



Chemie - pH indikátory - Mgr. Jana Prášilová, Ph.D.

Úvod

Možnost samostatně experimentovat v hodinách chemie je stále pro žáky vítaným zpestřením hodin základního typu. Se stále se rozvíjejícím trendem zavádění badatelsky orientované výuky je dokonce zařazování žákovských pokusů do výuky nezbytné. Mnohé, nejen začínající, učitele může zpočátku odrážet náročnost přípravy žákovských pokusů. Vybrat je třeba pokusy jednoduché, časově nenáročné, přiměřené věku žáků (Solárová, 2009) a především zohlednit pravidla bezpečnosti práce (Zákon 267/2015 Sb., Nařízení vlády 32/2016). Roli při zařazování žákovských pokusů do výuky mohou hrát i obavy z organizace provádění pokusů. V současné době nejsou třicetileté třídy žáků žádnou výjimkou a uhlídat bezpečnost práce během provádění pokusů je mnohdy i pro zkušeného učitele nadlidský výkon.

Následující kazuistika byla zpracována metodikou 3A (Janík et al., 2013). V článku se snažíme podat příklad toho, že žákovské pokusy lze do hodin základního typu snadno zařadit a podpořit tak v této činnosti další učitele.

1 Anotace

1.1 Kontext výukové situace – cíl, téma, návaznost obsahu

Řešená problematika (4:55-18:50), která bude v kazuistice rozebírána, nastala v hodině chemie základního typu, v 8. ročníku základní školy. Ve třídě bylo přítomno celkem 17 žáků, z toho 12 chlapců a 5 dívek. Tématem výuky byla kyselost a zásaditost látek. Uvedené učivo můžeme považovat za jednu z důležitých kapitol výuky chemie, má významný přesah do praktického života a v dalších stupních vzdělávání se jeho obsah rozšiřuje, rozvíjí a využívá ve speciálně zaměřených oborech chemie (např. v analytické chemii). Z výše uvedených důvodů je důležité, aby žáci učivu dobře porozuměli. V předchozí vyučovací hodině se žáci seznámili s vybranými oxidy a halogenidy, uveden byl i jejich vliv na životní prostředí. V následující hodině se budou zabývat neutralizační reakcí.

Cílem vyučovací hodiny bylo seznámit žáky se stupnicí pH, rozlišit míru kyselosti nebo zásaditosti roztoku podle hodnoty pH, uvést příklady používání stupnice pH v praktickém životě. V praktické části vyučovací hodiny, pomocí žákovských pokusů, pak bylo cílem rozvíjet experimentální činnost žáků, sociální, personální a komunikativní kompetence (práce ve skupině, prezentování výsledků pozorování). Úkol zadaný ke konci hodiny chemie měl prověřit, zda žáci dokáží poznatky aplikovat v praxi.

Dle RVP pro základní školy (2016) řadíme probírané učivo do vzdělávací oblasti: Člověk a příroda, vzdělávacího oboru: Chemie, vzdělávacího obsahu: Anorganické sloučeniny. Konkrétně se jedná o výstup CH-9-5-03: Žák se orientuje na stupnici pH, změří reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem a uvede příklady uplatnění neutralizace v praxi. Uvedené cíle odpovídají i ŠVP dané školy.

1.2 Didaktické uchopení obsahu - činnost učitele a žáků

Fáze 1 (0:00-4:54), Úvedení do problematiky, motivace:

Na úvod hodiny chemie učitelka formou rozhovoru zjišťovala, zda se žáci s pojmem pH setkali v praktickém životě (využívá fotografie z reklam, příklady z akvaristiky a přírodovědy). Součástí úvodní části hodiny bylo i rozlišení roztoků na kyselé, neutrální a zásadité pomocí stupnice pH. Z předchozí hodiny chemie zopakovala, které ionty způsobují kyselost, popř. zásaditost roztoků.

