

Práca so skupinou vo výučbe chémie na tému hodnoty pH roztoku

¹Katarína Javorová, ²Martin Šponiar

¹Škola pre mimoriadne nadané deti a Gymnázium, ²Katedra didaktiky vo vede, psychológie a pedagogiky, Prírodovedeckej fakulty, Univerzity Komenského v Bratislave
Bratislava / Slovenská Republika

javorovakatarina@gmail.com, sponiar@fns.uniba.sk

Abstraktné

Úloha učiteľa je pripraviť študenta na jeho budúce povolanie. Učiteľ si musí vybrať rôzne formy a metódy výučby, aby sa mohol rozvíjať kľúčové kompetencie a manuálnu zručnosť OD študenta a dať vedomosti, skúsenosti, zručnosti a pod na študenta. Jedným z možných spôsobov je použitie skupinového vyučovania, počas ktorého študent sa učí, ako spolupracovať s ostatnými študentmi, aby vyjadril svoj názor, argumentovať, učí sa rešpektovať, počúvať a tolerovať ostatných členov skupiny. V tejto správe sa zameriame na ilustráciách používania niektorých vyučovacích metód pri výučbe chémie na základnej škole v dvoch triedach ôsmeho roku. Zamerali sme sa predovšetkým na využitie skupinové vyučovanie, pretože tento druh výučby sa často používa vo výučbe chémie, najmä pri práci v laboratóriách.

Úvod

"Čo dieťa môže robiť v spolupráci s ostatnými dnes to môže robiť sám zajtra"(L. S. Vygotskij v Mokrejšová, 2009)

Každý učiteľ má otázky ako: "Čo je najlepšie pre moje študentov", "Bude sa naozaj naučiť v škole všetko, čo potrebujú pre ich budúci život?", "Ako sa pripraviť svojich študentov pre dnešnú spoločnosť?". Motto austrálskej vlády v roku 2000 definuje jednu z kľúčových oblastí, ktoré je nevyhnutné pre vytvorenie znalostnej ekonomiky: **"Vzdelávanie v najvyššej kvalite potrebuje učiteľa najvyššej kvality"** (Www.dest.gov.au). Úroveň vzdelania je preskúmať podľa získaných kompetencií a úrovne digitálnej gramotnosti. Kľúčové kompetencie žiakov možno rozvíjať iba učiteľia, ktoré majú vysokú kvalitu, tak príslušný. Záleží na učiteľovi, ako sú študenti (kompetentní, literate, ktorý je schopný). Nechceme mať príslušné študentov takým spôsobom, že učiteľ bude dať im iba informácie, ktoré si chcete poznamenať a ktorý môže študent opakovať v poslednej dobe. Pre mladého človeka sú dobré také výukové aktivity, ktoré môžu byť použité v jeho živote, a ktoré mu poskytujú kvalitné vzdelanie, ktoré spĺňajú požiadavky na trhu práce. Získavanie a rozvoj kľúčových kompetencií je celoživotný, individuálny proces, ktorý sa používa pre rozvoj osobnosti študenta. Podľa Belz a Siegrist (v Javorová a kol, 2010). Nie sú k dispozícii rad výučbových metód pre učiteľov, ktorú môžu študenti získať a rozvíjať Thiery kľúčové kompetencie: informatívne metódy (napr. myseľ-mapovanie), rozprávanie (napr. práca v malých skupiny), operatívne (napr. mikro-učenie), integračné (napr. projekty), intuitívne (napr. ABC metóda) a ďalšie. Učiteľia môžu tiež využívať rôzne výučbové stratégie, ako problém učenie, projektové vyučovanie, skupinové vyučovanie, kooperatívne učenie, skúmanie výučby (napr. IBSE), atď

