

Střední škola - Waldorfské lyceum
Křejského 1501, Praha 4
tel. 272770378, lyceum@wspj.cz



Projekt „Vzdělávání pro adaptabilitu“
Registrační číslo CZ.2.17/3.1.00/32274

Evropský sociální fond
Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti

Metodický komentář k obsahu výuky chemie

Ondřej Ševčík

Úvod

V tomto textu bych se rád podělil o své zkušenosti, které jsem během pěti let získal s výukou chemie na Waldorfském lyceu v Praze. Je nutné předznamenat, že v průběhu relativně dlouhého časového období se obsah i metodika mého vyučování notně proměňovaly. V průběhu roku 2010 jsem pak využil svých dosavadních zkušeností při tvorbě Školního vzdělávacího programu, jehož strukturu bych zde také rád více osvětlil.

Poslouží-li tento text jako inspirace „hledajícím“ kolegům, budu jen rád. Chtěl bych upozornit na to, že i když se komentář opírá o dostupné texty zahraničních autorů, které sloužily mé práci jako východisko, jde ve skutečnosti o moje osobní názory, moje vyzkoušené metody. Rád bych také připomenul, že každá třída je něčím specifická a že tedy ne všechny poznatky lze generalizovat. K výstavbě konkrétního epochového vyučování je třeba přistupovat vždy „nově“ v kontextu daných zkušeností a rámcových dokumentů. Bude-li někdo brát tento text jako návod pro své vyučování, který bude prostě kopírovat, s největší pravděpodobností se úspěchu nedočká. Uchopí-li učitelé moje myšlenky individuálně v kontextu své školy, své třídy a své osobnosti, splní moje práce svůj účel.

Východiska a cíle

Reálná východiska pro vyučování chemie na české střední waldorfské škole jsou následující:

- 1) České kurikulární dokumenty, zejména pak Rámcový vzdělávací program Kombinované lyceum.
- 2) Nejrůznější doporučení německých autorů (obecnými doporučeními R. Steinera počínaje a dosti konkrétními návody některých waldorfských učitelů konče).
- 3) Relativně nízká hodinová dotace pro chemické vyučování ve srovnání se školami gymnaziálního typu (prakticky tři třítydenní epochy, tj. v přepočtu 3 h za studium).
- 4) Zpravidla negativní vztah žáků k chemii, který získali v průběhu vzdělávání na základní škole, pramenící nejčastěji z neporozumění předmětu.
- 5) Velká rozdílnost vstupních znalostí a dovedností u jednotlivých žáků, projevující se nejen mezi absolventy waldorfských a běžných základních škol, ale zcela obecně mezi jakoukoli dvojicí škol.

Se všemi výše uvedenými aspekty je učitel nucen kreativně pracovat. Jako nejobtížnější se ukazuje překonat určité vnitřní přesvědčení, které je u většiny učitelů hluboce zakořeněno. Tak si jako učitelé říkáme: „*Musím svým žákům předat co nejvíce, maximum z toho, co vím a znám.*“ Toto přesvědčení je podle mého názoru mylné a k uvažování nad ním je učitel dotlačen nejprve nízkou hodinovou dotací. Uvědomění si toho faktu, že žáky neznevýhodňuji, pokud jim neříkám „všechno“ bylo naprosto základním zlomem v mém pedagogickém působení. Jenom tehdy, ponechám-li žákům dostatečný prostor, mohu podpořit jejich kreativitu, jejich vlastní myšlení, jejich sebedůvěru. Vyplním-li onen nízký počet vyučovacích hodin převážně přehledem svých encyklopedických znalostí, logicky nemohu výše zmíněný prostor vůbec vytvořit. Nechá-li učitel žákům dostatečný prostor, může zažít, že učení je skutečně proces oboustranný, a to nejen po stránce sociální, ale i po stránce znalostní.

K výběru témat v chemickém vyučování je tedy potřeba přistupovat s maximální bdělostí. V „tematickém moři“ neustále se rozrůstajícího oboru se učitel snadno ztratí. Den za dnem přibývají desítky chemických poznatků. Zvláště dnes se často ve vyučování chemii objevuje nový trend – zařadit co nejvíce současného (ovšem bez zmenšení „klasického“ znalostního penza). Žáci se utápějí v množství faktů a nemohou zažít pocit z dokonalého porozumění věci. V následujících kapitolách se pokusím na příkladech vyložit, jakým způsobem vybírám učivo já.

Výběr látky samozřejmě souvisí také s obecnými cíli chemického vyučování na waldorfské škole. Tyto jsou podle mého následující:

1) Školení exaktního pozorování.