Fáze 2 (4:55-18:50), Žákovský pokus, práce ve skupině:

V další části hodiny byl pro žáky připraven žákovský pokus - pozorování. Po krátkém vysvětlení úkolu a rozřazení do šesti skupin měli žáci pomocí univerzálních pH papírků nebo výluhu z červeného zelí určit kyselost nebo zásaditost předložených roztoků (roztok jedlé sody a roztok kyseliny citronové). Využití právě daných roztoků nebylo žákům nijak komentováno či zdůvodněno. Pracovní postup si žáci přečetli v připraveném listě, společná instruktáž neproběhla. Učitelka nejprve nechala žáky samostatně pracovat, později jednotlivé skupiny obešla a kontrolovala jejich práci. Výsledky pozorování žáci zapsali do připravené tabulky a formou rozhovoru za pomoci učitele sdělili ostatním skupinám. Žákům ve skupině nebyly přiřazeny role. Žáci byli do skupin rozděleni pouze z organizačních důvodů.

Fáze 3 (18:51-27:59), Demonstrační pokus:

Následně učitelka na katedře demonstrovala měření pH roztoků běžných potravin pomocí čidla Pasco (<http://www.pasco.cz/produkty/senzor-ph>). Nejprve žáky seznámila s pH metrem, následně se zkoumanými vzorky (Coca-cola, juice, ocet, voda). Žáci si nejprve zapsali své typy na kyselost či zásaditost předložených roztoků (vytvořili si žebříček od nejkyselejšího po nejméně kyselý roztok), posléze proběhlo měření, které bylo promítáno na interaktivní tabuli ve formě grafického záznamu. Výsledky byly s žáky diskutovány a porovnány s typy žáků.

Fáze 4 (28:00-33:47), Zápis do sešitu:

Zápis do sešitu paní učitelka promítala na interaktivní tabuli. Na 1 slidu byly shrnuty nejdůležitější poznatky (stupnice pH, rozdělení roztoků podle hodnoty pH a využití v praxi), text sestával z 10 řádků (60 slov).

Fáze 5 (33:48-38:38), Práce žáků s učebnicí:

V rámci kontroly porozumění učiva pracovali žáci s učebnicí, určovali kyselost či zásaditost roztoků uvedených v učebnici s pomocí stupnice pH. Poznámky si zapisovali do sešitu. Paní učitelka výsledky průběžně kontrolovala, vyvolávala žáky.

Fáze 6 (38:39-42:32), Fixace učiva:

Na závěr hodiny paní učitelka zopakovala probrané učivo formou kladením otázek žákům, informovala je o tématu příští hodiny a shrnula úkoly na další hodinu chemie.

2. Analýza výukové situace

2. 1. Strukturace obsahu - rozbor s využitím konceptového diagramu

Podrobně bude analyzovaná fáze 2: žákovský pokus a práce ve skupině. Abychom mohli sestavit konceptový diagram, který bude schematicky ilustrovat provedenou analýzu, je třeba nejprve uvést

transkripci výukové situace, vyhodnocení žákovských pokusů, a označit pojmy náležící do **tematické** a konceptové vrstvy.

[4:55-8:17] Učitelka promítne zadání úkolu na interaktivní tabuli a stručně vysvětlí. Žáci se rozpočítají na šest skupinek a přesunou se k pracovním místům v zadní části třídy.

[8:18-14:55] Žáci pracují, učitelka obchází stoly, kontroluje.

[14:56-18:50]

U: Tak, můžeme začít vyhodnocovat? Dobře. Prosím vás, vy, co jste teďkom měřili s indikátorovými papírky, to jsou tady ty skupiny jedna, dvě, tři. Prosím vás, poslouvejte, co vám teďkom řeknou skupiny čtyři, pět, šest. Protože oni na to, aby vyhodnotili, zda se jedná o pH kyselého nebo zásadité, měli trošičku jiný postup a jiný princip. Na jakém principu vaše měření fungovalo? Seznamte s tím ty z té druhé skupiny! Barčo, na jakém principu fungovalo vaše měření? *[Ukazuje na žákyni.]*

Co jste používali k tomu, abyste změřili pH, nebo zjistili pH? Protože vy jste ho úplně nemohli změřit, ale zjistili jste, jaké je.