V tejto správe sa zameriame na ilustráciách používania niektorých vyučovacích metód pri výučbe chémie na základnej škole v dvoch triedach ôsmeho roku. Zamerali sme sa predovšetkým na využitie



skupinové vyučovanie, pretože tento druh výučby sa často používa vo výučbe chémie, najmä pri práci v laboratóriách. Okrem práce učiteľov skupina nechajte študentov pracovať na svoje vlastné, ale nemôžu hovoriť k sebe navzájom počas vyučovacej hodiny, pretože sú "prerušená", nemôžu pomôcť spolužiaka, pretože "on by mal vedieť," Spoločnosť v súčasnej dobe potrebuje ľudí, ktorí vedia, ako pracovať v skupine - tíme, ale len málo študentov vedieť spolupracovať spolužiaka alebo niekoho iného. Mnohokrát sa študent rozhodne pre spoluprácu na základe sympatií, popularity, priateľstvo a atď Spolupráca s ostatnými je nevyhnutné pre nás pre všetkých. Je potreba naučiť študentov pracovať v skupine a pripraviť na ich budúce povolanie, napr. manažér veľkého podniku. Cieľom tejto správy je ukázať spôsoby, ako pomocou skupiny učiť hlavne v laboratóriách, ale aj v pravidelnej výučbe.

Skupinová práca

Ako je uvedené vo Turek (2009) a Mokrejšová (2009) skupina učenie patrí metódy výučby používané v chémii lekcie pre základné školy, a to predovšetkým v laboratóriách. Cieľom skupinovej výučby je, že študenti pracujú v malých skupinách na úlohách daných učiteľom, získajú vedomosti a prax, spolupracovať a učiť sa navzájom (peer learning) a atď V rôznych literatúre nájdeme tiež názov kooperatívne učenie, ktoré začína byť veľmi populárny a používa sa tiež v našich školách. (Turek, 2009, Čeretková, 2006)

Z hľadiska prípravy na vyučovacie hodiny a učiteľ pracovná skupina je oveľa ťažšie. Skupiny môžu pracovať nediferencované, všetky skupiny pracujú na rovnakej úlohy alebo diferencované, každá skupina rieši čiastkové úlohy z jednotky, v ktorom celá trieda pracuje. Učiteľ musí premýšľať o plánovaní práce skupiny veľmi dobre a mal by vedieť svojich študentov predovšetkým z hľadiska Thier výkon, rýchlosť práce, úroveň znalostí, aby mohol zabrániť nepríjemnosti spôsobené rozdelením študentov do skupín.

Mokrejšová (2009) uvádza nasledujúce ODPORÚČANIA pre skupinové výučby:

- Ideálny počet študentov v skupine je 3-4 študentov, 5 je tiež zvládnutelné (v 5-členná skupina je pravdepodobné, že jeden z členov neprispieva k práci dostatočne).
- Skupiny by mali byť rôznorodé.
- Rôzne počiatkové úroveň znalostí a skúseností je výhodné pre všetkých členov skupiny.
- Techer rozdelí študentov do skupín, členovia skupiny nevyberá Thiery spolupracovníkmi.
- Každá skupina by mala formulovať svoje ciele a spôsoby, ktoré chcú získať výsledky.

Vhodné príprava študentov pre skupinové výučby sú rôzne stratégie učenia, napríklad ::

- Alone - Two - All (Mokrejšová, 2009)
- Premýšľajte - Vytvorenie dvojica - Zdieľať odpoveď
- Formulovať - Zdieľať - Počúvanie - Vytvorenie
- Okrúhly stôl
- 3 úrovne rozhovor apod (Čeretková, 2006)

Výučba Skupina má tiež negatívne aspekty, ktoré by mal učiteľ byť vedomí, pretože by mohli ovplyvniť výsledok práce:

- možnosť anonymity pre niektorých študentov
- skrýva o výkone slabších študentov
- môže slabšia študentov nezobrazí sa
- zlej organizácii času v skupine
- napätie v skupine, ktorá nie je funkčná

Skupina teching sa používa aslam v projektové vyučovanie, riešenie problémových úloh, pri práci s odborným textom a učebnice, počas hier a súťaží.

