GRAPHIC EXPRESSION AS SUPPORT OF CRITICAL THINKING IN NATURAL SCIENCES SUBJECTS

[GRAFICKE VYJADROVANIE AKO PODPORA KRITICKEHO MYSLENIA V PRIRODOVEDNÝCH PREDMETOCH]

Radka Mala – Zita Jenisova

doi: 10.18355/PG.2019.8.1.13

Abstract

Nowadays, full of digitized information, it is important to orientate, evaluate and interpret symbols, charts, schemes that are part of our lives. The paper is focused on approximation of graphic expression as a part of development of critical thinking among students in science subjects. The graph and its understanding are irreplaceable in science and hence chemistry. Part of the presented paper is a demonstration of tasks focused on graphic expression, its evaluation and also a description of possible causes of incorrect answers in students.

Key words

critical thinking, graphical skill, graph of function, symbol

Anotácia

V dnešnej dobe plnej digitalizovaných informácií je dôležité správne sa orientovať, vyhodnocovať a interpretovať symboly, grafy, schémy, ktoré sú súčasťou nášho života. Príspevok je zameraný na priblíženie grafického vyjadrovania ako súčasť rozvoja kritického myslenia u študentov v prírodovedných predmetoch. Graf a jeho pochopenie má nezastupiteľné miesto v prírodovedných predmetoch a teda aj chémie. Súčasťou prezentovaného príspevku je ukážka úloh zameraných na grafické vyjadrovanie, jeho vyhodnotenie a tiež popis možných príčin nesprávnych odpovedí u študentov.

Kľúčové slová

Kritické myslenie, grafická zručnosť, graf funkcie, symbol

1 Úvod

V rozmedzí rokov 2003 až 2012 prebehlo aj na Slovensku medzinárodné testovanie OECD PISA u 15-ročných žiakov v oblasti čitateľskej, prírodovednej a matematickej gramotnosti. Výsledky dosiahnuté slovenskými žiakmi v uvedených gramotnostiach boli pri testovaniach rôzne, no vždy buď na úrovni priemeru alebo podpriemeru krajín OECD. Často sa poukazuje na problémy spojené s aplikáciou konkrétnych vedomostí, ich spájaním a samozrejme s grafickým vyjadrovaním, ktoré priamo, či nepriamo súvisí s čítaním grafov a ich funkciami, úpravou a dopĺňaním do tabuliek. Je zrejma nízka úroveň schopnosti žiakov prepájať si informácie spojené

s integráciou medzipredmetových vzťahov matematika, fyzika, informatika, chémia.

Grafickým vyjadrovaním, alebo grafickými zručnosťami sa zaoberajú viacerí autori (Tomková, Tirpáková, 2009, Fajnorová, 2012, Horváthová, Zelenický, 2009), ktorí sa zamerali najmä na predmety technická výchova, matematika, či fyzika. Pedagogickým experimentom overovali, či je možné rozvíjať grafické zručnosti žiakov aplikovaním technických úloh v tomto predmete. Po realizovaní testov a vyhodnotení štatistickými metódami bolo dokázané, že úroveň grafických zručností žiakov sa zvyšuje aplikovaním navrhnutého vyučovacieho modelu technickej výchovy.

Problematika grafického vyjadrovania je úzko spätá práve s prírodovednými vyučovacími predmetmi, ktorých základ tvorí práve experiment. Pri realizácii pokusov sa často namerané hodnoty musia zaznamenávať a teda musí byť zvolený nástroj na ich interpretovanie. Je zrejmé, že žiaci by mali mať dobré základy v oblasti grafu funkcie z matematiky a vedeli vyjadrovať rôzne závislosti medzi veličinami.