Ž: *[Žákyně krčí rameny.]*

U: Tak co jsi měla v těch kádinkách připraveno?

Ž: **Kyselinu citronovou a jedlou sodu.**

U: To jsou ty roztoky, které jste měřili. Ale pomocí čeho jste zjišťovali to pH?

Ž: Červeného zelí.

U: ...byl to **roztok z červeného zelí**. Výborně! Takže my i v přírodě v rostlinách máme barviva, která na to pH nějakým způsobem reagují. A jedno z nich je právě barvivo, které je přítomné v červeném zelí. Vy jste tam dokonce měli prozrazeno, jak se to **barvivo** jmenuje. *[Kyne na žákyni.]*

Ž: Flavin.

U: Flavin, výborně. Tak. A jak reaguje flavin, když do něho přidáte šťávu z citronu? Jakým způsobem ten flavin zareaguje? Jak se zbarví, Patriku? *[Kyne na žáka.]*

Ž: Zesvětlá a do červena...

U: Výborně, zesvětlá a zčervená. Takže když reaguje s kyselou látkou a vy hned tedy víte, že se jedná o kyselý pH a on zčervená. Jak reagoval ten flavin, když jste do něj přidali roztok jedlé sody? Viki! *[Vyvolá žákyni.]*

Ž: Zmodrá.

U: Zmodrá, výborně. Takže usuzujeme jaké pH?

Ž: Zásadité.

U: Zásadité, výborně. No, takže pomocí tady toho barviva z toho červeného zelí byly mi tyto tři skupinky schopny říct, zda je roztok kyseliny citronové nebo **citronové šťávy**, zda je **kyselý** nebo

zásaditý a to samé o jedlé sodě jste to zodpověděli, výborně. Vaše skupinka pracovala s čím, Kubo? Nebo vaše skupinky. *[Vyvolá žáka.]*

Ž: S indikátorovým papírkem.

U: S indikátorovým papírkem. Na jakém principu fungují indikátorové papírky? Adame? *[Vyvolá žáka.]*

Ž:*[Žák mlčí.]*

U: Kubo?

Ž: Když vezmeme nějakou tu kyselinu anebo tekutinu

U: Roztok.

Ž: No, roztok. Tak podle toho začne ten papírek reagovat a zbarví se.

U: Ano, protože on je taky zbarvený acidobazickými barvivy, acido - kyselými nebo bazickými - zásaditými. A on podle toho reaguje změnou barvy. A pak jste použili stupnici, podle které jste odečetli, jaká asi odhadem nebo průměrně jste odečetli, jaké to pH je. A potom jste taky stanovili, zda je kyselé nebo zásadité, ano? Takže, tady už bylo trošičku přesnější to měření, protože už jsou nám schopni říct i stupeň toho pH. Jaký stupeň jste naměřili u toho prvního vzorku, u té citronové šťávy? Miško? *[Vyvolá žáky.]*

Ž: Stupeň dvě

U: Stupeň dvě, dobře. Naměřila nám jiná skupinka jiný stupeň? Vy jste naměřili stupeň dvě, mohli jste naměřit i tři. Kolik, nebo o jaké pH se tedy jedná? Davide? *[Vyvolá žáka.]*

Ž: Kyselé.

U: O kyselé pH, výborně. Jaký stupeň jste naměřili u té jedlé sody? Péťo? *[Vyvolá žáka.]*

Ž: Osmý.

U: Osmičku, výborně. A jedná se o jaké pH?

Ž: Zásadité.