Ilustrácie og použitie

Téma: pH roztoku

rok: 8

Tematický celok: Chemické zlúčeniny ŠKVP ISCED 2

Cieľ lekcie:

Ak chcete získať manuálnu zručnosť v pippeting a príprave roztokov desatinného riedenie. Ak chcete vedieť, ako pracovať s rôznymi indikátormi pH: univerzálny indikátor papaer (UIP), lakmusový papier, prírodné indikátor (kapusta extrakt) a merania zariadenia Vernier a pH senzora. Vedieť, predvídať a rozlišovať medzi kyselinou, neutrálnym a alkalickom roztoku pomocou univerzálnej pH papiera, prirodzeným ukazovateľom. Pre stanovenie hodnoty pH rôznych látok v domácnosti s pomocou merania zariadenia Vernier a pH senzora. Ak chcete zopakovať pojmy: kyselina, základné, neutrálne, kyslé, zásadité riešenie, pH, pippeting prostredníctvom hry - súťaž. Na posilnenie sociálnych vzťahov v triede prostredníctvom hry - súťaž.

Metódy a formy výučby:

Cvičenie, práca s meracie zariadenia Vernier LabQuest, brainstorming, práca v skupine, spôsob Alone - Group - Celá trieda (Thida časť cvičenia), discusion (tretia časť cvičenia), vzájomného učenia, hra - súťaž skupín (pravidelné lekcie).

Zdroje:

Zariadenie pre cvičenie (pozri Protokol pre laboratórne cvičenia), list - protokol pre laboratórne cvičenia, ochranné pracovné pomôcky (laboratórny plášť, rukavice, okuliare), list - úlohy pre revíziu, písacie potreby (fixky, kartové párov, slovo nájsť, puzzle, bludisko, interaktívne tabule, demonštrácie zošit s úlohami, počítače (aspoň jeden pre skupinu).

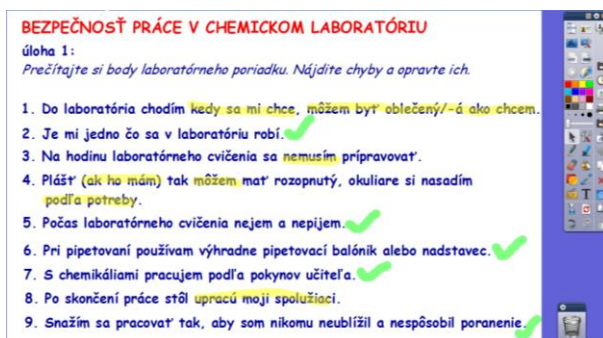
Poznámka: Predpokladá sa, že laboratórium lekcie pokračuje ako rozdelené lekcie (12-15 študentov). Študenti už poznajú termín kyseliny, bázy (podľa teórie Arrheni). Laboratórne cvičenie je rozdelená do troch častí, ktoré môžu byť taktiež realizované oddelene.

LABORATÓRNE CVIČENIE - PH riešenie

Na začiatku hodiny - laboratórne cvičenie, učiteľ rozdelí žiakov do dvoch skupín. Jedna skupina bude mať tému Kyseliny a druhý Základne. Potom učiteľ revidovať zásady bezpečnosti pri práci v chemickom laboratóriu so študentmi. Každá skupina je odovzdaný zoznam úloh, alebo to môže byť preukázané tým, dataprojektor (alebo interaktívne tabule, obr.1). Skupiny majú časový limit pre riešenie úloh (1 - 3 minúty), po tomto limite budú musieť oznámiť riešenie. Podľa presnosti odpovede skupina zisk body 0-1-2.

Úloha 1:

Prečítajte si body laboratórnych plány. Nájdite chyby a opravte ich.



Obr. 1 Ilustrácie z úlohy 1 pre interaktívne tabule (autor: Javorová)

Úloha 2:

Skupina 1: zapisovať všetko, čo viete o kyselinami.

Skupina 2: zapíšte si všetko, čo viete o základniach.

Poznámka: Úloha 2 je riešená na papieri, po časovom intervale študenti čítajú ich riešenie. Získavajú body pre presnosť. Je-li druhá skupina môže pridať informácie. Oni tiež získať bonusový bod.