Základní metodou práce v přírodovědných předmětech je na waldorfské škole exaktní pozorování nějakého fenoménu. Chemie, jakožto experimentální věda s časově poměrně nenáročnými experimenty (např. v porovnání s biologií) má v této oblasti společně s fyzikou výsadní postavení. Žáky vedu k tomu, aby dokázali soustředěně pozorovat probíhající demonstrační (nebo vlastní) experiment a jeho průběh potom přesně zaznamenat v protokolu. Společně nacházíme hranice mezi postupem a pozorováním. Nejtěžším oříškem potom zůstává rozlišit pozorované a myšlené (tzn. skutečné pozorování od závěrů a interpretací). Právě k uvědomění si rozdílů mezi pozorovaným a myšleným směřuje chemické vyučování.

2) Posílení důvěry ve vlastní myšlení.

Tento důležitý moment se pokusím přiblížit na příkladu z vyučování v prvním ročníku. Experimentálně se věnujeme se žáky projevům vlastností kyselin, zásad a solí. Jednotlivé teoretické závěry nám nejsou nic platné. Dokážeme-li však v mysli udržet celek, vykrytalizují nám pravidla pro chování látek v tomto světě. Posléze zadám žákům úkol: „*Co se stane, když uhličitán vápenatý pokapeme kyselinou sírovou?*“ Žáci tuto reakci nikdy neviděli. Přesto jsou někteří schopni předpovědět její průběh a její produkty. Jsou schopni rozhodnout, zda reakce bude, či nebude probíhat. Takovýto zážitek porozumění chemii je velmi silný a může být impulzem k prolomení bariéry mezi žákem a předmětem, která byla často v minulosti na základní škole vytvořena.

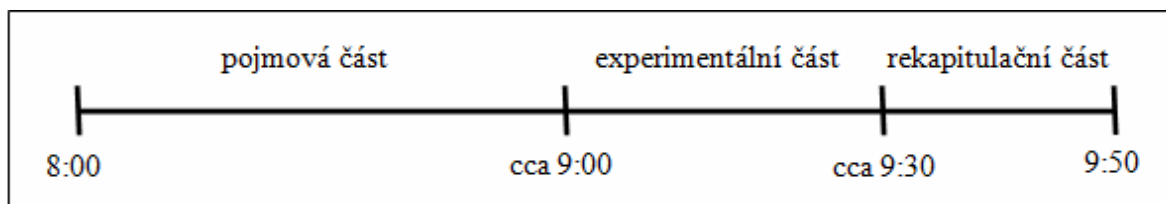
3) Prožití úzkého spojení chemie s člověkem a se světem.

Podle mého je třeba, aby žáci zažili, že chemie není „*cosi nepřátelského tam venku*“, ale že je s naším životem těsně spojená. Proto do vyučování zařazuji maximum praktických aplikací, uplatnění chemických látek v každodenním životě, atp.

Metodika

Na tomto místě bych se rád zmínil o členění epochového vyučování. Jde o všeobecně známý metodický prvek, který bývá nejčastěji označován jako „trojčlenné vyučování“ nebo „metodický trojkrok“. Právě na příkladu experimentálního přírodovědného vyučování je toto členění nejlépe patrné. Ukazuje se zároveň jako užitečný rytmický prvek, který, je-li správně využíván, výborně harmonizuje vyučovací proces. Nastane-li ve vyučování problém s pozorností či únavou žáků, je nejčastěji právě odrazem nesprávně členěného vyučování. Je-li vyučování rozčleněno správně, nepředstavuje 110 minut trvající epocha problém, ale pedagogickou výhodu.

Schematicky je členění vyučování znázorněno v následujícím obrázku:



Nové téma se ve vyučování objevuje přibližně uprostřed epochy v experimentální (či pozorovací) části a je prezentováno formou experimentu. Experiment může být jak demonstrační, tak žákovský. Důležité je, aby se žáci zaměřovali na smyslové pozorování. V tomto okamžiku je třeba maximálního soustředění a ticha ve třídě. Také já při provádění experimentu s žáky prakticky nehovořím. Nepopisuji např. jednotlivé kroky experimentu, neboť žáci přeci mohou dobře vidět, co právě dělám. Někdy upozorním na některé detaily, ale zpravidla se najde žák, který si detailů všimne i bez mého upozornění. Pokud dělám v jednom dni více kratších experimentů, provádím je zpravidla po sobě, bez vřazování krátkých rekapitulací. V průběhu pěti let vyučování jsem vyzkoušel i druhou variantu, tj. v případě více experimentů vystavět druhou polovinu epochy stylem experiment I – rekapitulace I – experiment II – rekapitulace II. Tato varianta se jeví pro žáky jako pohodlnější a zejména v prvním ročníku ji často vyžadují. Ve skutečnosti se ukazuje, že je časově i silově náročnější. „Ukočírovat“ rozjetou rekapitulaci tak, abyste se dostali k následujícímu experimentu je obtížné. Žáci prosí o odklad dalšího experimentu na jiný den, chtějí si rovnou zapsat i pozorování, aby se jim s dalším pozorováním nepletlo. Velmi nelibě nesou, když je z procesu zpracování pozorovacích dat učitel vytrhává a „vnucuje“ jim pozorování další. Ve výsledku je podle mého toto členění pro vyučování spíše destruktivní. Naopak provedení dvou experimentů v jednom bloku nemá tyto nežádoucí účinky a žáci se díky němu mohou, i přes počáteční reptání, posunout k vyššímu stupínku soustředění i pozorování.