U: Zásadité, jo? Takže sedí nám teď ta dvě pozorování mezi vašimi skupinami a tady touhle skupinou s indikátorovými papírky? Sedí to, Dominiku? *[Kyne k žákovi.]*

Ž: Ehm

U: Sedí. No, ehm, ano, dobře. Takže vy jste zjistili, zda jsou ty roztoky kyselé a zásadité a vy jste navíc ještě mohli zjistit, o jaký stupeň pH se jedná. Vemte si, prosím vás, ty svoje protokoly, ty malé, protože v poslední části hodiny si je založíte do sešitu a vraťte se na svoje místa, protože tím naše pozorování nekončí.

Stanovení pH pomocí univerzálních indikátorových papírků

Indikátorový papírek obsahuje tzv. směs acidobazických indikátorů. Jde o barviva, která reagují na změnu pH změnou barvy. Prohlédni si přiloženou stupnici barev na obalu.

Postup:

1. z tuby si nachystej dva indikátorové papírky
2. kapátkem naber ze zkumavky s citrónovou šťávou roztok a kápní jednu kapku na indikátorový papírek. Ihned vyhodnoť změnu barvy a výsledek zapiš do tabulky
3. kapátko vypláchni v kádince s destilovanou vodou a vyprázdní
4. kapátkem naber ze zkumavky s jedlou sodou roztok a kápní jednu kapku na druhý indikátorový papírek. Ihned vyhodnoť změnu barvy a výsledek zapiš do tabulky
5. stanov, zda pozorovaný roztok má kyselé $\text{pH} < 7$, zásadité $\text{pH} > 7$, nebo neutrální $\text{pH} = 7$.

| roztok | barva | stupeň pH | pH |
|--------------------|-------|-----------|----|
| kyselina citrónová | | | |
| jedlá soda | | | |

Doplň závěr: pH kyseliny citrónové je _____ a indikátor zbarvila do _____. pH roztoku jedlé sody je _____ a indikátor zbarvil do _____.

Obrázek 1: Pracovní list 1 pro skupinu 1.-3.

Stanovení pH pomocí barviva z červeného zelí.

Červené zelí obsahuje tzv. **flavin**, který dává zelí červenofialovou barvu. Flavin je látka, která dokáže měnit barvu podle pH jiné látky.

Postup:

1. do připravených prázdných kádinek (3 ks) nalij do cca poloviny vývar z červeného zelí.
2. do první kádinky vlij roztok citrónové šťávy, do druhé kádinky vlij roztok jedlé sody.
3. třetí kádinka slouží ke kontrole původní barvy.
4. pozoruj barvu roztoku v jednotlivých kádinkách a výsledky pozorování zapiš do tabulky.
5. stanov, zda pozorovaný roztok má kyselé, zásadité nebo neutrální pH.

| roztok | barva | pH |
|--------------------|-------|----|
| kyselina citrónová | | |
| jedlá soda | | |