I.PART: Čelné demonštrácie desatinné dilution takto - príprava riešení pre rozmedzí pH. Učiteľ robí demonštráciu, pretože je potrebné pracovať s koncentrovanými roztokmi (1M HCl a 1M NaOH). Študenti pokračovať na vlastnú päť po prvom dilution ktoré sa vykonáva učiteľ. Pripravujú riešenie do pripravenej kadičky. Prvá skupina pripraví roztoky kyseliny chlorovodíkovej (pH 1-6) a druhá skupina sa roztokom hydroxidu sodného (pH 8-13). Každý študent pripraví jedno riešenie (obr. 2). To je, ako študenti vytvoriť celú škálu pH.



Obr. 2 Príprava dilutovaného roztoku NaOH (foto: Šponiar)

II. ČASŤ: Študenti overiť správnosť stupnica po príprave celej pH stupnice pomocou ukazovateľov sú k dispozícii (takto): lakmusový papier, UIP, extrakt z červenej kapusty (Obr. 3) a na konci s pH senzor meracieho zariadenia Vernier Lab Quest (obr. 5). Študenti napísať výsledky do svojich notebookov

(alebo protokoly, Obr.6).



Obr. 3 Overenie pH stupnica s dostupnými ukazovateľmi - extrakt z červenej kapusty (foto: Šponiar)

III. ČASŤ: Študenti skúmať látky, ktoré prinášajú z domu v poslednej časti laboratórneho cvičenia (čaj, minerálna voda, mlieko, Coca-Cola, dillution perlivé bicarbonate, mydlovou vodou, saponátom, slaný roztok, káva, ocot, ...). Pred vyšetrením študenti formulovať hypotézu, každý z nich napíše odhadovanej hodnoty pH pre každú látku a potom majú skupinovú diskusiu o tom. Oni overiť ich odhad pomocou ukazovateľov a čidlá pH (podľa časti II.) (Obr.4, Obr.5).



Obr. 4 Zistiť pH látok z domova (foto: Šponiar)



Obr. 5 Meranie pH pomocou pH senzora (foto: Šponiar)

Študenti porovnať svoj odhad s výsledkami z meraní a zapisovať hodnoty a rozdiely s ich odhadom do notebookov (protokoly). Po dokončení tretia časť laboratórneho cvičenia, študenti zhrnúť ich výsledky a obe skupiny porovnať výsledky z tretieho dielu a oznámi druhej skupine s výsledkami z druhej časti cvičenia. V posledných študentov upratovať stoly, čisté sklo.

Poznámka: Študenti si môžu urobiť fotografie alebo videá z meraní. Laboratórne protokol je daná každého študenta v ďalšej lekcii.

LABORATORNÉ CVIČENIE: Určenie pH roztokov

Čo myslíte. Majú všetky látky rovnaké pH? Je výskuh z červenej kapusty vždy červenej? Ako presne viete zmerať pH?

Pomôcky:
Košičky (sada skúmaviek + stojan na skúmavky), okrášlená pipeta (2ml), plastové pipety, okrášlené tyčičky, striekača s dozovňovacou vložkou, meracie zariadenie Vernier LabQuest, pH senzor, filtračný papier.

Chemikálie:
Roztok kyseliny chlorovodíkovej (0,1 M), hydroxid sodný (0,1 M), univerzálny indikačný papier, lakmusový papier, roztok prírodného indikátora (červená kapusta, lipové kvety, plody bobu, bobule červeného hrázca...), roztoky kyseliny z domácnosti: Citrónový ocet, pracieho prášku, mydla, vody (dážďová, z potoka, z vodovodu, morská), Coca-cola, atď.

I. ČASŤ

Pracovný postup:

- Do nufarbovaných košičiek (skúmaviek) priprav desiatkovým roztokom pH škálu z 1M roztoku HCl a 1M roztoku NaOH. Prvé roztoky urobí učiteľ!

II. ČASŤ

Pracovný postup:

- Pomocou dostupných indikačtov zisti pH pripravených roztokov z I.časti: použij lakmusový papier, UP, výskuh z červenej kapusty.
- Pomocou pH senzora a meracieho zariadenia LabQuest Vernier zisti presné hodnoty pH pripravených roztokov.
- Výsledky (farebnú zmenu, hodnoty pH) zapíš do tabuľky.