Po ukončení experimentování následuje důležitá část rekapitulační, kdy společně s žáky rekonstruujeme průběh experimentu z našich vzpomínek. Snažíme se co nejpřesněji si vzpomenout na jednotlivé detaily. Možností jak tuto část uchopit je mnoho. Někdy vybírám jednoho žáka, kterého nechám, aby sdělil ostatním, co pozoroval. Spolužáci jej potom dle svých vlastních vjemů korigují a ve třídě vzniká živá diskuse. Základní kostru pozorování zaznamenávám na tabuli. Zvláště u náročnějších experimentů procházíme dílčí částí rovnou hromadně a žáci se navzájem doplňují. Často také začínám otázkou: „*Nejprve mi zopakujte, co jsem dělal já?*“ a následně pak: „*Co se při tom dělo?*“ Takto se žáci postupně učí rozlišit postup od pozorování, což zpočátku činívá problémy. V této části může samozřejmě zaznít od žáků ona kardinální otázka: „*Proč se to stalo?*“ Zpravidla žáky prostě odkážu na následující ráno s douškou: „*Přemýšlejte o tom!*“ Objeví-li se při

rekapitulaci pozorování např. sdělení „*v baňce byl podtlak*“, zeptám se: „*Jak jste ten podtlak pozoroval?*“ A odpověď, že lze pozorovat toliko projevy podtlaku, ale nikoli podtlak sám, je nasnadě. Takto také postupně docházíme k oddělování skutečně pozorovaného a v mysli konstruovaného.

Po skončení rekapitulace začínají žáci pracovat na tvorbě protokolu do sešitu. Co nestihnou ve škole, zůstává jim jako domácí práce. Jiné úkoly na hodinách chemie zpravidla nedávám. Zvláště zdůrazňuji důležitost dodělat protokol ještě tentýž den, dokud si pozorování dobře vybavujeme. Často také používám poněkud drsné vyjádření: „*Nebudete-li mít zítra protokol hotový, je pro vás epocha chemie zbytečná!*“

Druhý den zahajujeme epochu ještě jednou krátkou rekapitulací. Nejčastěji postupuji tak, že nechám dva žáky přečíst protokol, který zpracovali do sešitu. Pokud někdo domácí úkol nesplnil, mohu nechat vyprávět jeho. Někdy takový žák překvapí podrobnostmi, jindy se mu potvrdí to, že díky nedodělaným poznámkám se ztrácí a v pojmové (vyhodnocovací) části vyučování bude „mimo“. Průběh této části vyučování mívá nejrozličnější podoby. Hlavním cílem je, aby žáci pokud možno sami, na základě analýzy experimentu, dospěli k teoretickým a zobecňujícím poznatkům. Zažil jsem situace, kdy některý z žáků prohlásí: „*To je přece jasné, proč se to stalo!*“ a začne spolužákům vysvětlovat své teorie. Zažil jsem situace, kdy třída zarputile mlčí a jakoby očekává, že jim „celé tajemství“ přinese učitel na stříbrném podnosu. Nejtěžší je vydržet ticho! Pokud učitel rezignuje a vyhodnocení udělá sám, budou to žáci vyžadovat i později u každého obtížnějšího úkolu. Je to moc pěkný prostředek k oslabení vůle žáků. Pokud se i po delší době ticha nikdo „nechytá“, pomáhám žákům otázkami. Například rozdělíme experiment na několik dílčích částí, zaměřuji jejich pozornost na naprosto konkrétní detaily, atp. Někdy se stane, že žáci navrhnou doplňkový experiment, který jim může pomoci v pochopení problému. Potom, je-li to možné, tento experiment rád provedu. Z pozorování tak postupně krystalizují zákonitosti a teoretické pojmy. Do této části epochy je možné po vyhodnocení experimentu vložit i případný rozšiřující výklad.

Kolem deváté hodiny přichází čas na nový experiment a celá trojice kroků se opakuje. Z této sevřené struktury se vymyká pouze první den epochy, kdy ještě není co vyhodnocovat a poslední den epochy, kdy se nedělá experiment, neboť by nezbyl čas na jeho vyhodnocení. Jak jsem k těmto dvěma „nestandardním částem“ přistoupil v jednotlivých epochách, zmíním v následujícím textu.