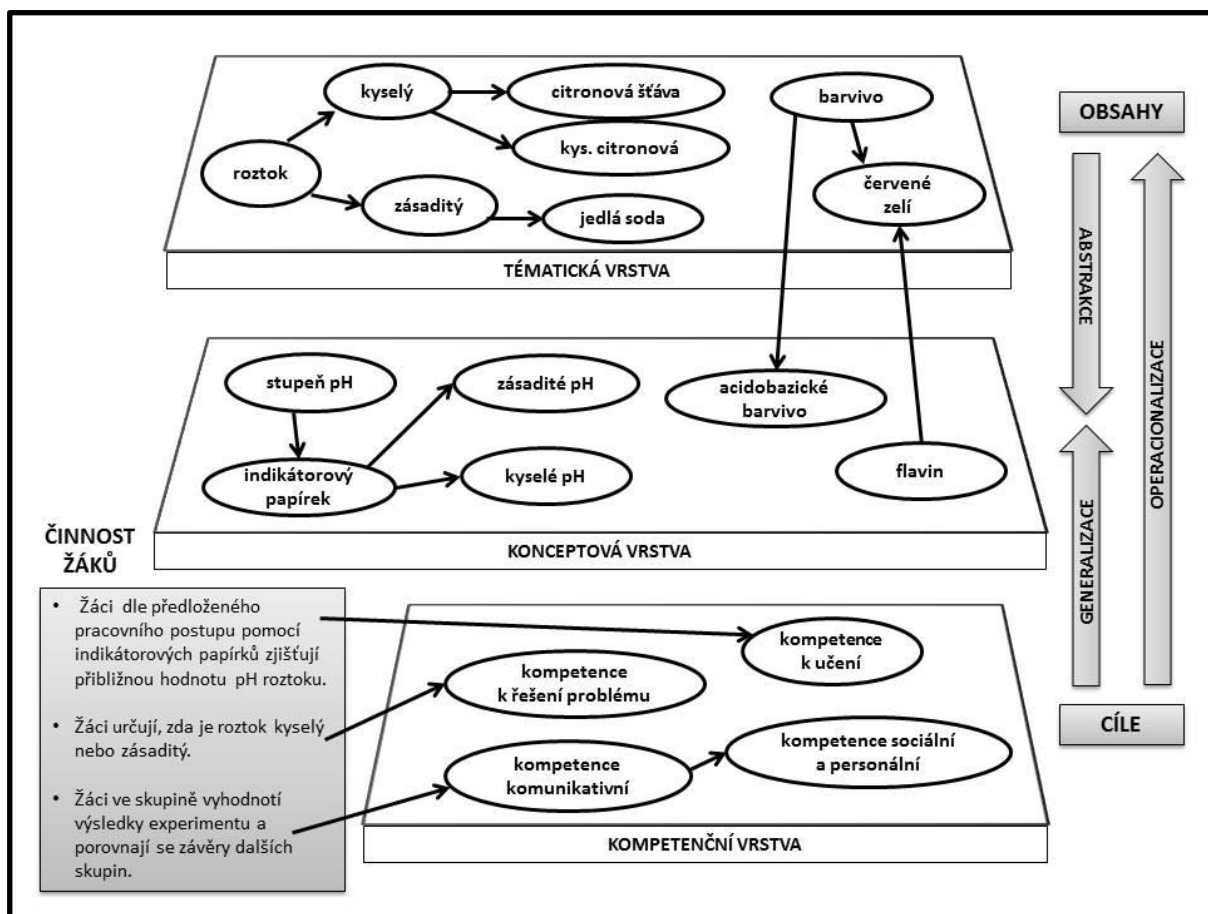
Doplň závěr: _____ pH změnil barvu flavinu do červena až oranžova. _____ pH změnil barvu flavinu do zelena až modra. Když roztok pouze zesvětlá, jedná se o _____ pH.

Obrázek 2: Pracovní list 2 pro skupinu 4.-6.

Do tematické vrstvy patří běžné pojmy, které žák zná z vlastní zkušenosti, i odborné pojmy, se kterými se již setkal. V našem případě byly vybrány následující pojmy známé z běžného života: citronová šťáva, jedlá soda, červené zelí a barvivo. Z chemických pojmů potom: roztok, kyselý roztok, zásaditý roztok, kyselina citronová.

Do konceptové vrstvy byly zařazeny odborné obecné a nové pojmy: indikátorový papírek, acidobazické barvivo, stupeň pH, kyselé pH, zásadité pH a flavin.

Kompetenční vrstva je charakterizována klíčovými kompetencemi, které by si, při výukové situaci, žáci měli rozvíjet: kompetence k učení, kompetence k řešení problému, kompetence komunikativní, sociální a personální.



Obrázek 3: Konceptový diagram výukové situace - Chemie: pH indikátory

2. 2 Rozbor transformace obsahu s výhledem k alteraci

Jako první se zaměříme na výběr žákovského experimentu. Jak již bylo zmíněno výše, žákovský pokus by měl být jednoduchý, časově nenáročný, přiměřený věku žáků a především bezpečný. Zvolené pokusy splňují kritérium nenáročnosti i jednoduchosti. Úkolem žáků bylo pouze kápnout zkoumaný roztok na indikátorový papírek, popř. přilít ke zkoumanému roztoku výluh z červeného zelí. Zadáni úkolu učitelkou, provedení pokusu, vyhodnocení výsledků a zapsání do tabulky trvalo žákům necelých 14 minut. Z hlediska přiměřenosti věku žáků a bezpečnosti pracovali žáci s látkami

známými z domácnosti a s jednoduchými pomůckami. Zředěný roztok jedlé sody (hydrogenuhličitanu sodného), kyseliny citronové i výluh z červeného zelí neřadíme mezi nebezpečné látky.