2 Kritické myslenie – dôveruj, ale preveruj!

Slovo „kritický“ má korene v gréckom slove „krinein“, čo znamená rozlišovať alebo posudzovať. Je veľmi podstatné si uvedomiť, že pojem kritické myslenie sa nevzťahuje na kritiku v takom zmysle, v akom sa s ňou stretávame v bežnom živote. Neznamená to, že budeme niečo neustále vnímať ako chybné alebo všetko kritizovať a vidieť v negatívnom svetle (Vranaiová, 2014). Jednou z najdôležitejších kompetencií človeka je práve kritické myslenie. Definovať by sme ho mohli ako určitý postoj voči konkrétnym názorom, ku konkrétnym situáciám, k svetu samotnému. Ďalej ho možno chápať ako schopnosť, ktorá je predpokladom k opatrnosti, obozretnosti pri využívaní, vyhľadávaní aj interpretácii informácií. Kriticky mysliaci človek sa v podstate len riadi múdрым príslovím - Dôveruj, ale preveruj.

Ak posudzujeme niekoho názor alebo postoj, neznamená to, že danému človeku nedôverujeme, skôr ide o snahu dôkladnejšie a hlbšie objaviť a pochopiť súvislosti medzi teóriou a informáciami, ktoré k nám od interpreta prichádzajú. Teda ak kriticky myslíme, neprijímame len pasívne a povrchné informácie, ale zamýšľame sa nad nimi a posudzujeme ich (www.eduworld.sk).

V súčasnosti sme obklopení veľkým množstvom informácií a je obzvlášť dôležité denne uplatňovať kritické myslenie. Človek s kritickým myslením nie je spokojný s nepatrným množstvom informácií, ale skúma ďalej, snaží sa analyzovať rôzne pohľady na vec, informácie sa snaží overovať, dáva prednosť objektívitve pred subjektivitou, rozlišuje medzi názormi a faktami, nedôveruje nejasným a nejednoznačným pojmom (Čeretková a kol., 2017). Obraz o svete si vytvorí sám na základe zaujatia vlastného stanoviska, nepreberá ho od druhých. Človek rozvíjajúci kritické myslenie vie rozhodnúť a posúdiť, čo je správne a čo nie je správne (Turek, 2003).

2.1 Zručnosti a dispozície kritického myslenia

S početnými a premenlivými popismi kritického myslenia boli odborníci nútení jasne a konkrétne definovať kritické myslenie, ak ho chceme systematicky posudzovať a podporovať v kontexte vzdelávania (Velmovská, 2012). V roku 1990 bol vedúcim výskumníkom na kritické myslenie, Peter Facione, ktorý viedol skupinu odborných filozofov pri definovaní kritického myslenia pomocou metódy Delphi. Odborníci predložili individuálne definície kritického myslenia, ktoré analyzovali a doladili, kým nedosiahli zhodnú definíciu. Dospeli k záveru, že myslenie sa skladá z dvoch schopností: zručností a dispozícií, a že nemôžeme očakávať, že osoba, ktorá má schopnosti kritického myslenia, ich jednoducho použije, táto osoba musí byť tiež naklonená k praktizovaniu zručností.

Definícia podľa Delphi zahŕňala šesť zručností kritického myslenia a sedem dispozícií kritického myslenia. Zručnosti sú interpretácia, analýza, hodnotenie, dedukcia, vysvetlenie a samoregulácia. Kriticky myslíaci človek bude interpretovať, analyzovať, hodnotiť a vyvodzovať závery z informácií na vytvorenie úsudku založeného na dôkazoch. Okrem toho kriticky myslíaci človek vie vysvetliť dôkazy, teórie, koncepty, metódy, kritériá alebo kontexty, ktoré podporujú daný úsudok. Zhromaždením a hodnotením úsudku sa kriticky myslíaci človek môže rozhodnúť, v čo veriť alebo ako postupovať v danej situácii. Niektorí vedci nazývajú tento proces analytické zdôvodnenie. Tento typ zdôvodnenia zahŕňa rozdelenie konceptu do rôznych častí a analýzu toho, ako sú časti vzájomne prepojené (Feszterová, 2015). Preto analytické zdôvodnenie považujeme za kognitívny proces prichádzania k niečomu, čomu veríme prostredníctvom odôvodneného procesu skúmaných častí tohto presvedčenia. Ak osoba používa analytické zdôvodnenie, osoba používa zručnosti kritického myslenia.