Rozvrh epoch

V následujícím rozvržení epoch jsem vycházel jednak z německé tradice, jednak z Rámcového vzdělávacího programu Kombinované lyceum. V neposlední řadě také ze svých zkušeností-

1. ročník – *epocha solí, kyselin a zásad* (3 týdny, 36 hodin)
2. ročník – *epocha prvků* (3 týdny, 36 hodin)
3. ročník – *epocha organické chemie* (3 týdny, 36 hodin)
4. ročník – ve čtvrtém ročníku se chemie vyučuje toliko v přírodovědné specializaci

Charakteristika epoch

Základní charakteristiku epoch včetně tematického přehledu jsem zpracoval již ve Školním vzdělávacím programu. Nyní se pokusím o podrobnější popis jednotlivých epoch.

Epocha solí, kyselin a zásad

Do prvního ročníku přicházejí studenti zpravidla s negativním vztahem k chemii, často také s velkým strachem. S těmito faktory je učitel nucen pracovat. Také vstupní znalosti studentů jsou nejrozličnější od prakticky nulových přes fragmentární znalost názvosloví až k poměrně komplexním chemickým poznatkům. Přesto je pro většinu žáků způsob, jakým se s chemií pracuje na waldorfské škole nový.

V průběhu pěti let jsem vyzkoušel nejrůznější skladby této epochy. Zvláště můj přístup v počátečních letech bych označil jako „semiklasický“. Nedokázal jsem se dostatečně hluboce zabývat podstatou soli, kyseliny a zásady a první týden jsem začínal tématem směsi a jejich rozdělování, tedy nejrůznějšími separačními technikami. Později jsem zjistil, že ke skutečnému pochopení zákonitostí acidobazického světa jsou tři týdny sotva dostačující a věnuji se nyní téměř výhradně solím, kyselinám a zásadám.

Velkou diskusí by si zasloužilo také téma chemického názvosloví a používání vzorců. V německých metodikách bývají vzorce zaváděny do chemie až společně s její kvantifikací v 11. třídě (tedy ve 2. ročníku). V České republice, kde jsou waldorfské ZŠ a SŠ oddělené, je výchozí situace jiná. Žáci se již v průběhu ZŠ seznámili s anorganickým názvoslovím, a proto zdánlivě neexistuje důvod, proč jej v prvním ročníku lycea aktivně nevyužívat. Přesto jsem po třech letech od plošného využívání „vzorečků“ v prvních ročnících upustil. Hlavním důvodem je, že většina žáků se k názvosloví staví spíše s despektem a pouze cca 1/5 třídy jej dobře ovládá. Nezládnutí názvosloví, které je vlastně spíše matematikou, nežli chemií, pak paradoxně u většiny žáků brání porozumění chemii. Chemické rovnice tedy sice zapisujeme v prvním ročníku slovy, ale zase vím, že více než 90% žáků dokáže na konci epochy předpovědět průběh neznámé acidobazické reakce a doplnit její produkty, což rozhodně není v ČR běžný standard. Ti žáci, kteří názvosloví zvládají, mohou na něm nadále pracovat individuálně a odváželi-li se již v prvním ročníku zapisovat chemické rovnice výše zmíněných dějů, rozhodně jim v tom nebráním, spíše je podporuji. Zbytek třídy se naučí aktivně využívat formální chemickou mluvu v průběhu 2. ročníku.

K níže popsané výstavbě epochy mě nejvíce inspirovaly konzultace s mým mentorem, zkušeným waldorfským učitelem *Janem Deschepperem*, sešity žáků z WŠ v německém Prienu, knihy *Manfreda von Mackensena* a *Fritse Juliuse*.

První den vyučování začínám nejdříve nastavením podmínek, seznámím žáky s tím, jak se na waldorfském lyceu chemie vyučuje, ptám se na jejich zkušenosti a zážitky ze základní školy, které s chemií souvisejí. Je-li v první části dostatek času, sesbíráme (event. rozšíříme) poznatky o kuchyňské soli, které již žáci získali dříve. V prvním týdnu epochy se věnujeme výhradně solím, jde spíše o fyziku, nežli o chemii. Pro sebe jsem dal této části epochy podtitul *solí a voda*. Nejprve se zabýváme obecnými vlastnostmi roztoků solí, později kvantitativními parametry (pojmy rozpustnost, nasycený a přesycený roztok), krystalizací a nakonec i kvalitativním popisem rozpouštění (pojmy difuze a osmosa). Z experimentů se mi v této části velice osvědčily např. měření teplotních změn při posolení ledu, měření teploty varu solného roztoku, porovnávání závislosti rozpustnosti kuchyňské soli a modré skalice na teplotě, krystalizace dusičnanu draselného z horkého nasyceného roztoku, krystalizace přesyceného roztoku thiosíranu (event. octanu sodného), pozorování difusních procesů při rozpouštění krystalku manganistanu draselného, pokusy s rozpouštěním chloridu železitého ve vodním skle.

