dieťaťa, ale i do istej miery akceptovať jeho pojmovú štruktúru, aktívne ju zahrnúť do vzdelávania, vysvetliť nejasnosti a korigovať vzniknuté diskrepancie.

Predstavy detí o rôznych druhoch zmien boli mnohokrát identifikované a kategorizované na takej úrovni, aby sa mohli stať východiskom pre ďalšie učenie žiakov. Z takto kategorizovaných dát je zrejmé, že študenti pri interpretácii každodenných javov, teda pri vytváraní spontánnych modelov, vychádzajú zo svojich skúseností. Potvrdilo sa, že žiaci málo rozumejú problematike fyzikálnych a chemických zmien, chýba im osvojenie si základných prírodovedných súvislostí ako je zákon zachovania hmotnosti a energie, vo svojich tvrdeniach neberú do úvahy vznik plynných produktov pri chemických reakciách, nesprávne pomenúvajú každodenné javy, vo svojej reči volia nezodpovedajúce analógie.

Hlavným pilierom chemického učiva sa stalo časticové zloženie látok, z ktorého sa postupne odvodzujú ďalšie súvislosti. Samozrejme, nemožno poprieť fakt, že vedomosť o korpuskulárnych vlastnostiach látok je prerekvizitou pre hlbšie chápanie chemických súvislostí, no zabúda sa, že na to, aby žiaci porozumeli skutočnej podstate zmien v kontexte mikrosvetu je nevyhnutné, aby zvládli vnímanie „makro-súvislostí“ na dostatočnej úrovni. Je teda potrebné pracovať s miskoncepciami, ktorými deti disponujú, vhodným spôsobom ich transformovať, nahradiť správnymi na „makroúrovni“ a potom z nich vychádzať v ďalšom učení. Andersson (1986) už v osemdesiatych rokoch vyvodil zo svojho skúmania záver, že iba veľmi málo študentov vo svojich zdôvodneniach podstaty chemických reakcií využíva poznatky o atónoch a molekulách. „Tí študenti, ktorí berú do úvahy svet atómov a molekúl tento vnímajú len ako extrapoláciu makroskopického. To čo platí v makrosвете aplikujú aj na atómový. Študenti si neuvedomujú, že tieto dva svety sa kvalitatívne líšia.“ To je aj problém súčasného vyučovania.

Zhrnutie východísk a cieľov vyučovania chémie

Chémia sa v mnohých krajinách začína vyučovať pomerne skoro v rámci integrovaného predmetu „Science“ (prírodné vedy). Žiaci potom prichádzajú do „chemickej učebne“ už s istým vedomostným i manuálnym potenciálom. Mohli by sme predpokladať, že si okrem pojmov osvojili i základy vedeckého uvažovania a bádania a z takýchto predpokladov vo vyučovaní vychádzať. V našich podmienkach je vyučovanie prírodných vied situované až do samostatných predmetov prírodopis, chémia, fyzika na druhom stupni základnej školy. Princiipiálne v tomto kontexte nejde o odsúdenie spomínaného modelu. Ide skôr o poukázanie na slabé „zladenie“ jednotlivých konceptov takto izolovaných učebných predmetov. Učiteľ chémie nevychádza z učiva, ktoré si žiaci mali osvojiť v rámci prírodopisu, či fyziky v predchádzajúcom štúdiu, hoci tieto koncepty spolu navzájom veľmi úzko súvisia a dopĺňajú sa. Konštatovanie „toto ste sa učili na fyzike, resp. prírodopise“ nestačí. Mala by sa zintenzívniť snaha o prehĺbenie „medzipredmetových“ vzťahov, resp. previesť ich do roviny, ktorá bude lepšie dopĺňať a integrovať poznatky tak, aby ich žiaci mohli zmysluplne zaradiť do svojej poznatkovej štruktúry.

Študenti začínajúci vnímať chemickú vedu a uvedomovať si čo všetko je predmetom jej skúmania nemôžu prijímať všetky javy v takýchto širokých súvislostiach. Prvoradou úlohou učiva koncipovaného týmto spôsobom by teda malo byť predovšetkým osvojenie si základných princípov

vedeckého skúmania, nevynímajúc osvojenie si pojmovej základne, vychádzajúc pritom z každodenných skúseností žiaka. Tento cieľ je nutné postupne naplňať, priniesť nový pohľad na vyučovanie prírodných vied na základných školách a to predovšetkým prostredníctvom priblíženia sa konštruktivistickému paradigmatu v čo najväčšej možnej miere. Samozrejme, že úplný obrat by si vyžadoval množstvo ďalších zmien, no našou snahou nie je transformovať doterajší systém, ale umožniť aspoň čiastočný prienik spomínaného spôsobu vyučovania do už vytvorených štruktúr.