Dispozícia kritického myslenia je charakterizovaná ako osobnostná črta, dispozícia naznačuje ako by sa človek postavil k problém a použil zdôvodnenie na jeho vyriešenie. Osoba so silnými dispozíciami kritického myslenia má vysokú vnútornú motiváciu robiť rozhodnutia, riešiť problémy alebo hodnotiť myšlienky kritickým myslením. Experti z Delphi zistili sedem dispozícií kritického myslenia: zvedavosť, systematickosť, hľadanie pravdy, objektívnosť, sebadôvera, analytickosť a zrelosť.

Tieto dispozície pochádzajú zo štýlu učenia sa človeka, prístupu k rozporuplným názorom a pozornosti pri rozhodovaní. Zvedavosť popisuje všeobecnú túžbu jednotlivca učiť sa. Systematickosť je tendencia klásť otázky organizovaným a sústredeným spôsobom. Hľadanie pravdy popisuje snahu jednotlivca o čo najpresnejšie poznanie - napriek zisteniam, ktoré nepodporujú vlastné názory alebo záujmy - a neustále prehodnocovanie informácií, pričom jednotlivec zostáva poctivý a objektívny počas celého úsilia. Objektívnosť, spoločný faktor vo väčšine definícií kritického myslenia, vyjadruje toleranciu názorov jednotlivcov odlišných od ich vlastných a citlivosť voči vlastnej zaujatosti. Sebadôvera opisuje, koľko dôvery dávajú jednotlivci do svojho vlastného logického procesu, keď prichádzajú k úsudku a ich dôveru v seba, aby viedli ostatných k riešeniu. Analytickosť je charakterizovaná tým, ako jednotlivci používajú úvahy a dôkazy k navrhovanému riešeniu, zatiaľ čo predvídajú potenciálne ťažkosti a zostávajú ostražití. Zrelosť je dispozícia očakávania blížiacich sa problémov,

uvedomovanie si ich zložitej štruktúry a toho, že viaceré riešenia môžu byť pravdepodobné, hoci neisté, v závislosti od kontextu a podporných dôkazov (Kostura Polk, 2018).

2.2 Symbol ako dorozumievací prostriedok

V dnešnej dobe, v ktorej žijeme, sme obklopení masovo-komunikačnými prostriedkami, ktorými sme chciac, či nechciac ovplyvňovaní. Sme ich nútení čítať, porozumieť im, pracovať s nimi a v konečnom dôsledku ich častokrát musíme interpretovať. Aby sme porozumeli informáciám, ktoré sú určené pre širokú verejnosť, pre rôzne národnosti, zaviedli sa symboly, ktoré nám uľahčujú orientáciu aj v cudzom prostredí.

V rôznych oblastiach života sa stále intenzívnejšie využívajú abstraktné dorozumievacie prostriedky - symboly, modely, schémy, grafy, ktoré boli donedávna charakteristické najmä pre matematiku. Operácie so symbolmi predstavujú názornosť vyššieho typu, umožňujú vyjadrovať zložité myšlienkové útvary prehľadne, do systémov, v ktorých sú symboly navzájom pospájané vzťahmi. Na porozumenie a používanie symbolického jazyka má žiaka vhodným spôsobom pripraviť škola. Významnú úlohu v sústave predmetov plnia prírodovedné predmety, ktoré pre svoj experimentálny charakter umožňujú žiakom konkretizovať symbolický jazyk a spájať ho s dejmi z denného života. Z toho dôvodu boli do učebných osnov predmetov pre základnú školu a gymnázia zaradené požiadavky na rozvoj schopností žiakov porozumieť a používať symbolický jazyk, najmä graf funkcie a tým zlepšovať grafické vyjadrovanie študentov.

188

2.3 Graf funkcie

Funkcia v matematike patrí k najvýznamnejším pojmom a používa sa v rôznych významoch. Podľa J. Kurzweila, je „funkcia f určená množinou $D(f)$ a vieme, čo znamená $f(x)$ - hodnota funkcie f v bode x pre každé $x \in D(f)$. Pritom $D(f)$ sa nazýva definičný obor funkcie f a môže byť ľubovoľnou množinou. Hodnota funkcie f v bode x je reálne číslo, komplexné číslo, alebo prvok daného vektorového priestoru“.