Druhý týden epochy konečně přecházíme k opravdové chemii. Pracovně začínáme tématem *solí a oheň*. Při zahřívání modré skalice a její zpětné hydrataci

objevujeme pojem krystalová voda. Totálním tepelným rozkladem soli získáme poprvé kyselinu a zásadu. Pro tepelný rozklad je nevhodnější pravděpodobně dusičnan vápenatý, který při snadno dosažitelných podmínkách poskytuje uspokojivě prokazatelnou kyselou i zásaditou složku. Termický rozklad je možno provést i s modrou skalicí, ale vyžaduje vyšší teplotu, delší čas a oxid měďnatý jakožto báze je hůře prokazatelný. Je-li dostatek času, dělám rozklady oba.

Při zkoumání vlastností kyseliny sírové a dusičné objevujeme v působení H_2SO_4 na kuchyňskou sůl další kyselou entitu – chlorovodík. Působením chlorovodíku na vápenec pak kyselinu uhličitou (event. oxid uhličitý). Vytváříme si první myšlenky o síle kyselin a o jejich vzájemném vytěsňování ze solí.

Třetí týden se pozornost přesouvá k průzkumu bází. Zabývám se zpravidla hydroxidem sodným, vápnem a nějakou slaboučkou bází (jako je oxid/hydroxid měďnatý či železitý). I zde porovnáváme nejen vlastnosti, ale i sílu a vzájemné vytěsňování ze solí. Epoque vrcholí tématem neutralizace, tedy opětovného spojení kyselého a zásaditého protikladu v soli. Je-li dostatek času, zabývám se ještě krátce mícháním roztoků solí (podvojnou záměnou).

Poslední den epochy je věnován celkovému shrnutí všech probraných objevů do přehledného schématu. Žáci jsou nyní schopni silou vlastního myšlení předpovědět produkty reakcí, v nichž se potkává kyselina a zásada, kyselina a sůl, zásada a sůl, event. sůl se solí. Zároveň mají tyto tři pojmy velmi dobře zažitě. V této poslední hodině se věnuji také tématu pH.

Chemické procesy zapisujeme reakčními schémata, tedy kvalitativně. Jelikož acidobazické procesy ve výše zmíněném smyslu jsou neredoxní, naučí se žáci snadno operovat s chemickými názvy jednotlivých látek a jejich transformacemi. Nemění se žádné názvoslovné koncovky, jen se přeskupují slova.

Epocha prvků

Ve druhém ročníku se s žáky zabýváme tématem jednotlivých prvků. Do hry přichází oxidace a redukce, která spojuje svět prvků se světem sloučenin. Chemie se postupně matematizuje, do anorganiky se zavádějí skutečné rovnice. Pochopili-li žáci v prvním ročníku dobře základní principy, nedělá jim přechod větší problémy. Zařazování procvičování rovnic a názvosloví do struktury epochového vyučování však je, alespoň pro mě, problematické. Zpravidla v prvních dnech žákům rozdám list se zpracovanými základními myšlenkami kvantitativní chemie k domácímu studiu. Druhý den se listem ještě jednou zabýváme, objasňujeme si nepochopené body. Poté začínáme ke každému reakčnímu schématu psát i pravou chemickou rovnici. Je-li možnost pravidelných hodin (např. v rámci suplování), vždy po ní ochotně sáhnu, protože k procvičování názvosloví jsou pravidelné hodiny s polovinou třídy nesmírně užitečné.

Tuto epochu začínám nejčastěji kratičkou přednáškou na téma vývoj pojmu element (prvek) od aristotelských živlů až k Boylově definici ve Skeptickém chemikovi. Poté se zabývám jednotlivými prvky. Řada věcí se dá vyložit na podstatě síry, kterémužto prvku se věnuji více dní. Po pozorování elementárních modifikací a jejich přechodů postupně se žáky prozkoumáváme oxidační cestu (směrem k oxidům síry a oxokyselinám) i cestu redukční (k sulfanu a sulfidům). Většina německých autorit staví jako východisko právě síru. Shodou okolností se jedná o prvek, o kterém se nejvíce vyjadřoval Rudolf Steiner.

V následujících dnech se zabývám dalšími prvky tak, že se věnuji vždy 1-2 dny jednomu prvku. Důležitý je pro mě oproti síře nějaký charakteristický kov (např. sodík) a potom vodík, který nás jednak znovu propojuje s tématem acidobazickým

z prvního ročníku, jednak se při redukci CuO vodíkem nádherně podchytí podstata redukčního děje. Jako silným oxidans se v protikladu k vodíku zabývám chlorem. Tyto čtyři prvky ponechávám v portfoliu epochy téměř vždy, protože se na nich nádherně vysvětlují některé základní principy prvkové chemie. Další prvky vybírám podle charakteru třídy nebo společně s žáky, když se jich přímo zeptám, jakým prvkem by se chtěli zabývat.