Tak ako v iných dostupných projektoch, aj tu je snaha sprístupniť žiakovi chemické poznanie prostredníctvom známych látok a javov vychádzajúc pritom nielen z predchádzajúcich školských poznatkov, ale predovšetkým z každodenných skúseností žiakov. Stavridou a Solomonidou (2000) vo svojej štúdií potvrdzujú, že vnímanie pojmu „látka“ (substance) a jej zmien u 13-14 ročných študentov (ktorí ešte neabsolvovali hodiny chémie) veľmi úzko súvisí s vnímaním konkrétnych látok (objektov), s ktorými prichádzajú do kontaktu v bežnom živote. Ak si teda kladieme za cieľ viesť žiakov k prekonaniu prekonceptov a dosiahnutiu konceptuálnej zmeny v ich myšliach, je potrebné posunúť sa prostredníctvom vyučovania od prekonceptu „bežných látok“ vnímaných ako inertné objekty, k chemickému chápaniu pojmu. Mohli by sme konštatovať, že na to, aby nastal posun správnym smerom je potrebné vychádzať z toho čo je žiakovi známe a postupne rozširovať jeho obzor tak, aby sa bežné chápanie pojmu „látka“ posunulo na „vedeckejšiu“ úroveň.

V prvej fáze vyučovania chémie („introductory chemistry“) by malo byť cieľom vytvoriť u žiakov stabilný vedomostný základ, ktorý sa stane neskôr východiskom pre ďalšie nadobúdanie poznatkov v oblasti prírodných vied. Za takéto východisko by sme mohli považovať učivo „Fyzikálne a chemické zmeny“, ktoré by sa v našich podmienkach dalo do istej miery chápať ako zhrnutie doteraz nadobudnutých poznatkov žiakov týkajúcich sa prírodovedy, prírodopisu či fyziky na vyššej úrovni.

Konštruktivizmus na úvodných hodinách chémie v našich podmienkach

Jedným z východísk predloženého vzdelávacieho modelu je projekt FAST (Foundational Approaches in Science teaching), na ktorom sa začalo intenzívne pracovať už v 60-tych rokoch minulého storočia na University of Hawaii.

Podľa tohto konceptu i my v rámci dizertačnej práce spracúvame niekoľko tém, ktoré súvisia s úvodným predstavením chémie ako vedy a jej fundamentálnych princípov žiakovi druhého stupňa základnej školy. Cieľom súboru námetov s názvom „Látky sa menia“ je predovšetkým to, aby sa naučili skúmať látky okolo seba tými najjednoduchšími dostupnými metódami. Žiaci by si mali uvedomiť rôznorodosť zmien, ktoré sa okolo nich dejú, naučiť sa nachádzať spoločné znaky a súvislosti medzi nimi. Pozornosť v tejto časti sústredíme predovšetkým na vratnosť, resp. nevratnosť dejov a osvojenie si zákona zachovania hmotnosti.

Všetky činnosti, ktoré sme zaradili do súboru pracovných listov vyžadujú aktívnu účasť aktérov. Žiaci zväčša pracujú s látkami, ktoré sú bežne dostupné a známe. Ide o to, aby si uvedomili vzájomnú prepojenosť vedeckých poznatkov a skúmaní s bežným životom, i to že chémia sa nedotýka výlučne chemického laboratória, ale je „prítomná“ i vo veciach, či činnostiach, ktoré dobre poznajú.

Väčšina pracovných listov je doplnená tabuľkou, alebo grafom, ktorý má sprehľadniť a istým spôsobom i systematizovať „novonadobudnuté poznatky“. Hoci sa práca s tabuľkami a grafmi môže zdať spočiatku zložitá, zo skúseností vieme, že žiaci si ľahko osvoja prácu s nimi.

Pracovné listy už na prvý pohľad nepredstavujú klasickú učebnicu. Zámerne sa vyhýbame sa tradičným poučkám vysvetľujúcim jednotlivé pojmy, ktoré si má žiak počas vyučovania osvojiť. Žiaci i tak mnohé z pojmov (roztok, rozpúšťanie, vyparovanie, atď.) poznajú z bežnej reči. Naším cieľom je žiakov iba usmerniť v ich chápaní, eliminovať memorovanie a presadiť ich hlbšie včlenenie do poznatkovej štruktúry žiakov.