Iný prístup k pojmu funkcie je možný prostredníctvom pojmu zobrazenia. Pod pojmom zobrazenie rozumieme zobrazenie množiny do množiny, plochy do plochy, grupy do grupy, množiny do systému grúp, resp. zobrazenie vektorového priestoru do vektorového priestoru. Množinová terminológia však pri objasňovaní pojmu funkcie nie je vždy prínosom pre jej pochopenie. Pre školskú matematiku je podstatnejšie zdôrazniť, že pojem funkcie je matematickým vyjadrením závislosti. Na základných a stredných školách je vhodné vychádzať pri zavádzaní pojmu funkcia z intuitívnej predstavy priradenia, predpisu (Kurzweil, 1985).

Ku grafom funkcií (lineárna, exponenciálna alebo kvadratická) sa dajú priradiť určité závislosti z reálneho života:

1. Zaznamenávanie fyzikálnej veličiny (napr. teplota, objem tlak) za určitý zvolený časový interval – predmet fyzika, chémia.
2. Závislosť výšky hladiny vo vodnej nádrži v závislosti na čase – predmet fyzika.

3. Rast mikroorganizmov (nárast počtu buniek) v závislosti od času – predmet biológia.
4. Závislosť uhla otočenia opticky aktívnej látky od hustoty – predmet chémia.
5. Závislosť absorpcie od koncentrácie – predmet chémia.
6. Šikmý vrh vo vzduchu, mechanické oscilátory – kmitanie – predmet fyzika.

3 Empirický výskum

Uskutočnili sme pilotné testovanie študentov pomocou krátkeho didaktického testu na predbežné zistenie úrovne ich grafického vyjadrovania – grafických zručností. V teste sme vytvorili 6 úloh na prepojenie poznatkov o grafe funkcie z predmetu matematika a spojili ich s vedomosťami z predmetu chémia. Úlohy neboli zamerané len na graf funkcie, ale aj na porozumenie rôznych schém, náčrtov, obrázkov, na prácu s tabuľkou a čítanie grafov (Obr. 1).

Testu sa zúčastnilo 40 študentov, z toho 20 študentov bolo z Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre (10 prvákov a 10 druhákov) študujúcich učiteľstvo chémie v kombinácii. Ďalších 20 študentov bolo z Piaristického gymnázia sv. Jozefa Kalazanského v Nitre, z toho 10 študentov bolo v treťom ročníku (resp. septima) a 10 študentov bolo vo štvrtom ročníku (resp. októva) 4-ročného (resp. 8-ročného) štúdia.

Grafické vyjadrovanie

pohlavie: _____ ročník: _____

škola: _____

1. Ako bude vyzerat' graf chemickej reakcie (chemického deja), ak sme namerali nasledujúce údaje v tabuľke:

x	-2	-1	0	2	3	4
y	6	4	2	-2	-4	-6

a)

b)

c)

d)

2. Označte, akú chemickú reakciu by mohla predstavovať nasledujúca schéma:

- a) $H + H \rightarrow H_2$
 b) $Na + OH \rightarrow NaOH$
 c) $H + Cl \rightarrow HCl$

3. Zakrúžkuj vodík na obrázku, ktorý predstavuje umiestnenie pred rovinou papiera.

4. Označte graf, ktorý predstavuje priebeh chemickej reakcie za prítomnosti katalyzátora:

5. Na základe obrázka (dvoatómovej molekuly dusíka) určite, koľko elektrónov má na valenčnej vrstve dusík v atómovom stave.