I když německé autority doporučují jako výchozí prvek právě síru, ze zkušenosti vím, že je možné epochu vystavět zcela jiným způsobem. Tak jsem se v jednom roce domluvil s vyučujícím fyziky, který měl nedávno před mou epochou epochu elektřiny. Celou epochu prvků jsem potom zbudoval na elektrolýzách. Výchozím bodem byla voda a její rozklad na vodík a kyslík (které se staly reprezentanty redukčního a oxidačního agens). Elektrolýzou solanky jsme objevovali chlor... Kromě prvkového poznání jsme tak experimentálně odvodili Faradayovy elektrolytické zákony.

Jednou jsem také celou druhou polovinu epochy vystavěl na klasických kovech pro plánovaný mezipředmětový projekt s eurytmií. I to je možné. Knihy *Hauschky* a *Pelikana* poskytnou dostatek inspirace pro tvůrčí mysl pedagoga.

Již před několika lety jsem začal do této epochy zařazovat referáty žakovských dvojic o zajímavých tématech souvisejících s anorganickou chemií. Témata jsem vybíral já a byla koncipována pro všechny typy žáků tak, aby si každý mohl vybrat. Postupně mi ale začala témata docházet a opakování stejného tématu (buď s jinou třídou a jinak pojatého) mě samotného začalo nudit. Cítil jsem, že žáci potřebují nějakou výzvu a tak jsem vydal seznam témat doporučených s možností po konzultaci doplnit témata další, žáky navrhnoutá. Návrhů bylo tolik, že jsem byl posléze nucen referáty rozšířit na témata obecně chemická, protože vnitřní motivace žáků byla velice silná. Poslední dva dny epochy proto již čtvrtým rokem pořádám tzv. Konferenci mladých vědců, kde jsem toliko konferencíem. Odborníky jsou žáci sami. Ze zajímavých témat, která za ty roky zazněla, zde zmiňuji jen některá

- slavné diamanty v dějinách lidstva
- damascénská ocel
- uhlíkové nanotrubičky
- otravy sloučeninami arsenu
- biografie D. I. Mendělejeva
- biografie L. N. Lavoisiera
- vznik českých názvů prvků v dobách národního obrození
- hormonální antikoncepce
- využití chloru jako bojového plynu
- palivové články
- krasové jevy a jejich podstata
- výroba sirek a sirkařské řemeslo v Čechách
- chemická kouzla
- eutrofizace vod
- kyselá dešť

Na konci epochy chemie druhého ročníku žáci dokážou zapsat pozorovaný děj chemickou rovnicí, orientují se ve světě prvků a v jejich biogeochemickém cyklu. Jsou si vědomi křehké přírodní rovnováhy. Navíc odcházejí z epochy posilněni zjištěním, že dokážou sami zpracovat chemické téma a toto prezentovat před veřejností.

Epocha organické chemie

Epocha chemie ve 12. třídě pro mě zůstává i po čtyřech letech otevřeným tématem. S její výstavbou jsem ještě nikdy nebyl spokojen a potýkám se s ní. V pokynech Rudolfa Steinera nalezneme, že chemie by měla být v tomto roce v nejužším spojení s člověkem. Zmiňuje se o enzymatických pochodech a o procesech kovů v těle člověka. Tedy biochemie? Klasická biochemie jako snůška zpaměti naučených kroků jednotlivých metabolických cyklů jistě nepřipadá v úvahu. Jakési oduchovnělé biochemie na vyšší úrovni pravděpodobně zatím nejsem schopen (a zřejmě i řada učitelů německých má s touto epochou určité problémy). V konzultaci s Janem Deschepperem jsem zjistil, že většina učitelů se zabývá buď atomistikou v souvislosti s atomem uhlíku a organickou chemií, nebo rozšiřuje nauku o cukrech, tucích a bílkovinách (podle toho, jak byla probrána v 8. třídě).

V poměrech české waldorfské školy je třeba se k problému 12. třídy stavět jinak, jelikož myšlenka, že nějak smysluplně byly v 8. třídě probrány „přírodní látky“ je skutečně idealistická (samozřejmě to neplatí pro žáky z waldorfských škol). Navíc je do středoškolského učiva nutno nějakým způsobem zařadit organickou chemii klasickou. Zároveň je třeba najít na těchto tématech něco, co mohou žáci 12. třídy považovat za dostatečnou výzvu pro tvorbu svého individualizovaného usuzování.

Protože vhodnou náplň epochy stále hledám, jen stručně zde nastíním, co jsem již vyzkoušel. Začínal jsem např. otázkou, jakým způsobem se v historii proměnil pojem organická látka. Jindy v návaznosti na biologii naopak otázkou odkud se vzala první organická látka, odkud se vzal život? Otázky bez jednoznačných odpovědí žáky nejprve iritují, ale jsou důležité pro tvorbu vlastního úsudku, vlastního světového názoru.