Zadání úkolu pro skupiny 1.-3., *Stanovení pH pomocí univerzálních indikátorových papírků*, je zcela jasné a přehledné (viz Obrázek 1). Úkol pro skupiny 4.-6., *Stanovení pH pomocí barviva z červeného zelí*, může být bez předchozích zkušeností, lehce matoucí (viz Obrázek 2). Předpokládejme, že skupina neví, zda roztok sody reaguje kyselé nebo zásaditě. Jak potom má určit, jakou barvu bude mít barvivo z červeného zelí z kyselém, popř. zásaditém prostředí? Experimentem může žák pouze zjistit, že při reakci výluhu z červeného a roztoku kyseliny citronové se zabarví roztok do červena (u roztoku jedlé sody do modra).

Cílem experimentální činnosti žáků bylo rozvíjet kompetence k učení, kompetence k řešení problému, sociální, personální a komunikativní kompetence. Kompetence k učení byly rozvíjeny již samotnou experimentální činností, žáci měli aplikovat využití stupnice pH v praxi, osvojit si práci s indikátorovými papírky (především skupiny 1.-3.) a seznámit se s přírodním indikátorem (skupiny 4.-6.) Při doplňování tabulky a textu v pracovním listu v rámci práce ve skupině byly podpořeny u žáků kompetence k řešení problému a komunikativní kompetence. Kompetence sociální a personální nebyly z našeho pohledu příliš procvičeny, žáci samostatně neprezentovali výsledky svého pozorování, neporovnávali mezi skupinami. Shrnutí pozorování bylo zcela řízeno učitelkou. Roli mohla v tomto případě hrát i určitá ostýchavost žáků přednést svůj závěr před celou třídou, která souvisí s věkem žáků.

3. Alterace

3.1. Posouzení kvality výukové situace

Janík et al. (2013) rozlišují, dle míry kvality, posuzované výukové situace: selhávající, nerozvinuté, podnětné a rozvíjející. Při hodnocení berou v úvahu míru přínosu pro žáky s ohledem na sledované cíle výuky, zohledněna je i činnost žáků a učitele, obsah a cíl výuky.

Posuzovanou výukovou situaci lze, dle indikátorů kvality výukových situací (Janík et al., 2013) hodnotit jako **podnětnou**. Žáci měli možnost osvojit si základní poznatky a prokázat znalosti v úkolových situacích k tématu Kyselost a zásaditost látek prostřednictvím žákovského pokusu, dále pak během demonstračního pokusu i v rámci plnění úkolu při práci s učebnicí. Jak je patrné ze zadání žákovského experimentu v pracovním listě 1 (viz Obrázek 1), žáci dostali příležitost k usuzování a odvozování závěrů (dle barevné škály na stupnici pH měli rozhodnout o kyselosti či zásaditosti roztoku). Aktivně si však poznatky nevybavovali, učitelka do zadání pracovního listu přidala rozlišení roztoků dle stupnice pH. Druhá skupina, pracující s přírodním indikátorem (viz Obrázek 2) mohla pouze vyhodnotit své pozorování (zabarvení roztoku po přidání výluhu z červeného zelí), ne však odvodit závěry na základě aktivně si vybavujících poznatků.

Během společného vyhodnocení výsledků žákovských pokusů se učitelka snaží otázkami vést žáky k přemýšlení a analyzování poznatků. Vzhledem k tomu, že žáci samostatně neprezentují za skupinu své výsledky, není příliš podpořen rozvoj daná část sociální a personální kompetence. K propojení učivo - kompetence by rovněž přispěla motivace k zadaným úkolům, např. ve formě poukázání na využívání pH papírků v praxi.