Ako vyplýva už z teoretického úvodu, podstatou je naučiť žiakov vedecky uvažovať, stanoviť si vhodné hypotézy, navrhnúť spôsob ich preverenia, viesť ich k aktívnej diskusii a obhajobe svojich výsledkov a tvrdení v skupine spolužiakov. K tomu ich vedú problémové otázky, ktoré sú zaradené na záver každého pracovného listu (Zhrnutie).

Takto pripravenými úlohami chceme žiakov viesť ku skúmaniu makroskopických vlastností látok, pretože predpokladáme, že takáto aktívna príprava bude viesť k ľahšiemu pochopeniu ďalších, na ne

nadväzujúcich znalostí, ako je napríklad časticové zloženie látok (spracovávame v časti s názvom „Z čoho sa skladajú látky). (Niektoré z pracovných listov sú súčasťou prílohy)

Literatúra

1. ANDERSSON, B.: Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions, Science education, 1986, vol. 70, no. 5
2. GENSLER, W. J.: Physical versus Chemical Change, Journal of Chemical Education, 1970, vol. 47, no. 2
3. KLEIN, M. - TOMEČEK, O.: Školská semimikrochémia, SPN, Bratislava 1986
4. Kolektív pracovníkov UNESCO: Základy prírodných vied v pokusech, SPN, Praha 1971
5. KOSTIČ, Ž.: Medzi hrou a chémiou, Alfa, Bratislava 1975
6. LIBKIN, O. M.: Pokusy bez výbuchů, Polytechnická knižnice, Praha 1983
7. NELSON, P. G.: Basic Chemical Concepts, Chemistry Education: Research and Practice, 2003, vol. 4, no. 1
8. STAVRIDOU, H. – SOLOMONIDOU, C.: From Inert Object to Chemical Substance: Students' Initial Conceptions and Conceptual Development during an Introductory Experimental Chemistry Sequence, Science education, 2000, vol. 84, no. 3
9. STRONG, L. E.: Differentiating Physical and Chemical Changes, Journal of Chemical Education, 1970, vol. 47, no. 10
10. <http://www.uen.org/Lessonplan>
11. <http://www.lcesc.k12.oh.us>
12. <http://www.reachoutmichigan.org/funexperiments>

Príloha

1. LÁTKY SA MENIA

Príprava:

Všetky látky v našom okolí sa menia. Z múky, prášku do pečiva, cukru a vajícok sa stáva koláč, drevo v krbe sa mení na popol, maslo sa v teple rozleje a neskôr zožltne, chlieb po dlhšom skladovaní v plastovom vrecúšku splesnivie, ... atď. Aké sú však príčiny všetkých týchto zmien? Dalo by sa zhrnúť v čom sa všetky zmeny látok líšia a čo majú spoločné?

Problém:

Ako sa menia hmotnosti látok po tom, čo prejdú rôznymi zmenami?

Pomôcky:

- niekoľko hárkov papiera
- váhy
- plastová nádoba
- voda z vodovodu
- 2 kadičky

Postup práce:

A

1. Odváž niekoľko hárkov papiera a zapíš si nameranú hmotnosť.
2. Papier roztrhaj na kúsky. Opäť odváž a údaj zapíš do tabuľky.

B

1. Do plastovej nádoby nalej vodu.
2. Nádobu s vodou odváž ako v predchádzajúcej úlohe, jej hmotnosť si zaznač to tabuľky a vlož ho do mrazničky.
3. Keď voda úplne zamrzne, vrecko opäť odváž, a zapíš jeho hmotnosť do tabuľky.

C

1. Do kadičky (1) nalej 50 ml mlieka a kadičku s mliekom odváž a zapíš údaj o jeho hmotnosti.
2. Do inej kadičky (2) nalej 10 ml octu. Kadičku s octom odváž a údaj o hmotnosti si zapíš.
3. Obsah druhej kadičky vlej do prvej kadičky s mliekom a pozoruj zmeny.
4. Obsah kadičky so zmiešanými látkami odváž a hmotnosť si zapíš do tabuľky.

Pokus	Hmotnosť		Popis zmien
	predpoklad	skutočnosť	
A			
B			
C			

Zhrnutie:

Bola hmotnosť po roztrhaní papiera rovnaká?

Zmení sa hmotnosť vody po roztopení ľadu?