Zabývat se do větší míry klasickou organikou se mi příliš neosvědčilo. Přehled uhlovodíků a jejich derivátů je pro třítydenní epochu příliš široký, navíc nelze nalézt dostatek vhodných experimentů k jednotlivým skupinám. Po krátkém seznámení s formální prací v organice (názvosloví, vzorce) tedy rozdám žákům přehled jednotlivých skupin a zabývám se pak do hloubky jednou z nich. Nejzajímavější momenty mi zatím přinesla buď práce s tématem alkoholy (kde je možno kromě pěkných zákonitostí chemie organické nalézt i nesčetné množství souvislostí kulturně-historických), nebo hlubší práce se samotnými uhlovodíky a jejich reakcemi. Zde jsme narazili na zajímavou myšlenku, že světlo může ovlivnit průběh chemické reakce, což lze ukázat na radikálových substitucích. Automaticky vyvstává otázka, zda potmě neproběhne reakce nikdy, nebo zda bude probíhat tak pomalu, že to nebude lze pozorovat. Také otázka, zda existuje absolutní tma...

Druhou polovinu epochy zpravidla věnuji látkám přírodním – cukrům, tukům, bílkovinám. Zde je možné najít celou škálu experimentů, ovšem je velký rozdíl mezi žáky. Ti, kteří přišli z waldorfských ZŠ, se již tímto tématem zabývali hlouběji, a proto nutně dochází k opakování některých experimentů. Zde je třeba postupovat nadměrně obezřetně, aby nevznikl dojem, že chemie nepřináší nic nového.

Jednou jsem se také celý týden věnoval vejci. A to z hlediska biologického, biochemického i hospodářského. Atomistická témata ponechávám ve větší míře epoše atomové fyziky. Přímou aplikaci např. atomových orbitalů do chemie pak řeším toliko se studenty přírodovědné specializace.

Chemie v přírodovědné specializaci

V přírodovědné specializaci přistupujeme k chemii poněkud klasičtěji. Speciální metodika odpovídající např. epochovému členění není pro tuto situaci vypracována. O tematickém rozvržení, které je značně svázáno Rámcovým vzdělávacím programem Kombinované lyceum se lze více dočíst ve mnou zpracovaném Školním

vzdělávacím programu. Z vlastní zkušenosti mohou říci, že ve 4. ročníku může opravdu dojít k určitému uchopení fyzikální chemie a orbitalového modelu atomu i chemické vazby. Toto podle mého není možné před probráním pravděpodobnosti, integrálního a diferenciálního počtu (matematika) a základních principů kvantové mechaniky (fyzika). Jelikož na gymnáziích je zpravidla toto téma vyučováno v obecné chemii v ročníku prvním, nemůže být pochopeno.

Hodnocení výuky chemie na waldorfské škole

Epochové vyučování obecně s sebou přináší celou řadu pozitivních možností, experimentální chemie stejně tak. Žáci se absolvováním výše zmíněných tří epoch samozřejmě nestanou chemiky odborníky, ale odnesou si z chemického vyučování mnoho zajímavých poznatků, pro život užitečných, pozitivní vztah k předmětu a důvěru ve vlastní myšlení a usuzování. Mají-li se dále zabývat studiem přírodovědy, je nutné navštěvovat ještě hodiny chemie v přírodovědné specializaci.

Domnívám se, že jakožto učitel chemie na waldorfské škole nemohu být objektivním hodnotitelem tohoto vyučovacího procesu. Proto v následujícím textu cituji z reflexí žáků 3. ročníku, kteří všechny výše zmíněné epochy absolvovali. Otázka zněla „Co Vám daly tři roky chemie na waldorfském lyceu?“