III. ČASŤ

Pracovný postup:

- Do tabuľky napíš najprv svoje hypotézy, ktoré z uvedených roztokov je podľa teba kyslé, neutrálny alebo zásaditý.
- Pomocou dostupných indikačtov zisti pH látok z domácnosti: použij lakmusový papier, UP, výskuh z červenej kapusty.
- Pomocou pH senzora a meracieho zariadenia LabQuest Vernier zisti presné hodnoty pH pripravených roztokov.
- Výsledky (farebnú zmenu, hodnoty pH) zapíš do tabuľky.
- Farebnú zmenu hypotézy a výsledkové meranie s indikačtom a hodnotami pH z merania pH senzorem a zapíš ich do tabuľky (ZJHODA - NEZJHODA).

Číslo skúmavky / látka	1	2	3	4	5	6	7	8
Hypotéza								
Kaputka								
pH senzor								
ZJHODA/NEZJHODA								

ÚLOHY:

- Porovnejte farebné zmeny v roztokoch.
- Ktoré zo zistených hodôt pH je najpresnejšie.
- Čo mohli spôsobiť prípadné rozdiely pri meraniach?
- Usporiadajte látky z domácnosti podľa stúpajúcej hodnoty pH. Dopíš látky do pH škály.

skúmavka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
chemikálie															
kyšlé odhad s															
pH															
lakmus															
UP															
kaputka															
pH senzor															

Obr. 6 Ilustrácie z laboratórneho protokolu (autor: Javorová)

Pravidelné lekcie

Učiteľ sa laboratórne protokoly zo študentov na začiatku druhej hodiny. Protokoly sú hodnotené pomocou hodnotiacej tabuľky (Javorová a kol., 2010).

Učiteľ rozdelí študentov do 4 skupín (jedna skupina, 4 študenti), tak, že v jednej skupine sú vždy dvaja študenti z prvej skupiny laboratórnych cvičení (skupina kyseliny) a dvaja študenti z druhej skupiny (skupina základniám). Lekcia pokračuje ako hra - súťaž medzi skupinami. Študenti postupne riešiť úlohy. Každá skupina môže použiť jeden žolík - poradenstvo.



Úloha 1a:

Zoradiť látky na kartách (Obr.7). Či už sú kyslé, neutrálne alebo alkalické.

Poznámka: Každý študent má pred sebou karty. Po signále sa otočí karty a triedia ich. On je hodnotený v závislosti na čase a presnosť triedenie. Skupina, ktorá rieši úlohu správne ako prvý získava 3 body, ďalšie skupiny získajú 2, 1 alebo 0 bodov.

Úloha 1b:

Látky na kartách zoradiť podľa jeho rastúci pH.

Poznámka: Študent triedi látky v súlade s jeho rastúcou pH po signále. Hodnotenie je čas a presnosť radenia. Skupina, ktorá rieši úlohu správne ako prvý získava 3 body, ďalšie skupiny získajú 2, 1 alebo 0 bodov.

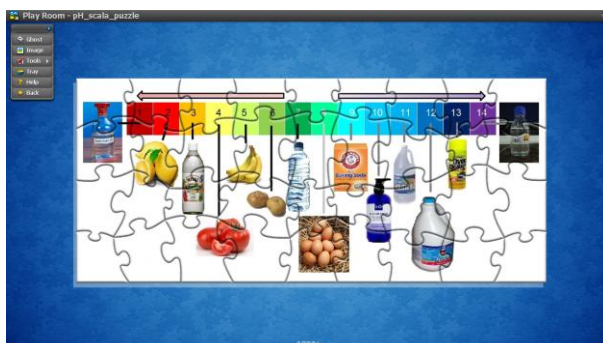


Obr. 7 Ilustrácie kariet z úlohy 1a a 1b (autor: Javorová)

Úloha 2:

Zostavte puzzle v čo najkratšom čase. Stanovuje, čo sa ukázalo na obrázok a dať chýbajúce informácie.