- a) 7
b) 8
c) 2
d) 5
e) 10
f) 6

6. Priradiť jednotlivé funkcie k správnym grafom:

kvadratická funkcia lineárna funkcia exponenciálna funkcia

Obrázok 1. Didaktický test – grafické vyjadrovanie

Z uvedeného testu sme vybrali 2 úlohy, ktorých výsledky sme zaznamenali a vyhodnotili pomocou funkcie aritmetický priemer a následne interpretovali formou grafov. Zastúpenie správnych odpovedí sme vyjadrili v percentách.

4 Výsledky a diskusia

Štatisticky sme spracovali úlohu 1: *Ako bude vyzerat' graf chemickej reakcie, ak sme namerali nasledujúce údaje v tabuľke?*

Obrázok 2. Počet odpovedí študentov za jednotlivé možnosti a) b) c) d)

Na Obr. 2 si môžeme všimnúť počet odpovedí študentov z konkrétnych ročníkov a škôl za jednotlivé možnosti. Na Obr. 3 sa nachádza percentuálne zastúpenie jednotlivých odpovedí všetkých 40 študentov, ktorí sa zúčastnili testu. Ako je zrejmé z Obr. 2 väčšina študentov označila správnu odpoveď „a“, ale percentuálne zastúpenie tejto odpovede všetkých 40 študentov je podľa Obr. 3 len 52,5%. Môžeme teda predpokladať, že príčiny nesprávnych odpovedí u študentov mohli nastať tým, že študenti nevedia, ktorý graf predstavuje ktorú funkciu, nepoznajú predpisy jednotlivých funkcií, ani grafy funkcií, nevedia riešiť sústavu dvoch rovníc s dvomi neznámymi a nemajú vedomosti o monotónnosti funkcie. To môže byť dôsledok neschopnosti aplikovať matematické vedomosti a zručnosti do praxe a navzájom ich prepájať.

Obrázok 3. Percentuálne zastúpenie jednotlivých odpovedí študentov

Ďalej vyberáme analýzu úlohy 5: *Na základe obrázka (dvojatómovej molekuly dusíka) určite, koľko elektrónov má na valenčnej vrstve dusík v atómovom stave.*

Na Obr. 4 je graf, ktorý znázorňuje počet odpovedí študentov z konkrétnych ročníkov a škôl za jednotlivé možnosti. Na Obr. 5 môžeme sledovať percentuálne zastúpenie jednotlivých odpovedí všetkých 40 študentov.

Obrázok 4. Počet odpovedí študentov za jednotlivé možnosti a) b) c)

193

d) e) f)

Obrázok 5. Percentuálne zastúpenie jednotlivých odpovedí študentov

Z rozboru odpovedí vyplýva (Obr. 4), že až na študentov 1. ročníka UKF v Nitre odpovedali študenti ostatných škôl a ročníkov správne a označili teda odpoveď „d“ ako správne riešenie. Percentuálne zastúpenie tejto odpovede podľa (Obr. 5) všetkých 40 študentov je znovu len 55%, takže aj tu pozorujeme, že študenti nevedia správne interpretovať obrázky – grafické znázornenie molekuly N_2 . Nesprávne odpovede u študentov mohli nastať

tým, že študenti nevedia, čo je to valenčná vrstva atómu, nepoznajú pojem atómový stav dusíka, lebo sa s podobným grafickým znázornením ešte nestretli a majú nezrovnalosti v pochopení princípu vzniku chemickej väzby.