3. 2. Návrh alterace a její přezkoumání

1. Motivace - Zvýšení motivace přispívá ke spojení učivo - kompetence. V zadání pracovního listu 1 (viz Obrázek 1) by mohl být více kladen důraz na spojení s praktickým životem. Na jednotlivých táccích mohou být připraveny např. prázdné obaly od potravinářské kyseliny citronové a jedlé

2. sody. Roztok kyseliny citronové může být nahrazen např. citronkou do čaje. Časově nenáročné by mohlo být zařazení ještě třetího roztoku (pro každou skupinu jiného), na kterém by se více demonstrovalo použití pH papírků v praxi. Z hlediska bezpečnosti by mohla posloužit např. voda z akvária, výluh půdy, voda po praní prádla apod. Úvod pracovního listu 2 (viz Obrázek 2) by mohl být doplněn o další příklady rostlin (rostlinných barviv), které mění barvu v závislosti na pH prostředí. Nepatrný by mohl být i přesah do přírodopisu. Učitelka zřejmě volila pro žáky v žákovském pokusu jako příklad dva jednoduše prokazatelné vzorky, vzhledem k tomu, že v rámci demonstračního pokusu zařadila do měření s pH sondou roztoky běžně známých pochutin.
3. Pořadí úkolů - Jako další návrh se nabízí rovněž simultánní zadání úkolů s návrhem následujícího postupu práce:
 - a. Pomocí pH papírků určit přibližný stupeň pH roztoku kyseliny citronové a sody.
 - b. Rozhodnout, zda se jedná o kyselý či zásaditý roztok.
 - c. Zjistit, jakou barvu má přírodní indikátor z červeného zelí v kyselém a jakou barvu v zásaditém prostředí.

Učitelka úkoly skupinám rozdělila pravděpodobně z časových důvodů a také s vidinou následné diskuse a prezentování výsledků mezi skupinami navzájem. Časovou náročnost úkolů je nutné přizpůsobit jak tempu práce žáků, tak časovému rozvržení hodiny základního typu.

4. Podpora sociálních a personálních kompetencí žáků - Po provedení žákovského experimentu je na místě provést prezentaci řešení jednotlivých skupin, diskutovat a porovnávat. Tuto část hodiny by měl vhodně řídit učitel. Jako vhodné se jeví např., aby zástupci jednotlivých skupin zapsali výsledky na tabuli a lépe vyniklo porovnání mezi skupinami. V současné elektronické době je rovněž na místě podpořit žáky, aby odpovídali na otázky v celých větách a podpořit jejich vyjadřovací schopnosti.

Závěr

Jednoduché žákovské experimenty jsou stále žádoucím doplněním hodin základního typu. Vhodně zvolený a metodicky zvládnutý experiment může posloužit nejen ve fázi motivační, ale i fixační a aplikační. Jak je v dané kazuistice nastíněno, při žákovských experimentech si lze vystačit i s jednoduchými pomůckami a bezpečnými chemikáliemi. Nutné je však vyčerpat všechny možnosti, které experiment k rozvíjení kompetencí nabízí.

Použitá literatura

Janík, T. et al.: Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově změřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky. 1. vyd. Masarykova univerzita. Brno, 2013.

Nařízení vlády 32/2016 ze dne **18. ledna 2016**, kterým se umožňuje mladistvým žákům (15 - 18 let) při přípravě na budoucí povolání nakládat (mj.) s látkami klasifikovanými jako žíravé a vysoce hořlavé

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. NÚV, Praha, 2016.

Solárová, M.: *Experiment ve výuce chemie*, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava, 2009.

Zákon 267/2015 Sb., upravuje znění zákona o ochraně veřejného zdraví 258/2000 Sb.



Toto dílo podléhá licenci Creative Commons Uveďte původ 4.0 Mezinárodní.
Pro další informace podívejte se na stránku <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.