Ako vyjadriš vzťah medzi hmotnosťou vody a ľadu?

Zhoduje sa v treťom prípade tvoj predpoklad so skutočnosťou?

Ako by si zovšeobecnil informácie týkajúce sa hmotnosti a zmenách ktoré si pozoroval?

2. LÁTKY SA MENIA

Problém:

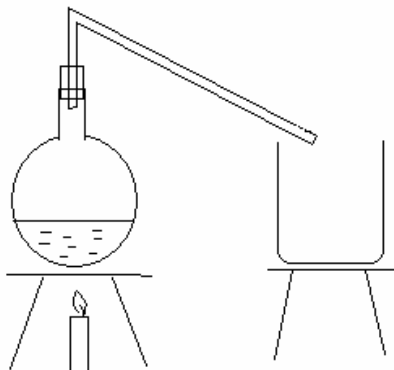
Platia tvoje tézy aj v iných prípadoch? (Dokáž platnosť predchádzajúcich odvodení na iných prípadoch.)

Pomôcky:

- kadička
- hodinové sklíčko
- váhy
- voda
- kuchynská soľ
- sklená tyčinka
- sklená platňa

Postup práce:

1. Do odváženej banky nalej 50 ml vody. Odváž banku s vodou a zaznamenaj hmotnosť vody do tabuľky
2. Na hodinovom sklíčku naváž 5 g kuchynskej soli.
3. Soľ nasyp do banky, opatrne krúživým pohybom premiešaj, počkaj kým sa rozpustí a do tabuľky si zapíš celkovú hmotnosť roztoku soli
4. Banku s roztokom začni zahrievať (viď obrázok)
5. Zapíš údaje o hmotnosti látok, ktoré zostali v kadičke



Látka	Hmotnosť látok pred zahrievaním (g)		Hmotnosť látok po zahrievaní (g)	
	predpoklad	váženie	predpoklad	váženie
Voda				
Kuchynská soľ				
Voda+soľ				

Zhrnutie:

Ako sa zmenila hmotnosť látok pred vyparením a po ňom?

Aká látka zostala v kadičke?

Boli tvoje predpoklady správne?

Ide pri rozpúšťaní o zmenu látky?

3. LÁTKY SA MENIA

Problém:

Pozorovanie a charakteristika základných znakov fyzikálnych zmien hmoty

Pomôcky:

- niekoľko tabličiek čokolády
- kadička
- voda
- hodinové sklíčko na prikrytie kadičky

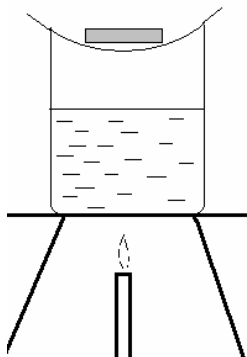
Postup práce:

A:

1. Odlom niekoľko tabličiek čokolády a popíš jej fyzikálne vlastnosti (pomôž si predchádzajúcou tabuľkou)
2. Čokoládu vlož do kadičky (podľa aparatury) a začni zahrievať. Popíš fyzikálne vlastnosti vzniknutej látky a porovnaj s predchádzajúcim skúmaním
3. Čokoládu opäť nechaj stuhnúť a popíš jej vlastnosti

B:

1. Do kadičky nalej 150 ml vody a popíšte jej vlastnosti podľa predchádzajúcej tabuľky
2. Kadičku s vodou uzatvor, začni zahrievať a pozoruj zmeny.
3. Popíš vlastnosti látky, ktorá sa vyzrážala na „pokryvke“



Čokoláda/Vlastnosť				
Pred zmenou				
Po zmene				

Voda/Vlastnosť				
Pred zmenou				
Po zmene				

Zhrnutie:

Čím je charakteristická fyzikálna zmena?
Uvažuj o podobných zmenách v tvojom okolí.

4. LÁTKY SA MENIA

Problém:

Skúmanie chemických vlastností látok

Pomôcky:

- vzorky známych látok
- kyselina chlorovodíková
- zápalky
- voda
- hydroxid sodný
- nehorľavá podložka

Postup práce:

1. Skúmajte chemické vlastnosti známych látok. Svoje pozorovania zapíšte do tabuľky

Látka/chemická vlastnosť	Horľavosť	Reaktivita		
		s vodou	s kyselinou chlorovodíkovou	s hydroxidom sodným

Zhrnutie:

Aké sú chemické vlastnosti látok? Zovšeobecni.

Uvažuj o podobným zmenách v tvojom okolí