5 Záver

Správne interpretovať chemické schémy, vytvárať grafy z tabuliek, pochopiť náčrt obrázkov si vyžaduje rozvíjať kritické myslenie u študentov počas celého štúdia. Náš krátky didaktický test dokazuje, že dokonca študenti aj na vysokých školách majú nedostatočne rozvinuté kritické myslenie a s tým súvisiace grafické vyjadrovanie. Nie sú naučení riešiť praktické úlohy, a tým pádom nevedia vždy správne interpretovať ich výsledky. Preto je nutné rozvíjať kritické myslenie u študentov, a to práve rôznymi metódami, ako je napríklad brainstorming, round robin (metóda dookola), myšlienkové (pojmové) mapy a EUR (evokácia, uvedomenie, reflexia). Veľmi zaujímavou metódou na rozvoj kritického myslenia je aj metóda „Kocka“, ktorá sa realizuje tak, že na každú stenu kocky sa napíše jedna z nasledujúcich 6 úloh: popíši, porovnaj, asociuj, analyzuj, aplikuj, argumentuj za a proti. Na hodine sa zadá téma, študenti hodia kockou a potom vykonávajú úlohu, ktorá im na kocke padne. Takto sa učia rozvíjať kritické myslenie, svoje vyjadrovanie a postoj ku danej téme. Možno by stálo za zamyslenie, aby sa aj rodičia s deťmi, ale aj rovnocenní partneri (žiaci, študenti) medzi sebou hrali a robili cvičenia, aby sa zapájali do rozhovor a diskusií s úmyslom podporovať kritické myslenie. Je dôležité naučiť sa počúvať jeden druhého, vedieť argumentovať a obhájiť si vlastný názor, naučiť sa čítať s porozumením a v neposlednej miere ovládať tvorbu grafov, či ich správne interpretovať.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-15-0368. Prácu podporila Kultúrna a vzdelávacia grantová agentúra (KEGA) Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky na základe projektu číslo 044UKF-4/2017 s názvom „Modernizácia výučby a interdisciplinárneho prístupu v rámci kategórie odpad a odpadové hospodárstvo“.

Bibliographic references

- CERETKOVA, S. a kol. 2017. Strategie tvoriveho a kritického myslenia v príprave učiteľov prirodovedných predmetov, matematiky a informatiky [elektronicky zdroj], Nitra : UKF, 2017. CD-ROM, 196 p. ISBN 978-80-558-1231-1.
- FESZTEROVA, M. 2015. Environmental Modeling - Alternatives and Use in Interdisciplinary Education. In: Acta Naturalis Scientia. ISSN 1339-5491. vol. 1, no. 2, pp. 1-6.
- HORVATHOVA, D. – ZELENICKY, L. 2009. A note of hierarchical structure of information about the graph of function in the subject physics. In: Physics 2009 [elektronicky zdroj] : proceedings of Scientific Works. Nitra: SPU, pp. 1-7, ISBN 978-80-552-0264-8.
- KONICKOVA, J. 2018. Metody kritického myslenia a ich využitie v škole Available online: <https://eduworld.sk/cd/jaroslava-konickova/2651/metody-kritickeho-myslenia-a-ich-vyuzitie-v-skole>

KOSTURA POLK, R. E. 2018. Critical Thinking. In: The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation, 2018. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc., pp. 429-432, ISBN 9781506326139.

KURZWEIL, J. 1985. O pojmu funkce ve skolske matematice z pohledu matematika. In: Zbornik ze seminare Terminologicke otazky skolske matematiky a fyziky. 1985. Praha: JCSMF, pp. 21-24.

TOMKOVA, V. – TIRPAKOVA, A. 2009. Graficke vyjadrovanie ziaikov zakladnych skol v Slovenskej republike. In: Casopis Journal of Technology and information education. Olomouc : UP Olomouc, 2009. vol. 1, no 1. pp. 101-103. ISSN 1803537X.

TUREK, I. 2003. Kriticke myslenie. Prve vydanie. Bratislava: Metodicko-pedagogicke centrum, 70 p. ISBN 80-8052-175-1.

VELMOVSKA, K. 2012. Rozvijanie kritickeho myslenia ziaikov pomocou strategie eur a jej aplikacia na vyucovanie fyziky. Available online: https://ufv.science.upjs.sk/_projekty/smolenice/pdf_14/37_velmovska.pdf

VRANAIOVA, K. 2014. Demokraticke obciansstvo v kazdodennej skolskej praxi. Prve vydanie. Bratislava: Metodicko-pedagogicke centrum, 62 p. ISBN 978-80-565-0376-8.

Radka Malá

Zita Jenisová

Department of Chemistry

Faculty of Natural Sciences

Constantine the Philosopher University in Nitra

Trieda A. Hlinku 1

949 74 Nitra

Slovakia

radka.mala@ukf.sk

zjenisova@ukf.sk