Poznámka: Môžete vytlačiť hádanku alebo zostaviť na počítači (sme vytvorili puzzle z pH stupnice v programe prípravky & wPuzzle) (obr.8). Hodnotenie je čas a presnosť zostavovaní puzzle. Skupina, ktorá rieši úlohu správne ako prvý získava 3 body, ďalšie skupiny získajú 2, 1 alebo 0 bodov

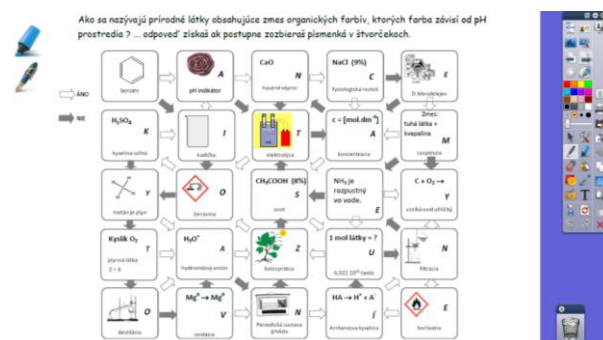


Obr. 8 Ilustrácie puzzle na tému pH stupnice (autor: Javorová)

Úloha 3:

Prejdite bludiskom a nájsť odpoveď na otázku: Ako hovoríme látky - prírodné ukazovatele?

Poznámka: Každý študent má bludisko vytlačiť pred sebou (to môže byť laminované a cesta cez je označený značkou) (obr.9). Hodnotenie je čas a presnosť výsledku. Skupina, ktorá rieši úlohu správne ako prvý získava 3 body, ďalšie skupiny získajú 2, 1 alebo 0 bodov.



Obr. 9 Ilustrácie z úlohy 3 - bludisko vytvorené pre interaktívne tabule (autor: Javorová)

Úloha 4:

Vo Nájst' Word nájsť všetky termíny a vysvetliť ich.

Poznámka: Každý študent má nájsť Word vytlačiť pred sebou (to môže byť vrstvené, študent používa značku) Nehodnotí je čas a presnosť. Každá skupina, ktorá nájde všetky podmienky a vedieť, aby im vysvetliť, získava 3 body. Prvá skupina, ktorá rieši úlohy dostanete 2 bonusové body. Úloha je ťažšie v súlade s tým, že vysvetlenia musia byť krátke a nemožno opakovať, čo predchádzajúce študent, povedal.

Ak sú všetky úlohy vyriešiť hru - súťaž končí. Učiteľ počíta body každej skupiny a vyhodnotiť najlepšiu skupinu. Študenti skupinu, ktorá vyhrá, sú hodnotené známkami, ostatnými študentmi o bonusových bodov.