- *„Po tom, co jsem strávila tři roky chemie na gymnáziu, mi to tady přišlo o dost snadnější ale i zajímavější. Jsem si jistá, že z těchto tří týdnů si zapamatuji více, než z těch tří let nesmyslného „šprtání se“ nazpaměť.“*
(studentka, která přestoupila do třetího ročníku z gymnázia)
- *„Chemie tady na Waldorfském lyceu mi dokázala, že chemie je pochopitelný předmět, že je to užitečný předmět a předmět, který mě může bavit.“*
(humanitně zaměřená studentka, která se chemií dále nebude zabývat)
- *„Přišlo mi, že letos jsme brali asi nejvíce pokusů „ze života“. Těch, které můžeme někdy využít... Nemělo by se brát jako samozřejmost, že si všechny věci pamatujeme. U pojmů bych častěji připomínala jejich významy.“*
(studentka, kterou chemie baví a postupně se vypracovala k vynikajícím výsledkům)
- *„Čas strávený u chemie na lyceu beru jako rehabilitaci mého názoru na chemii.“*
(kriticky zaměřený student humanitních oborů)
- *„Již ze základní školy jsem zvyklá na podobný systém výuky. I přesto mám stále nedostatky v chemii a nerozumím jí“*
(absolventka ZŠ waldorfské, která o sobě tvrdí, že na přírodní vědy nemá talent)
- *„Nemůžu říct, že bych byla rozená chemička. Doteď mám se vzorečky a názvy problémy. Ale jde to udělat (i pro lidi jako jsem já) formou, kterou chápu a vím, o co se jedná... I moje rodina má ráda tuto epochu. Každý den musím u večere vyprávět, jaký jsme dělali pokus.“* (studentka, která chemii „miluje“ ale ne vždy jí porozumí...)
- *„...teoretická část a pak pokusy, které jsme řešili až druhý den. To mi opravdu vyhovovalo. Měla jsem však problémy pochopit různé reakce a vzorce. Těch bylo poslední dobou opravdu hodně a mnohdy mi přišly i nesrozumitelně vysvětlené. Ale možná si jen nedokážu představit, jak určitá látka může mít*

Možné zdroje informací a nápadů

K chemickému vyučování na střední waldorfské škole prakticky neexistuje jakákoli česky psaná (nebo do českého jazyka přeložená) publikace. Většina dostupných knižních zdrojů je v jazyce německém, jehož znalost je pro učitele chemie více než výhodná.

Nejobecnější inspiraci k chemickému vyučování lze hledat přímo v poznámkách Rudolfa Steinera, které shrnul např. *Stockmeyer* [1] nebo v učebním plánu podle *Richtera* [2]. Pěkný přehled fenomenologické chemie podávají také starší publikace *Fritse Juliuse* [3,4]. Monografie pro vyučování v 10., 11. i 12. třídě [5,6,7] zpracoval *Manfred von Mackensen*. Tyto publikace jsou velmi podrobné, přinášejí přesný popis experimentů. Čím vyšší třída, tím abstraktnější a obtížněji uchopitelné texty jsou. Mě však Mackensenovy publikace vyhovují ze všech nejvíce.

Pro různé části vyučování jsem dále využil publikace od *Kranicha* [8], *Wunderlina* [9], *Pelikana* [10] a *Hauschky* [11]. Cenné podněty jsem získal také na Kasselském semináři a od svého mentora Jana Descheppera.

1. STOCKMEYER, Karl. *Angaben Rudolf Steiners für den Waldorfschulunterricht*. 4. Auflage. Stuttgart : Pädagogische Forschungstelle beim Bund der Freien Waldorfschulen, 1988. 397 s.
2. RICHTER, Tobias. *Pedagogický úkol a vyučovací cíle svobodné waldorfské školy*. Přeloženo pro potřebu učitelů waldorfských škol.
3. JULIUS, Frits H. *Stoffeswel und Menschenbildung : Chemie an einfachen Phänomenen dargestellt, Teil I* Stuttgart : Verlag Freies Geistesleben, 1960. 86 s.
4. JULIUS, Frits H. *Grundlagen einer phänomenologischen Chemie : Stoffeswelt und Menschenbildung, Teil II*. Stuttgart : Verlag Freies Geistesleben, 1965. 316 s.
5. MACKENSEN, Manfred von. *Salze, Säuren, Laugen*. Kassel : [s.n.], 2004. 72 s.
6. MACKENSEN, Manfred von. *Prozesschemie aus spirituellem Ansatz*. Kassel : [s.n.], 1997. 136 s.
7. MACKENSEN, Manfred von. *Ameisensäure, Kleesäure, Harnsäure – Eisen, Gold, Blei*. Kassel : [s.n.], 2003. 118 s.
8. KRANICH, Ernst Michael. *Chemie verstehen : Die Bedeutung der Elemente in Substanz. und Lebensprozessen*. 1. Auflage. Stuttgart : Verlag Freies Geistesleben, 2005. 376 s. ISBN 3-7725-1555-X.
9. WUNDERLIN, Ulrich. *Chemie an Waldorfschulen*. 1. Auflage. Stuttgart : Pädagogische Forschungstelle 2001. 240 s. ISBN 3-927286-39-7
10. PELIKAN, Wilhelm. *Sieben Metalle: Vom Wirken des Metallwesens in Kosmos, Erde und Mensch*. 6. Auflage. Dornach : Verlag am Goetheanum 2006. 317 s. ISBN 3-7235-0955-X

11. HAUSCHKA, Rudolf. *Člověk a substance*. Přeložil Radomil Hradil. 1. vydání. Hranice : Fabula 2005. 325 s. ISBN 80-866000-23-8

V Praze dne 31. 5. 2012

Ondřej Ševčík