Záver

Cieľom tejto správy je ukázať, ako môže byť skupina výučba použitá v laboratórnych cvičeniach a v pravidelnej lekcii. Laboratórne cvičenia bola thought v dvoch triedach (8 A - 16 študentov a 8 B - 14 študentov). Priebeh laboratórneho cvičenia bola rovnaká v oboch triedach, s tým rozdielom, že vysvetlenie a demonštrácia desatinné dillution riešenie v druhej triede bola vykonaná pomocou študentov z prvej triedy (pod dohľadom učiteľa). Použili sme vzájomného učenia. Študenti rád prácu pri laboratórnej cvičení, ktoré nasledovali inštrukcie a boli disciplinovaní. Malé problémy došlo v prvej časti laboratórne cvičenie počas desatinné dillution. Študenti chýbali zručnosti v pippeting, takže tam bolo málo času oneskorenia. Z rozhovorov so študentmi vieme, že nemal rád prvá časť cvičenia moc, pretože museli čakať na ostatných spolužiakov zo skupiny a ich chýbali zručnosti v pippeting. Páčilo sa im najviac druhá časť, počas ktorého oni vytvorili škálu farieb pomocou extraktu z červenej kapusty a v tretej časti sa im páči meranie hodnôt pH látok podľa pH senzora. Hovorili vášnivo pri formulovaní hypotézy o predpokladanej pH daných látok. Väčšina z hodnôt boli dobré. Počas laboratórneho cvičenia všetci študenti sa aktívne podieľal na jeho riešenie, a to aj tých slabších. Celkovo laboratórne cvičenia bol pozitívne hodnotený a väčšina študentov sa záujem o ďalšie takú lekciiu. Ako bolo navrhnuté druhá hodina bola thought iba v jednej triede (8.. A), pretože druhá trieda podieľala na činnosti školy. Lekcia bola realizovaná ako hra - súťaž. Sme rozdelili študentov do 4 skupín po 4 študentov a skupiny boli zmiešané (dvaja študenti zo skupiny kyselín a dvaja študenti zo skupiny základní) vytvoril rôznorodé skupiny. Študenti rád úlohy. Boli tak záujem o hru, takže som nepočul zvonček zvonit'. Páčil sa im najviac hru s kartami - triedenie a triedenie hoci sú považované ako najťažšie. Použili sme len papierové formy materiálov počas vyučovacej hodiny, sme nemali šancu sa dostať do učebne s interaktívnou tabuľou používať elektronické formuláre materiálov. Celkovo hodnotíme pozitívne lekciiu. Skupina s najväčším množstvom bodov dostal známku a ďalšie študenti dostali bonusový bod pre prácu v triede a my slovne pochválil svoju činnosť v hodine a skvelú atmosféru. Hoci príprava na lekciiu s skupinového vyučovania je pre učiteľa ťažké to stojí za to. Vaša odmena bude šťastná a spokojná študentov. Niektoré rady na konci: je potreba pre učiteľov k premýšľaniu a plánu jeho úloh, sa musí klásť dôraz na nácvik rôznych stratégií učenia (nemôže očakávať, že bude študent poznať všetky metódy a postupy), že je potrebné, aby sa pozornosť k rozdeleniu študentov do skupín, je potrebné kontrolovať čas, je potrebné trvať na slabšie študentov, vytvoril dobrú atmosféru bez stresu.

Zdroje

- [1] Austrálska vláda. Učiteľia pre 21. storočie: Making the Difference. [Online] 2000. [Cit 2014-01-22] http://www.dest.gov.au/sectors/school_education/publications_resources/profiles/teachers_21st_century.htm
- [2] Mokrejšová, O. 2009. Moderná výučba chémie. Praha: TRITON. 2009. 165 s. ISBN 978-80-7387-234-2.
- [3] Nezvalová, D. 2006. Výukový proces (vyberané Didaktické Kategórie). Dostupné na internete: <http://esfmoduly.upol.cz/texty/vyuk_proces.pdf>, [Cit 2014-01-22]
- [4] Javorová, K., Harvanová, L. a kol ..: Využitie informačných komunikačných technológií v predmetom Chémia pre základné školy, Učebný materiál - modul 3. Košice: Elfa, s r o, prve vydáním. 2010. Košice. 283 s ISBN 978-80-8086-157-5.
- [5] Javorová, K., Lisá, V.: Chémia 2. Pracovný zošit pre 8.. ročník ZŠ a 3. ročník gymnázií s osemročným štúdiom s využitím Planéty Vedomosti. Dr Josef Raabe Slovensko, s.r.o., 2012. s 72. Bratislava. ISBN 978-80-8140-038-5.



- [6] Turek, I. 2008. Didaktika. 1.vydanie. Bratislava: Iura Edition 2008. s 595. ISBN 978-80-8078-198-9.
- [7] Chemia ISCED 2. 2009. Štátny Vzdelávací program, Chemia: (Vzdelávacie oblasti Človek príroda) Príloha ISCED 2, 1. upravená verzia. SPU. 2009. 13 s. [Online] Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/isced2/vzdelavacie_oblasti/chemia_isced2.pdf>, [Cit 2014-01-22]
- [8] pH-scale.jpg: Dostupné na <http://vivanbchin.files.wordpress.com/2012/10/ph-scale.jpg>, [Cit 2014-01-22]

